

**"САТПАЕВ ОҚУЛАРЫ - 2021"**

**СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫНЫҢ**

**ЕҢБЕКТЕРІ**

**I Том**

**ТРУДЫ**

**САТПАЕВСКИХ ЧТЕНИЙ**

**"САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021"**

**Том I**

**PROCEEDINGS**

**SATPAYEV'S READINGS**

**"SATPAYEV READINGS - 2021"**

**I volume**

**Алматы 2021 Almaty**

УДК 001  
ББК 42  
С21

«ҚР ҰЛТТЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК КІТАП ПАЛАТАСЫ»  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СТАНДАРТТЫҚ КІТАП НӨМІРІ (ISBN)  
ӘМБЕБАП ОНДЫҚ ЖІКТЕУ, КІТАПХАНАЛЫҚ – БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ЖІКТЕУ,  
ШТРИХ – КОД БЕРІЛДІ  
«НАЦИОНАЛЬНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ КНИЖНАЯ ПАЛАТА РК»  
ПРИСВОЕНЫ (ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫ) МЕЖДУНАРОДНЫЕ  
УНИФИЦИРОВАННЫЙ ДЕСЯТИЧНЫЙ КЛАССИФИКАТОР  
БИБЛИОТЕЧНО – БИБЛИОГРАФИЧЕСКОГО ДЕЛА,  
СТРИХ – КОД

- Сыздыков А.Х. – И.о. Проректор по науке и инновациям, **председатель оргкомитета**
- Рысбеков К.Б. – Директор Института геологии, нефти и горного дела, **заместитель председателя оргкомитета**
- Бекботаева А.А. – Заведующий кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», **ответственный исполнитель**
- Елемесов К.К. – Директор Института металлургии и промышленной инженерии
- Сейлова Н.А. – Директор Института кибернетики и информационных технологий
- Туйебахова З.К. – Директор Института химических и биологических технологий
- Омарбеков Б.О. – Директор Института промышленной автоматизации и цифровизации
- Куспангалиев Б.У. – Директор Института архитектуры и строительства
- Субалова М.А. – Директор Института управления проектами
- Саренова А.С. – Директор Института базового образования
- Узбаева Б.Ж. – Директор Научной библиотеки
- Баудагулова Г.Т. – Специалист минералогического музея кафедры ГСПиРМПИ, **ответственный секретарь конференции**

С21

«Сатпаевские чтения -2021»: сборнике представлены материалы конференции Сатпаевские чтения.

Алматы: КазННТУ имени Сатпаева, 2021.

ISBN 978-601-323-246-1

ISBN 978-601-323-247-8

Конференция посвящена празднованию 30-летия независимости Казахстана, обобщению опыта развития горно-геологической, металлургической, химической отраслей, машиностроения, строительства, коммуникаций, а также развитию творческого и интеллектуального потенциала обучающихся и молодых ученых университета. Конференция будет способствовать подготовке нового поколения лидеров, способных решать глобальные задачи устойчивого развития, узнаваемости университета и популяризации научных исследований.

ISBN

УДК 001  
ББК 42

ISBN 978-601-323-246-1  
ISBN 978-601-323-247-8

авт.  
Г. Ман

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

## Пленарные

УДК 622.831.3.02

**Е.А.Сдвижкова, К.В.Кравченко, Д.О.Сосна**  
Национальный технический университет  
«Днепровская политехника», Украина, г.Днепр  
sdvyzhkova.o.o@ntu.one

*Научный руководитель – Е.А.Сдвижкова, заведующая кафедрой высшей математики, директор научно-образовательного центра «Устойчивость геотехнических систем», доктор технических наук, профессор.*

*К.В.Кравченко -докторант, Д.О.Сосна - аспирант.*

### **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Аннотация.** В статье приведены данные о численном (цифровом) моделировании геомеханических процессов в породном массиве при проведении подземных выработок и создании открытых полостей. На конкретных примерах (case study) показана эффективность обоснования технологических параметров на основе определения напряженно-деформированного состояния неоднородного породного массива со сложной структурой. Сделан акцент на использование различных деформационных моделей среды и критериев прочности.

**Ключевые слова:** численное моделирование, напряженно-деформированное состояние, устойчивость выработок.

Растущее население Земли на фоне экологической нестабильности столкнется со временем с дефицитом энергии и сырьевых ресурсов. Одним из эффективных путей решения этой проблемы является внедрение новых геотехнологий, с одной стороны достаточно эффективных, с другой – безопасных и щадящих для окружающей среды. На пути проникновения человека вглубь массивов горных пород как подземным, так и открытым способом, ожидают осложнения, вызываемые механическими процессами, формирующимися в процессе создания искусственных полостей. Моделирование возможных негативных последствий геомеханических процессов и разработка на этой основе новых технических решений, нивелирующих отрицательное воздействие среды и обеспечивающих безопасность труда рабочих, являются основными задачами науки об управлении горным давлением – механики горных пород (геомеханики). В процессе становления этой науки, разрабатывались и совершенствовались соответствующие методы, способы и средства исследований: использование широкого арсенала измерительных средств, физическое и математическое моделирование.

В Национальном техническом университете «Днепровская политехника» (бывший Национальный горный университет, г. Днепр, Украина) многие десятилетия параллельно развивались все перечисленные выше направления геомеханики. В конце 80-х годов в связи с бурным внедрением вычислительной техники здесь сформировалась научная школа, активно использующая современные численные методы: конечных элементов, конечных разностей, граничных элементов [1]. Исследовательские коллективы, объединяющие ученых кафедр «Строительства, геомеханики и геотехнологий», «Высшей математики», «Экологии и защиты окружающей среды», выполнили десятки проектов, направленных на обоснование параметров новых геотехнологий, применяемых в сложных горно-геологических условиях.

Одним из вызовов современной добычи угля в Украине является проведение подземных горных выработок в зоне крупных геологических нарушений, примером которого является

Богдановский сброс (западный Донбасс, Днепропетровская область) с амплитудой 35–320 м, углом падения сместителя 45°–60° и шириной нарушенной зоны 70–85 м (рис.1). Основные риски проведения выработок через зону нарушения связаны с интенсивной трещиноватостью массива, низкой прочностью и высокой водопроницаемостью пород, возможностью большого притока воды и прорыва в выработку дезинтегрированной горной массы [2].

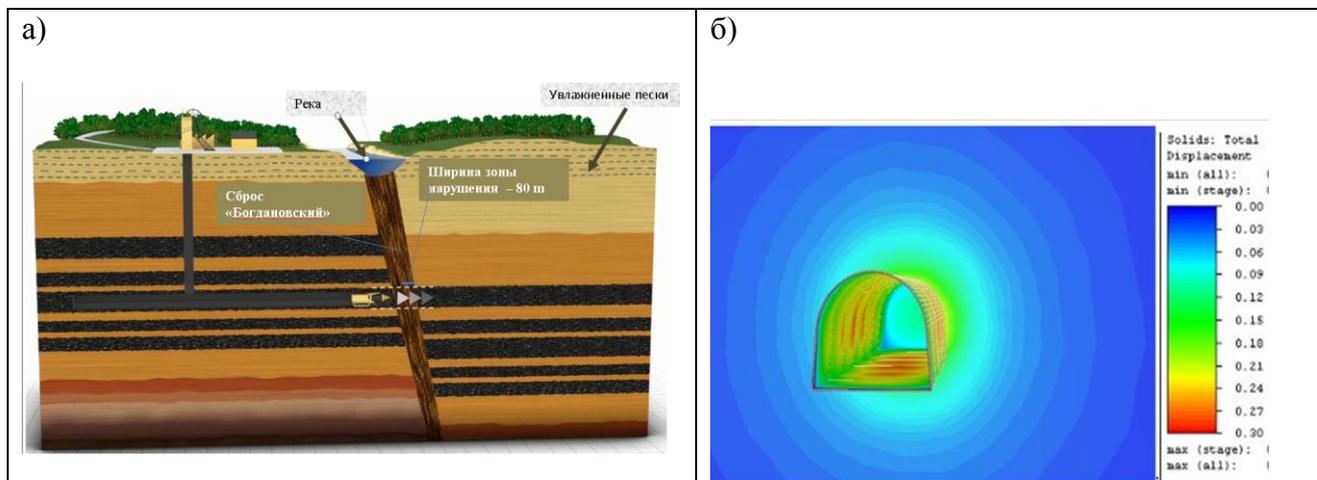


Рис.1. Схема пересечения квершлагом тектонического нарушения «Богдановский сброс» и перемещения пород в выработке в зоне интенсивной трещиноватости.

Прогноз смещений пород и формирования нагрузки на крепь выработки на различных этапах ее проведения, в зависимости от близости к зоне разлома, выполнен методом конечных элементов с использованием лицензионных вычислительных программ RS3 и PHASE-2 канадской компании Rocscience. Особенностью моделирования является возможность учета различной степени дезинтеграции породной среды посредством введения так называемого геологического индекса GSI (Geological Strength Index), в соответствии с которым изменяются прочностные параметры среды, входящие в обобщенное условие прочности Хока-Брауна [3]:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + R_c \left( m_b \frac{\sigma_3}{R_c} + s \right)^a, \quad (1)$$

где  $\sigma_1$  и  $\sigma_3$  – максимальное и минимальное главные напряжения,  $R_c$  – среднее значение предела прочности на одноосное сжатие породных образцов,  $m_b$  – константа, учитывающая генезис и состояние (качество) породного массива,  $s$  и  $a$  – константы, получаемые при испытании пород в сложном напряженном состоянии и корректируемые посредством индекса GSI ( $5 \leq GSI \leq 100$ ). Значения геологического индекса прочности выбираются в соответствии с классификацией, разработанной Э.Хоком и Д.Брауном [3], на основе визуального обследования пород в естественных условиях и данных, предоставленных геологической службой шахты.

Анализ перемещений пород, размера зоны неупругих деформаций вокруг выработки и изгибающих моменты в элементах металлической крепи (рис.2) показали, что при вхождении выработки в зону развитой трещиноватости несущая способность ранее спроектированной системы крепления становится недостаточной. На этой основе был разработан паспорт усиления крепи дополнительными сталеполлимерными анкерами и формированием слоя торкретбетона для полного контакта крепи и породы, что обеспечило функциональную устойчивость выработки в течение длительного времени.

Накопленный опыт моделирования устойчивости подземных сооружений способствовал коллаборации ученых НТУ «Днепровская политехника» и НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева» при оценке рисков, связанных со строительством и эксплуатацией станций метрополитена г. Алма-Аты [4].

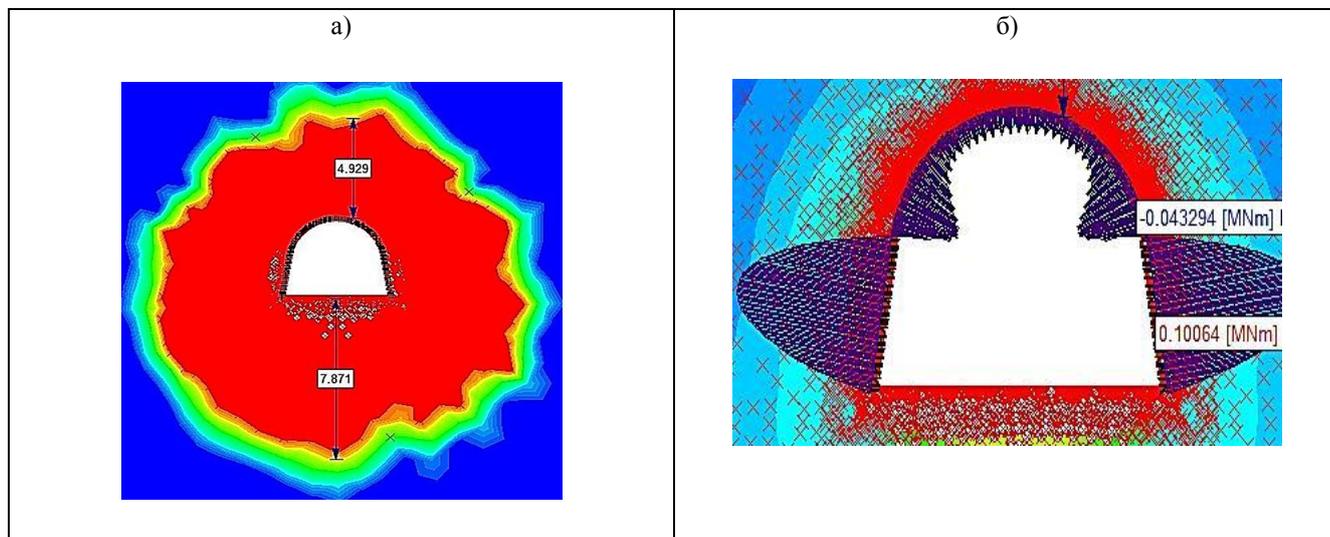


Рис.2. Зоны неупругих деформаций вокруг выработки (а) и изгибающие моменты в элементах металлической крепи (б), превышающие предельно допустимые для данного профиля.

Моделирование различных геологических и технических ситуаций, связанных со сменой литологии, увеличением глубины заложения перегонных тоннелей, изменением конструктивных параметров обделки, дает экспертам объективную количественную информацию о возможных рисках, связанных с развитием деформационных процессов в окрестности подземного сооружения. Для условий станции «Достык» средствами программы PHASE 2 смоделирована крепь из железобетонных блоков толщиной 250мм. Оценка напряженно-деформированного состояния грунтового массива показала, что созданный отпор компенсирует смещения грунта (рис.3) до 0,3-0,4 см в кровле подземной полости. Однако возведение жесткой обделки перемещает максимум смещений (до 1,7 см) в почву выработки. Стабилизация деформаций может быть осуществлена путем возведения конструкции типа «обратный свод» либо дополнительным нагнетанием в грунт цементирующего раствора.

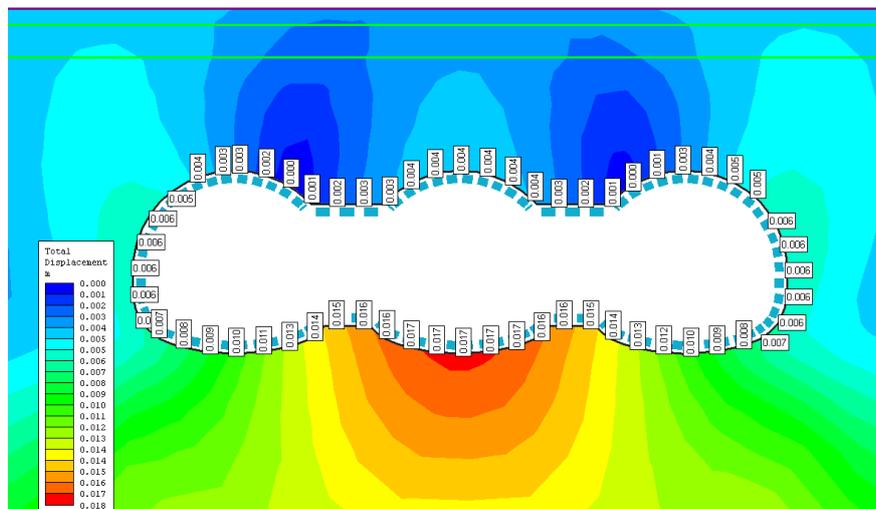


Рис. 3. Смещения контура подземной полости при установке постоянной крепи.

Разработка специалистами кафедры «Горного дела» НАО «КНИТУ им. К. И. Сатпаева» новых технологических схем при открытой разработке рудных и угольных месторождений Казахстана также потребовала глубокого обоснования новых технических решений на основе анализа напряженно-деформированного состояния бортов карьеров [5].

Совместный проект в коллаборации с украинскими коллегами (НТУ «Днепровская политехника») позволил выполнить цифровое 3D моделирование на основе новейшей версии лицензионной программы RS3 компании Rocscience (Канада), реализующей метод конечных элементов для упруго-пластических сред и процедуру снижения сопротивления сдвигу при расчете коэффициента запаса устойчивости (КЗУ) откоса. На основе критерия прочности Кулона-Мора определено положение потенциальной поверхностей скольжений на различных этапах продвижения горных работ (рис.4), а также коэффициенты запаса устойчивости борта при различных результирующих углах откоса.

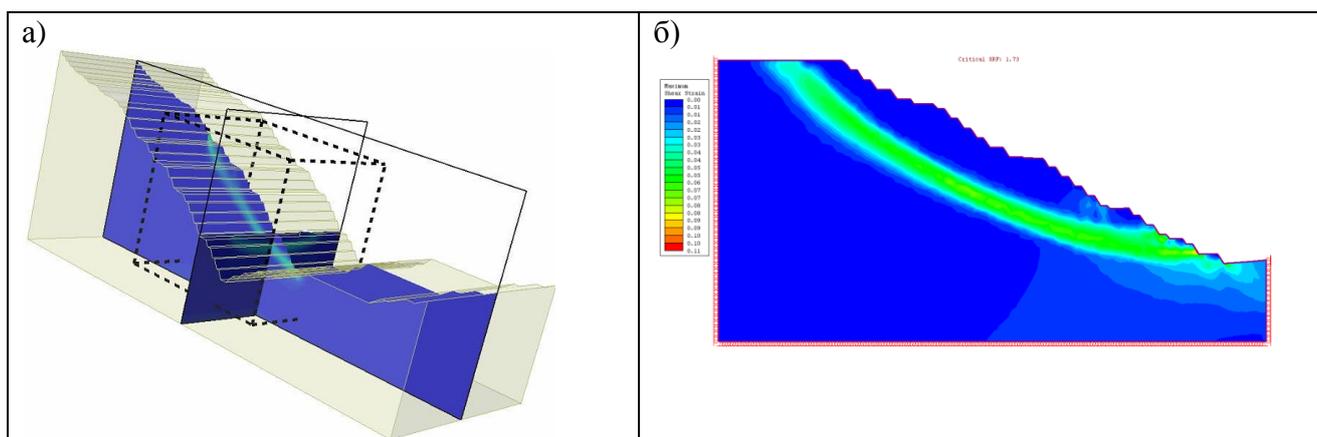


Рис.4. Максимальные относительные сдвиговые деформации в момент потенциального обрушения откоса : а) 3D модель;. б) – плоское сечение. Результирующий угол  $27^{\circ}$ , КЗУ=1,73.

### Выводы.

Разработка новых технических решений при внедрении геотехнологий в сложных горно-геологических условиях требуют всестороннего обоснования технологических параметров. Современные методы численного моделирования и цифрового представления результатов являются необходимой, эффективной и безопасной частью комплекса изыскательских работ. Для адекватного отражения геомеханических процессов, протекающих в неоднородном, структурно нарушенном породном массиве, необходимо сочетание различных, апробированных в данных геологических условиях, деформационных моделей среды, критериев разрушения и прочности горных пород, эмпирических подходов к оценке прочностных свойств пород.

### Список ссылок.

1. Шашенко А. Н. Геомеханика / А. Н. Шашенко, В. П. Пустовойтенко, Е. А. Сдвижкова. – 2-е изд., испр. и доп. – Киев : Новый друк, 2016. – 528 с.
2. Babets, D, & Sdvyzhkova, O. & Shashenko, O. & Kravchenko, K. & Cabana, E.C. (2019), Implementation of probabilistic approach to rock mass strength estimation while excavating through fault zones, Mining of Mineral Deposits Volume 13, Issue 4, 2019, Pages 72-83. <https://doi.org/10.33271/mining13.04.072>
3. Hoek E., Wood D. and Shah. S., 1992. A modified Hoek-Brown criterion for jointed rock mass characterization, symp. Int. Soc. Rock Mech.:Eurock'92, (ed. J.A.Hudson), 209-214. London: Brit. Geol. Soc.

4. Imansakipova, B.B., Sdvyzhkova, O.O., Aitkazinova, S.K., Isabayev, K.Z., Shakieva, G. The combined method for assessing risk factors in underground construction / Scientific bulletin of National Mining University (Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu ). No 3, 2020, pp. 53-58/ <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/005>
5. Ковров А.С., Ракишев Б.Р., Кожантов А.У., Сейтулы К. Проблемы оползней на карьерах. Форум горняков – 2015: Матер. межд. конф. Днепропетровск: ГБУЗ «НГУ». 2015. Т.1. С. 108–114.

**O.O. Sdvyzhkova, K.V. Kravchenko, D.O.Sosna**  
**Justification of the geotechnology parameters based on numerical simulation of geomechanical processes**

**Annotation.** The article provides data on the numerical simulation of geomechanical processes in the rock mass when carrying out underground workings and creating open cavities. Using case studies, the effectiveness of substantiating technological parameters based on determining the stress-strain state of a heterogeneous rock mass with a complex structure is shown. Emphasis is placed on the use of various rock mass deformation models and failure criteria.  
Key words: numerical simulation, stress-strain state, stability estimation.

УДК 622.502

**Трубецкой К.Н., Милетенко Н.А., Федоров Е.В.**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук (ИПКОН РАН), Россия, г. Москва*  
[nmilet@mail.ru](mailto:nmilet@mail.ru)

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОГО ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ЗЕМЛИ КАК ОБЯЗАТЕЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ГАРМОНИИ НЕДР**

**Аннотация.** *Обоснована актуальность охраны пресных водных ресурсов как глобальной общепланетарной проблемы. Приведены примеры катастрофических последствий прорывов воды в процессе добычи полезных ископаемых. Представлены пути решения задачи охраны водных объектов при освоении недр Земли, направленные на предотвращение прорывов воды из поверхностных и подземных источников и обеспечивающие экологический баланс земной поверхности в районе ведения горных работ.*

**Ключевые слова:** *гармония недр, сбалансированное освоение ресурсов, гидрогеомеханика, водоупорный слой, предохранительный целик.*

Одной из важнейших областей деятельности человека является горное дело, направленное на освоение ресурсов земных недр. Нарастающая технологическая нагрузка на природные экосистемы приводит к их быстрому и часто необратимому разрушению, которое по своим масштабам постепенно принимает глобальный характер.

При этом, в какой бы степени недра не были исчерпаны, общество не может существовать, когда их использование невозможно. Поэтому получение полезных ископаемых является сегодня и в обозримом будущем безальтернативной необходимостью для самого факта существования человека. От того, как в наше время будет организовано это производство, какие ограничения и допуски будут наложены на его развитие, в широком смысле зависит сохранение или необратимое разрушение подвижного равновесия в природной среде, сложившегося за геологические периоды развития планеты. [1].

На протяжении развития человеческой цивилизации философы и ученые обращаются к вопросу гармонии в природе. Соразмерность естественных структурных блоков пород, слагающих геологическую структуру, в геомеханике называют гармонией недр. Понятие

принадлежит В.И.Вернадскому и П.К.Соболевскому, которые всегда утверждали, что в недрах строгий порядок и полная гармония.

Идею «Гармония недр» в дальнейшем развил профессор А.Ж.Машанов [2]. Закон гармонии – это всеобщий закон строения земной коры. Гармония недр означает соответствие между телом (горным массивом) и слагающими его частями, структурными блоками пород, которые возникли в соответствии с характером деформации массива, сложенного этими блоками. Данное представление вытекает из наблюдения многочисленных фактов, характеризующих условия залегания массивов горных пород. И систему трещин можно характеризовать как соразмерное, имеющее строгую закономерность, явление.

Массив горных пород с точки зрения строительной механики представляет собой весьма сложную конструкцию, состоящую из многочисленных элементов, различным образом соединенных и взаимодействующих между собой. Помимо того, в массиве постоянно происходят геологические, физические, химические и др. процессы, в нем перемещаются подземные воды, мигрируют газы и растворы. Образно говоря, массив горных пород, включающий в себя наносы, земную поверхность и расположенные на ней природные объекты, напоминает в какой-то степени организм, в котором постоянно (быстро или очень медленно) происходят различные изменения: что-то зарождается, что-то развивается, что-то разрушается и исчезает. Он реагирует (подчас весьма активно) на всякое вмешательство извне. Многие виды реакций нам еще не известны, но уже теперь можно привести тысячи примеров непредвиденных отрицательных последствий деятельности человека в недрах Земли.

Одними из важнейших составляющих массива горных пород, испытывающих влияние в процессе освоения земных недр, являются водные объекты как на поверхности (реки, озера, водохранилища и др.), так и подземные водоносные горизонты – источники естественного и искусственного скопления вод. Водные ресурсы на территории Земли распространены неравномерно, в частности, Республика Казахстан обладает дефицитом водных ресурсов и поэтому проблема защиты горных выработок и сохранения водных объектов при освоении недр в этой стране не стоит. Однако, учитывая значимость воды как важнейшего компонента жизнедеятельности людей, а также одного из самых ценных видов минерального сырья, вопросы гармонии недр необходимо рассматривать именно с позиции экологически сбалансированного освоения ресурсов Земли с учетом охраны при этом водных объектов. Этот вопрос стал настолько актуальным в планетарном масштабе, что его значимость закреплена решением Генеральной Ассамблеи ООН отмечать ежегодно Всемирный день водных ресурсов с целью обратить внимание на важность доступа к пресной воде всех людей на планете, а также пропаганды рационального использования водных ресурсов.

Так, известны случаи, когда в результате ведения горных работ на огромной площади исчезала вода из колодцев, понижался уровень грунтовых вод или, наоборот, создавались озера и болота. В тех и других случаях нередко гибли леса и посевы. Это то, что происходит на поверхности и наблюдается визуально. Внутри массива горных пород нередко протекают более сложные процессы, обнаружить которые без специальных исследований не всегда удастся. Вопросы гармонии недр в определенной степени затрагиваются многими научными дисциплинами горного производства. Управление деформационными процессами относится к области механики горных пород, которая зародилась и сформировалась на стыке ряда наук, в том числе классической и строительной механики, сопротивления материалов, подземной гидрогазодинамики и смежных разделов горной науки. Поэтому в ней широко используются многие положения, методы и приемы, заимствованные из этих наук.

В последние 20-30 лет сформировалась новая дисциплина – гидрогеомеханика. При этом под гидрогеомеханическими процессами понимается изменение деформационных, прочностных и фильтрационных свойств массива горных пород под воздействием техногенной деятельности в районах влияния на водные объекты.

В результате техногенного воздействия (т.е. в процессе добычи полезных ископаемых) происходит изменение гидрогеомеханического состояния массива горных пород, нарушающее гидрологическое и как следствие, биологическое равновесие в районе ведения горных работ, нарушается естественное положение подземных водных горизонтов и поверхностных водных объектов.

В процессе рассмотрения данного вопроса нами было проанализировано около 300 случаев прорыва воды, которые представляют собой уникальный фактический натуральный материал, созданный совместным влиянием природных условий и техногенного воздействия в процессе добычи полезных ископаемых. В среднем за один год на горнодобывающих предприятиях нашей страны происходит около 6 аварийных ситуаций разной степени сложности, связанных с прорывами воды и плавунных пород в горные выработки.

Результатом воздействия воды при освоении недр также стал гигантский провал на земной поверхности при отработке Верхнекамском месторождении калийных солей(рис.1).

Особую актуальность приобретает этот вопрос при ликвидации угольных шахт, вследствие чего появляется опасность затопления нижележащих выработок действующих шахт, а также загрязнение поверхностных и подземных водных объектов, имеющих важное значение для жизнедеятельности региона. Так, например, вследствие закрытия целого ряда угольных шахт в Ростовской обл. произошло скопление большого количества подземных вод, создавших огромное гидростатическое давление в районе шахты Западная-Капитальная, что стало причиной аварии на этой шахте, приведшей к прорыву и затоплению части выработок и в итоге к катастрофическим последствиям.



Рис.1.Провал на земной поверхности при отработке Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей

В связи с загрязнением питьевых горизонтов низовье Дона (где ранее никогда не было проблем с чистой водой) - г. Шахты, Новошахтинск - оказались без чистой воды и питьевую воду получали из соседней Вологодской области по часам.

Перемещение воды в массиве происходит по системе образованных в результате техногенного воздействия трещин. Важным фактором, способствующим предотвращению или снижению вероятности прорыва воды в горные выработки шахт, является наличие водоупорного слоя, выполняющего роль экрана, его местоположение относительно разрабатываемого пласта и источника поступления воды, а также его мощность.

При этом есть существенная разница между геологической мощностью водоупорного слоя и мощностью ненарушаемой части этого слоя. Эта разница обнаруживается в результате анализа образования секущих трещин в массиве горных пород, представленной на рис 2.

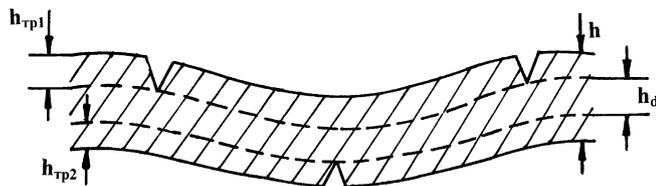


Рис2. Схема к определению мощности водоупорного слоя

$$h - h_{тр} \geq 0,2y,$$

где  $h$  – геологическая мощность водоупорного слоя, м;  $h_{тр}$  - глубина развития трещин в слое водоупора, м;  $y$  – остаточный напор, отсчитываемый от кровли разделяющего слоя водоупорных пород, м;  $h_d$  – мощность не нарушаемого слоя.

Т.е. эффективную мощность водозащитного слоя следует определять как разность между геологической мощностью водоупорного слоя и глубиной развития трещин в слое водоупора.

Практика ведения горных работ под водными объектами показала, что отработка запасов угля осуществляется в весьма широком диапазоне условий: от абсолютно безопасных до весьма опасных. Для своевременного выбора мер защиты выработок от затопления нами разработана классификация условий ведения горных работ под водными объектами. В качестве основного классификационного признака принята способность

подработанного массива пропускать воду, выраженная отношением  $\frac{M}{\eta_{\max}}$ , где  $M$  - расстояние от почвы водного объекта до кровли разрабатываемого пласта, м;  $\eta_{\max}$  - максимальное оседание (прогиб) слоя, м.

Еще одной важной задачей при освоении недр в районе влияния на водные объекты является вопрос подработки протяженных водных объектов.

Предложенный нашим Институтом способ позволяет существенно повысить эффективность отработки запасов и предотвратить негативные для окружающей среды последствия в виде осушения самого водного объекта, заболачивания окружающей местности и затопления горных выработок. Суть метода состоит в том, в предохранительном целике непосредственно под водным объектом отрабатывается лава, параметры которой рассчитываются по формуле таким образом, чтобы водный объект попадал в зону сжатия и в толще пород не образовывалось сквозных водопроводящих трещин, соединяющих водоем с горными выработками [3]. Другим направлением развития исследований в институте является разработка подхода, основанного на изучении условий развития магистральных трещин в подрабатываемом массиве пород при учете гидростатического давления воды в трещинах и природных горизонтальных боковых напряжений [4,5].

Сбалансированное состояние водных ресурсов как неотъемлемая часть гармонии недр ставит перед нами необходимость поиска новых решений, обеспечивающих безопасное освоение массива горных пород с учетом минимального влияния на водные объекты.

Вопрос сохранения баланса между внедрением человека в недра и состоянием этих недр является весьма важным, поскольку ставит человечество перед выбором дальнейшего пути развития: быть ли ему по-прежнему ориентированным на безграничный рост производства или этот рост должен быть согласован с реальными возможностями природной среды и

человеческого организма, соразмерен не только с ближайшими, но и с отдаленными целями социального развития.

Один из учителей Акжана Жаксынбековича Машанова - Петр Константинович Соболевский сказал о задачах горнорудного производства следующее: «Перед горнорудным производством ставится факт найденной в недрах Земли ценности и связанная с этим фактом задача извлечь эту ценность из недр, извлечь наиболее экономично, планомерно, быстро, с наименьшей затратой энергии, с наименьшими потерями вещества этой ценности, при соблюдении полной безопасности горных работ».

И только посредством применения экологически сбалансированных подходов при их освоении возможно решение общей задачи гармонии недр

### Список литературы

1. Трубецкой К.Н. Состояние и основные направления освоения ресурсов земных недр. Вестник высших учебных заведений. Геология и разведка. 2020; 63(3):С. 8—15.
2. Машанов А.Ж. Изучение структуры Акбастау-Космурынского рудного поля. – Алма-Ата: 1965. – С.18-21.
3. Способ рекультивации деформированием земной поверхности береговой зоны водных объектов. Трубецкой К.Н., Иофис М.А., Поставнин Б.Н., Грицков В.В., Митишова Н.А., Навитня А.А. Патент РФ RUS 2206749 10.04.2001.
4. Трубецкой К.Н., Иофис М.А., Милетенко И.В., Милетенко Н.А., Одинцев В.Н. Проблемы комплексного гидрогеологического и геомеханического техногенного воздействия на геосреду. В сб. Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. – С. 23-28.
5. Милетенко И.В., Милетенко Н.А., Одинцев В.Н. Новый геомеханический подход к прогнозу опасных гидрогеологических процессов при подземной разработке твердых полезных ископаемых // ГИАБ. – 2011. - №7 . – С.103-108

### Трубецкой К.Н., Милетенко Н.А., Федоров Е.В.

#### Жер қойнауы үйлесімінің міндетті компоненті ретінде жер ресурстарын экологиялық тұрғыдан игеруді қамтамасыз ету

**Аңдатпа.** Ғаламдық маңызды мәселе тұрғысынан тұщы су ресурстарын қорғаудың өзектілігі дәлелденген. Пайдалы қазбаларды игеру кезінде судың жерасты қазбаларына кіріп кету апатты салдарынан мысалдары келтірілген. Жер қойнауын игеру кезінде жерасты су нысандарын қорғау мәселелерін шешудің жолдары ұсынылған, олар жер үсті және жерасты көздерінен судың ашылуын болдырмауға және кен өндіру аймағында жер бетінің экологиялық тепе-теңдігін қамтамасыз етуге бағытталған.

**Түйінді сөздер:** жер қойнауының үйлесімі, ресурстарды игеру, гидрогеомеханика, су өткізбейтін қабат, сақтандыру кентірегі.

### Trubetskoy K.N., Miletenko N.A., Fedorov E.V.

#### Ensuring ecologically balanced development of resources of Earth as obligatory component of harmony of subsoil

**Annotation.** The relevance of protection of fresh water resources as a global all-planetary problem is proved. Examples of catastrophic consequences of breaks of water in the course of mining are given. The solutions of a task of protection of water objects at development of mineral resources of Earth directed to prevention of breaks of water from superficial and underground sources and providing ecological balance of the earth's surface around conducting mining operations are presented.

**Keywords:** harmony of subsoil, balanced development of resources, hydrogeomechanics, waterproof layer, safety

И.В. Шадрюнова<sup>1</sup>, Н.Б. Рыспанов<sup>2</sup>, Н.Н. Рыспанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В.Мельникова Российской академии наук (г. Москва, Россия)

<sup>2</sup>Национальная Академия Горных наук (г. Нурсултан, республика Казахстан)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЕЖАЛЫХ ЦИНКСОДЕРЖАЩИХ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

**Аннотация.** Обоснована необходимость переработки цинксодержащих хвостов. Систематизированы факторы, определяющие условия образования техногенных цинксодержащих отходов. Показано неравномерное распределение основных компонентов в объеме хвостохранилища. Предложена стратегия освоения техногенных месторождений.

**Ключевые слова:** отходы, хвосты, цинк, выщелачивание, кальцит.

Проблема комплексного освоения недр в общепринятом понимании заключается в максимальном извлечении учтенных запасов из недр, максимальном извлечении полезных компонентов из добытой руды и максимально возможном использовании отходов (вскрышных пород, хвостов обогащения).

Лежалые цинксодержащие хвосты флотационных фабрик относятся к опасным веществам 3 класса токсичности, что предопределяет эколого-социальную значимость их переработки.

В основе технологии обогащения цинковых и свинцово-цинковых руд традиционно лежат гравитация и флотация. Для доизвлечения цинка из хвостохранилищ требуется принципиально новый подход, обусловленный особенностями технологических свойств этого техногенного ресурса.

Рассматривая проблему доизвлечения цинка из лежалых хвостов обогатительных фабрик, мы базировались на принципиально новом, обоснованном в ИПКОН РАН,



Рисунок 1–Факторы, определяющие условия формирования техногенного цинксодержащего ресурса

понимание недр Земли, как многофункционального техногенно–изменяемого ресурса жизнедеятельности. Это даёт возможность обосновать целесообразность ресурсовоспроизводящих технологических решений, обеспечивающих комплексное освоение техногенного минерального ресурса, поддержание его хозяйственной полезности и экологической функции.

При санкционированном захоронении отходов (к которым относятся и лежалые хвосты фабрик) следует учитывать, что с появлением новых научно-технических и технологических решений отходы смогут быть утилизированы, поэтому такие захоронения следует рассматривать как техногенные месторождения полезных ископаемых («вторая геология»).

Старогодние хвостохранилища в структуре горно-обогачительного производства имеют существенные особенности:

- ❖ с точки зрения назначения – это геотехнические системы, обеспечивающие долговременное хранение горнопромышленных отходов;
- ❖ с экологических позиций – локальные источники длительного и интенсивного воздействия на окружающую среду, для которых характерно влияние на состояние всех геосферных оболочек планеты (недра, воздушный и водный бассейны, земная поверхность), а также флору и фауну;
- ❖ с геолого-промышленных позиций – вторичные минеральные ресурсы, требующие исследования для их использования и утилизации.

Нами систематизированы факторы, определяющие условия формирования техногенного цинксодержащего объекта (рис.1).

Месторождение «Акжал» известно с 1886 года (горнопромышленник Попов С.А.). Геологоразведочные работы в его пределах и ближайшей периферии периодически производились, начиная с 1935 года; свинцово-цинковое оруденение стратиформного типа, локализованное, в основном, в пачке массивных известняков.

Месторождение разрабатывается открытым способом с 1951 года. Руды комплексные, основные компоненты: цинк и свинец; попутные – серебро и кадмий. Химический состав руд глубоких горизонтов Центрального и Восточного участков месторождения Акжал: цинк – 3,9-4,4%, свинец – 1,9-2,1%. Цинк, в основном в руде представлен сфалеритом, свинец галенитом. Рядовые руды помимо собственно рудных минералов сложены в основном кальцитом  $\text{CaCO}_3$  – минералом мягким, химически неустойчивым, особенно в водных средах.

По текущей геологической документации за все время отработки месторождения Акжал на места складирования твердых минеральных отходов (ТМО) размещено следующее количество материалов (таблица 1), причем размещались хвосты гравитации, флотации и цехов предварительного обогащения отдельно.

Наибольшими запасами по цинку отмечается участок «Осушенные хвосты нового хвостохранилища».

Для оценки равномерности распределения металлов по глубине и простиранию было отобрано 17 проб из 6 скважин, пробуренных на новом хвостохранилище (осушенные хвосты). Исследования проводились на рентгенофлуоресцентном спектрометре «NitonXL»\*.

Таблица 1 –Запасы хвостохранилищ, накопленных при переработке руд месторождения Акжал в период 1956-2018 гг.

Наименование техногенного объекта	Запасы, т	Содержание, %	
		б	п
Старое хвостохранилище	6436921,639	0,11	0,80
Осушенные хвосты нового хвостохранилища	21892378,54	0,06	0,45
Обводненные хвосты нового хвостохранилища	7420806,000	0,04	0,31

Хвосты предварительного обогащения 1968-1986 гг.	2524005	0,09	0,87
Хвосты предварительного обогащения 2001-2018 гг.	3758593,000	0,05	0,29

Анализ таблицы показывает, что распределение металлов неравномерно. Содержание цинка изменяется от 0,2% до 0.53%. Поскольку в состав сфалерита входит кадмий, следует следить за распределением кадмия в этой системе.

Определенный коммерческий интерес вызывает Титан, содержание которого в хвостах флотации составило 0,3-0,6 %. Повышенное содержание титана в хвостах объясняется, по-видимому, тем, что титан, не флотируясь, сконцентрировался в хвостах флотации.

Содержание остальных измеренных металлов не представляет коммерческого интереса.

Утилизацию данного месторождения, возможно, вести поэтапно:

❖ скважинное выщелачивание цинка, титана, золота при условии подбора эффективного неокислительного растворителя;

использование кальцита и кварца как основных компонентов хвостохранилища в производстве строительных материалов

Таблица 2–Массовая доля металлов в пробах Нового хвостохранилища, отобранных на различной глубине

№ скв	Массовая доля металлов в пробах, %												
	Co	Zn	Mn	Pb	Fe	Cr	Ag	Ti	Cd	Cu	Au	Sr	Ni
1/1	-	0,375	0,183	0,070	0,743	0,113	0,464	-	-	-	-	0,100	-
1/2	-	0,351	-	0,280	1,110	-	-	0,340	-	-	-	-	-
2/1	-	0,446	0,176	0,064	1,330	0,140	-	0,640	-	-	-	0,090	-
3/1	0,014	0,386	0,175	0,058	0,880	0,109	-	0,570	0,002	-	0,002	-	-
3/2	0,013	0,496	0,142	0,034	0,786	0,071	-	-	0,003	-	0,002	-	-
3/3	-	0,508	0,190	0,112	0,760	0,144	-	0,560	-	-	0,002	-	-
3/4	-	0,349	0,186	0,060	0,987	0,079	-	0,460	-	-	-	0,080	-
4/1	-	0,290	0,183	0,050	0,430	0,103	-	-	-	-	0,002	0,090	0,039
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4/2	0,020	0,530	0,192	0,077	1,300	-	-	-	-	-	-	-	-
4/3	-	0,260	0,180	0,057	0,74	0,120	-	-	-	-	-	-	-
4/4	-	0,416	0,177	0,062	0,677	0,101	-	-	0,002	-	0,002	0,108	-
5/1	-	0,294	0,204	0,040	0,905	0,119	-	0,570	-	-	0,002	-	0,040
5/2	-	0,207	0,157	0,070	0,600	0,087	-	0,282	-	-	0,001	-	-
5/3	-	0,267	0,172	0,068	0,645	0,111	0,420	-	0,002	-	-	-	-
6/1	-	0,397	0,220	0,051	1,850	0,119	-	0,352	0,002	-	0,003	-	-
6/2	-	0,351	-	0,064	-	-	-	-	0,002	-	0,002	-	-
6/3	-	0,355	0,176	0,111	0,880	0,136	-	0,523	-	-	-	0,010	-
Среднее	0,016	0,360	0,199	0,078	0,780	0,111	0,442	0,477	0,002	-	0,002	0,070	0,039

Сокращение горнопромышленных отходов в регионе – задача выживания поколений. Задача очистки воды и воздуха. Получение дополнительной продукции в виде цинкового купороса, медно-кадмиевого кека и карбонатных строительных материалов обеспечит экономическую часть этого экологического проекта.

\*Замеры проводил специалист по экспрессным анализаторам Thermo NITON для геологических и металлургических проб ТОО "CCSServices - CentralAsia"

## Литература

1. Чантурия В.А., Макаров В.Н., Макаров Д.В. Экологические и технологические проблемы переработки техногенного сульфидсодержащего сырья. Апатиты:КНЦ РАН, 2005. 218 с.
2. Худoley В.В., Мизгирев И.В. Экологически опасные факторы. С.-Пь, Банк Петровский, 1996.
3. Рыспанов Н.Б., Пирматов Э.А., Федянин Ю.В., Рыспанов Н.Н., Кузнецов В.П., Мукушева А.С. Исследование процесса выщелачивания полезных компонентов из хвостов флотационной фабрики. Международная Конференция «Физико-химическая геотехнология», 2020 г., Чита

### **И.В. Шадрuнова, Н.Б. Рыспанов, Н.Н. Рыспанов**

#### **Құрамында мырыш бар жатқан байыту қалдықтарын қайта өңдеудің экологиялық негіздері**

**Аңдатпа.** Қажеттілігін негіздеген қайта өңдеу мырыш қалдықтары. Құрамында мырыш бар техногендік қалдықтардың пайда болу жағдайларын анықтайтын факторлар жүйеленген. Қалдық қоймасының көлемінде негізгі компоненттердің біркелкі бөлінбеуі көрсетілген. Техногендік кен орындарын игеру стратегиясы ұсынылды.

**Түйінді сөздер:** қалдықтар, мырыш, шаймалау, кальцит.

### **I. V. Shadrunova, N. B. Ryspanov, N. N. Ryspanov**

#### **Ecological grounds for processing stale zinc-containing enrichment tailings**

**Annotation.** The necessity of processing zinc-containing tailings is substantiated. The factors that determine the conditions for the formation of man-made zinc-containing waste are systematized. The uneven distribution of the main components in the tailings storage volume is shown. A strategy for the development of technogenic deposits is proposed.

**Keywords:** waste, tailings, zinc, leaching, calcite.

**СЕКЦИЯ «ПОВЫШЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ И  
ВОСПОЛНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ  
КАЗАХСТАН»**

УДК 553.32

**Н.Т. Абенова**

*Ғылыми жетекші - А.А. Жүнісов – геол.минералогия ғылымдарының кандидаты  
Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы  
[temirgalievna.n@mail.ru](mailto:temirgalievna.n@mail.ru), [zhunussov44@mail.ru](mailto:zhunussov44@mail.ru)*

**КВАРЦ-ГЕМАТИТ-МАНГАНОКАЛЬЦИТ-МАНГАНИТ-БРАУНИТ ТИПТІ ҚАРАТАС  
КЕНОРНЫ**

***Аңдатпа.** Мақалада Қаратас марганец кенорнының кен денелерінің заттық құрамы келтірілген. Темірлі-марганецті кеннің негізгі минералдары – гематит, манганокальцит, браунит, гаусманит. Кенді минералдардың пайда болу реттілігі және олардың комплекстілігі баяндалған.*

***Түйін сөздер:** кен денелері, Қаратас кенорны, кенді горизонттар, жоғарғы девон, сфалерит, гематит, магнетит, браунит, гаусманит, маггемит*

Қаратас кенорны құрылымдық жағынан Ақжол синклинінің батыс қанатында герциндік Шоғырлы және Қаракеңгір ойысының қиылысында орналасқан.

Кенорынның геологиялық құрылысы қызыл түсті аркозды-конгломератты қабаттың таужыныстарымен және жоғарғы девон мен төменгі карбонның әктастарымен сипатталады. Қатпарлы құрылымдары жайдақ еңісті симметриялы. Кейбір жерлерде жеке кішкентай қосымша қатпарлар да байқалады. Кендену жоғарғы девонның фамен ярусының терригенді-карбонатты және карбонатты-кремнийлі таужыныстарымен байланысты қалыптасқан. Геологиялық құрылысы ортаңғы-жоғарғы девонның жақсықон сериясындағы қызыл түсті қабатындағы конгломераттар мен аркозды құмтастары үстінде орналасқан.

1) Фамен ярусының қызыл түсті кремнийлі-алевролитті-сазды таужыныстары жатыр. Олармен созылу және құлау бағыты бойынша жиналған берік емес және тез сүйірленетін марганецті рудалардың тасберіштері байланысты (m-60 м);

2) Сұр әктастар, кесектелген, пелитоморфты, массивті қалың тақталы әктастардың қабатшаларымен (m-60м);

3) Күлді туфтардың жұқа қабатшаларымен бірге алевролитті-сазды таужыныстар, тақтатастар, төменгі бөлігінде марганецті және темірлі рудалардың қабаттарымен бірге кварциттер және жоғарғы бөлігінде темірлі яшмокварциттердің қабаттары (30-40 м) және жалпы қалыңдығы 180м жететін сазды, кремнийлі мен органогенді әктастардың орналасуымен ерекшеленеді.

Палеозой таужыныстарындағы мору қыртысының қалыңдығы бірнеше метрден 60 метрге дейін ауытқиды. Кенорын аумағында алевролиттермен, ақ, сары, қызыл түсті сазды таужыныстармен, сазды-кремнийлі тақтатастармен, силицит және әктастармен бірге екі кенді горизонт анықталған. Төменгі кенді горизонтта (қалыңдығы 50-60 м) созылуы және құлауы бойынша берік және аз қалыңдықты (0,1 – 0,08 м) линза тәрізді денелер, шоғырлар және марганецті рудалардың тасберіштері бекітілген. Осы горизонттың жоғарғы бөлігінде қалыңдығы 0,4 – 0,7 м болатын қошқыл теміртастардың қабатшалары жатыр. Жоғарғы рудалы горизонтта (қалыңдығы 80 м) марганецті және темірлі рудалардың 4 қабаты байқалған. Марганецті рудалар псиломелан-браунитті, тығыз, тасберіштілі. Псиломелан барлық рудалық массаның 80-90% құрайды, колломорфты құрылысты, әдетте рудалы емес

минералдардың түйірлерін цементтейді. Пирролюзит псиломеланның арасында сирек ұсақ түйірлер және жұқа желішелер, рудалы емес минералдардың (кварц) жан-жағында және шекарасында вернадитпен бірге көмкермелер (0,01-0,2 мм) түрінде кездеседі. Браунит псиломеланның құрамында ұшырасады және пирролюзит бойынша дамиды. Вернадит псиломеланның арасында сілтісіздендіру ұшықтарында кездеседі. Руданың құрылымы цементті, колломорфты, ұяшықты; браунит болса, түйірлі. Псиломелан-браунитті рудалардағы марганецтің мөлшері 17-ден 47% дейін ауытқиды, темір – 0,2-13%.

Кенорынның генезисі жайлы әртүрлі пікірлер болды. И.С. Яговкин, Қ.И. Сәтбаев, Н.П. Воронов гидротермалық, ал Е.А. Немов шөгінді типіне жатқызды. Ал кейіннен дәлдікті зерттеу жүргізген Т.Г. Каймирасова, 1971 оның гидротермалық-шөгіндіге жататындығын дәлелдеді. Оған мынадай фактілер дәлел болмақ:

1. Кенденудің стратификацияланған теңіздік кремнийлі-карбонатты фамен ярусында қалыптасуы;
2. Марганецті мен темірлі пластылы кендерінің кеңістікте бірге орналасуы;
3. Кен мен сыйыстырушы жыныстардың құрылымдық-бітімдік ерекшеліктерінің бірегейлігі;
4. Шөгінді жыныстар арасында вулканогенді түзілімдердің кездесуі.

#### **Әдебиет**

1. Каюпова М.М. Минералогия железных и марганцевых руд Западного Атасу (Центральный Казахстан). Алма-Ата, «Наука», 1974.
3. Каюпова М.М. Минералогия железных и марганцевых руд. В кн. Геология и металлогения Успенской тектонической зоны, Т.2. Алма-Ата: Наука, 1967. – 232с.
4. Металлогения Казахстана. Рудные формации месторождения руд железа и марганца. АлмаАта, «Наука» Каз.ССР, 1982

**Н.Т. Абенова, А.А. Жүнісов**

#### **Кварц-гематит-манганокальцит-манганит-браунитовый тип месторождения Каратас**

**Аннотация.** В статье приведены вещественный состав руд месторождения Каратас. Основные минералы марганцевых и железных руд - гематит, манганокальцит, браунит, гаусманит. Описана последовательность образования рудных минералов, их сложность и комплексный характер состава руд.

**Ключевые слова:** рудные тела, месторождение Каратас, рудные горизонты, верхний девон, сфалерит, гематит, магнетит, браунит, гаусманит, маггемит.

**N.T. Abenova, A.A. Zhunussov**

#### **Quartz-hematite-manganocalcite-manganite-brownite type of the Karatas deposit**

**Abstract.** The article presents the material composition of the ores of the Karatas deposit. The main minerals of manganese and iron ores are hematite, manganocalcite, brownite and hausmanite. The sequence of formation of ore minerals, their complexity and complex nature of the composition of ores are described.

**Keywords:** ore bodies, Karatas deposit, ore horizons, upper Devonian, sphalerite, hematite, magnetite, brownite, hausmanite, maghemite.

УДК 549.3/5

**Е.Н. Адай**

*Ғылым жетекшісі А.А. Жунусов - геология-минералогия ғылымдарының кандидаты*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[aday.98.98@mail.ru](mailto:aday.98.98@mail.ru)

## **МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА РУД КУМДЫКОЛЬКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Аннотация.** В результате детальных исследований железорудных проявлений Центрального Казахстана выделена самостоятельная Ерейментауская железорудная зона.

*Наиболее крупным железорудным объектом здесь является Кумдыкольского месторождение, приуроченный к терригенно-кремнистым толщам акдымской серии кембрий-нижнеордовикского возраста. В статье приводятся некоторые особенности минералогического состава руд Кумдыкольского месторождения.*

**Ключевые слова:** свита, железо–марганцевые руды, кварциты, сульфиды, тектонические нарушения, акдымская серия.

### **Введение**

Кумдыкольское месторождение расположена в 47 км к юго-востоку от рудника Бестобе. Она разведывалась в три этапа в 1952–1953 гг, 1962 и 1981–1983 гг (Алексеевский, 1953; Изотова, 1963; Седач, 1983). Месторождение расположено в северо-восточном крыле Ерейментау-Ниязского антиклинория и залегают среди кварцитов акдымской серии, слагающих ядро антиклинальной складки, осложненной более мелкой складчатостью. Простираение пород и руд аномальной зоны северо–восточное, падение на юго-восток под углами 50–80°. Вмещающие кварциты содержит линзы доломитизированных известняков и эффузивов базальтового состава. Преимущественное развитие кварцитов в составе серии свое время позволило назвать его кварцевой.

По возрасту, типу пород, характеру разрезов акдымская серия Ерейментау-Ниязского антиклинория сопоставляется с кремнисто-терригенным комплексом Атасуйского антиклинория.

В составе серии выделяются вулканогенно-карбонатно-кремнистая и терригенно-кремнистая и кремнистая формации. Эти формации в пределах месторождения сложены кремнистыми сланцами, фтанитами, микрокварцитами, яшмами, алевролитами, аргиллитами.

Кварциты прорваны гранитоидами Койтасского массива. Вмещающие породы в контакте с интрузивом изменены с образованием ороговикованных кварцитов, амфибольных пород, гранат-пироксеновых скарнов.

Кварциты состоят главным образом из зерен аутигенного кварца, меньше халцедона и рудного минерала. Последние представлены обычно тонкорассеянными агрегатами гематита и магнетита в кварцевой массе, содержание которых увеличивается с глубиной. В зависимости от густоты этого рассеяния кварциты принимают окраску от темно-серого до серого. Из вторичных минералов кроме жильного кварца, встречены кальцит, серицит, мусковит, хлорит.

Фтаниты в виде небольших горизонтов отмечены среди кварцитов. Внешне они черные массивные, изредко тонкослоистые породы. Характеризуются исключительной однородностью состава, микрослоистым сложением и черной окраской.

Известняки отмечены в виде небольших прослоев среди кварцитов. Мощность их от первых десятков сантиметров до 1 м. Зачастую это доломитизированные известняки серого, желтовато-серого цветов, среднезернистые, кристаллическозернистые. По ним развиваются скарны гранат-пироксенового состава и амфиболовые породы, имеющие мелко- и среднезернистые строения.

Микроскопически выявлены серицит-биотит-кремнистые и кремнисто-биотитовые микросланцы широко распространенные в Центральной части месторождения.

Аргиллиты отмечены к юго-западной и центральной части месторождения в виде пластовых тел, перемежающихся с рудными телами. Мощность их доходит до 70-100 м.

### **Морфология и условия залегания рудных тел**

На месторождении руды отмечены в виде сближенных пластов- и линзообразных тел, залегающих согласно с вмещающими их терригенно-кремнистыми образованиями. Простираение их субмеридиональное, северо-восточное, которое дугообразно окаймляет интрузивное тело. Падение на восток, юго-восток под углами 30 - 80°. В плане они представляют собой пластообразные тела с многочисленными раздувами и пережимами. В некоторых местах рудные залежи имеют вид штокверковые. Протяженность их от первых

десятков метров до 1300 м, при ширине до 150 м. На глубину руды прослежены до 500 м.

Железные руды Кумдыкольского месторождения разнообразны по минеральному составу и текстурно-структурным особенностям. Выделены массивные, пятнистые, слоистые, брекчиевидные и конкреционные руды, где резко преобладают первые две. По минеральному они делятся на гематитовые, магнетитовые, пирротиновые.

Преобладающими их минеральными типами являются кварц-гематит-магнетитовые, кварц-магнетит-гематитовые и амфибол-гранат-магнетитовые. Отмечены линзы массивных гематит-магнетитовых и магнетит-гематитовых руд без примесей кварца. В рудах в том или ином количестве отмечаются карбонаты, хлорит, биотит, флюорит, а также сульфиды-пирит и халькопирит.

Содержания железа колеблются от 15 до 58%, в среднем 23,78 марганца от долей процента до 28%, в среднем 4,07%.

Руды Кумдыкольского месторождения являются комплексными. Наряду с железом выявлены промышленно интересные содержания марганца и меди. В рудовмещающей толще также отмечено повышенное содержание цинка.

По минералогическому составу железисто-марганцево-кремнистые породы можно подразделять на марганцевые, железомарганцевые и марганецсодержащие, которые имеют весьма неравномерные распространения и разнообразный вещественный состав.

Характерными особенностями для марганцевых и железо-марганцевых руд Кумдыколя являются брекчиевидная, прожилковая и полосчатая текстура, обусловленная перераспределением рудного вещества при контактовом метаморфизме. Руды довольно плотные, часто встречаются неравномерно полосчатые. Среди них выделяются микро-, грубо- и неяснополосчатые разновидности. Прожилковые руды с хорошо выраженной зернистостью, мелко- и среднезернистые.

Марганцевые и железо-марганцевые руды в зависимости от минерального состава рудных “прослоек” подразделяются на спессартин-пироксмангитовые, спессартин-родонитовые, грюнерит-хлорит-спессартиновые с включениями бустамита, якобсита, родохрозита, тефроита, а также минералов железо-гематита и магнетита. Рудные прослойки содержащие  $MnO < 20\%$  имеют различные мощности от нескольких мм до 3-7 см. Окраска их в прожилках бледнорозовая, розовая, а в сплошной массе темно-коричневая, черная.

Сульфиды меди на месторождении образуют маломощные (до 1 м) тела.

Отличительным для Кумдыкольского месторождения является присутствие в довольно значительном количестве силиката марганца- пироксмангита, который раньше принимались за родонит.

### **Минеральный состав руд**

Главным рудным минералом является гематит, меньше мантит и магнетит. Нерудные минералы представлены кварцем, серицитом, в меньших количествах альбитом, хлоритом.

Гематит является одним из главных рудных минералов, где он составляет 90-98%, коэффициент окисления = 30-72%. Минерал представлен несколькими разновидностями: I – дисперсный гематит; II – тонко- и короткопластинчатый гематит; III – пластинчатый гематит.

Гематит I – является одним из ранних минералов. Дисперсный гематит отмечается в виде точечных включений в более крупных зернах кварца, а местами сгущаясь образует хлопьевидные агрегаты более или менее изометричной формы. Размер выделений – тысячные и десятитысячные доли миллиметра. Форма зерен округлая, иногда тонкочешуйчатая.

Гематит II – также широко распространен в гематит-магнетитовых и гематитовых рудах месторождений. Характерным является соотношение количества и магнетита и гематита: содержание магнетита от единичных зерен отмеченных в ассоциации с гематитом I разновидности здесь возрастает до первых десятков процента. Вместе с ним отмечается

более раскристаллизованный кварц, тонкочешуйчатый серицит, хлорит. Форма зерен пластинчатая, (рисунок – 1), размер их колеблется от 0,001x0,02 до 0,05x0,1 мм. Кристаллы гематита гипидиоморфные и идиоморфные. Часто они расположены субпараллельно и ориентированы вдоль полосчатости.

Гематит III – отличается от предыдущего большим размером пластинок. Довольно крупные пластинчатые агрегаты гематита образует решетчатое строение. В межзерновое пространство гематита заполнены чаще кварцем.

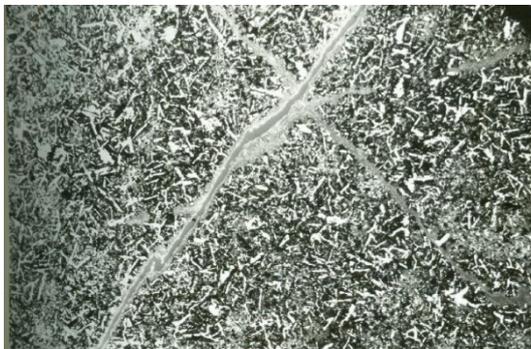


Рисунок 1 - Гематит II разновидности. Аншлиф, ув. 100

Пирротин - это минерал, сульфид железа. Участки пирротинизированных пород составляет около 70%. Минерал образует причудливые зигзаги, мелкие складки в виде слоеного пирога (рисунок – 2). Зерна его пластинчатые, червеобразные с размерами до 1,2x10 мм.

Пироксмангит  $Mn, Fe(SiO_3)$  – силикат марганца и железа довольно редко встречающиеся в месторождения СНГ. Минерал обнаружен в процессе геолого-петрографического изучения Кумдыкольского марганцево-железородного месторождения, среди кремнисто-терригенных образований [3].

Пироксмангит образуют прожилки и линзочки в аргилито-кварцевой толще. Мощность их от нескольких мм до 8-10 см (рисунок – 3). Минерал чаще ассоциирует с родонитом, спессартином и кальцитом. Цвет его кристаллически-зернистых агрегатов бледно-розовый, розовый. Под микроскопом удлиненно-призматические пластинчатые зерна пироксмангита обладают совершенной спайностью по (001). В шлифе он бесцветен, двупреломление от серого до желтого. Удельный вес пироксмангита, определен методом гидростатического взвешивания, равен 3,68.



Рисунок 2 - Выделение пирротина в кварцевой массе



Рисунок 3 - Выделение пироксмангита (светлое) среди кварцевой массы

### Заклучение

Таким образом, руды Кумдыкольского месторождения являются комплексными. Наряду с железом выявлены промышленно интересные содержания марганца и меди. В рудовмещающей толще также отмечено повышенное содержание цинка.

### Литература

1. Борукаев Р. А. Допалеозой и нижний палеозой северо-востока Центрального Казахстана (Сары Арка). - М.: Госгеолтехиздат, 1955
2. Жунусов А. А. «Маргенцово-железисто-кремнистая формация Казахстана». Труд Всесоюз.: Совещания Львов, 1986
3. Жунусов А.А., Панкратова Н. Л., Полякова Т.П., Тасов Б.М. Пироксомангит из Кумдыкольского месторождения (Ерейментау-Ниязский антиклинорий)., Изв. АН КазССР, серия геол. №1. 1987

**Y.N. Aday, A.A. Zhunusov**

#### **Mineralogical features of the ore composition of the Kumdykol deposit**

**Abstract.** In recent years, because of a detailed study of the iron ore manifestations of Central Kazakhstan, an independent Yereymentau iron ore zone has been identified. The largest iron ore deposit here is the Kumdykol deposit, which is confined to the terrigenous-silicon layers of the Akdym series of the Cambrian-Lower ordovician age. This article presents mineralogical studies of the ores of the Kumdykol deposit.

**Keywords:** formation, iron-manganese ores, quartzite, sulfides, tectonic disturbances.

**Е.Н. Адай, А.А. Жунусов**

#### **Құмдықөл кеуорнының кендерінің минералогиялық ерекшеліктері**

**Андатпа.** Соңғы жылдары Орталық Қазақстанның темір кендерін нақты зерттеулердің нәтижесінде Ерейментау темір кен аумағы анықталды. Ерейментау темір кен аумағында ең үлкен темір кен объектісі Құмдықөл кер орны болып табылады. Бұл кен орны кембрий-төменгі ордовик жасындағы акдым сериясының терригенді-кремний қабаттарымен ұштасқан. Бұл мақалада Құмдықөл кен орнының минерологиялық зерттеуі келтірілген.

**Түйін сөздер:** кен қабаттары, темір-марганец кендері, кварцит, сульфидтер, тектоникалық бұзылыстар.

УДК 553.46

**А.Ж. Алпысбай**

*Ғылыми жетекші – М.Н. Коккузова, техникалық ғылымдар магистрі, тьютор  
Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы  
[alpysbai.a1608@mail.ru](mailto:alpysbai.a1608@mail.ru)*

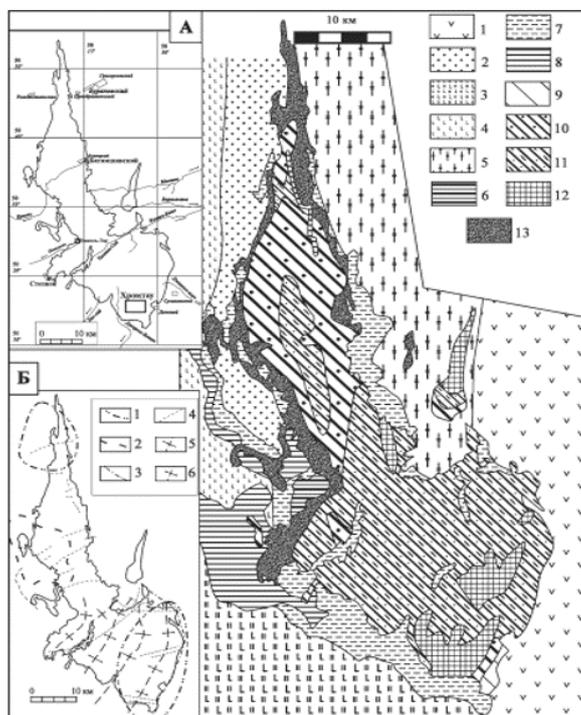
### **КЕМПІРСАЙ МАССИВІНІҢ ПЕТРОГРАФИЯЛЫҚ ЖӘНЕ МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

**Аңдатпа.** Кемпірсай массиві Қазақстан аумағындағы жоғары сапалы хромит кендерінің жалғыз көзі болып табылады. Мақалада массивтің геологиялық құрылысының және оны түзуші таужыныстардың қысқаша сипаттамасы берілген. Петрогендік және рудалық минералдарға жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** Кемпірсай массиві, дуниттер, хромит, гарцбургиттер, серпентиндену, таужыныстар.

Кемпірсай ультранегізді массиві Кемпірсай антиклинорийі шегінде, Орталық Орал мегаантиклинорийін - Мұғалжардың негізгі хромитті құрылымдық-құрылыстық аймағын - Батыс-Мұғалжар мегасинклинийінен бөлетін негізгі орал жарылымы аймағында орналасқан. Оның Негізгі рудалы алаңы болып табылатын оңтүстік-шығыс бөлігі хромиттің ерекше құрамына ие, онда хромиттің барлық өндірістік қорлары шоғырланған. Массив солтүстікте ені 1 км, оңтүстік бөлігінде 50 км-ге дейін меридиан бағытта 80 км-ге созылған. Массивтің ауданы геофизикалық мәліметтер бойынша 1200 км<sup>2</sup> құрайды. Кемпірсай массиві ауданында барлығы 160-тан астам кен орындары, рудабілінімдері және хромитті минералдану нүктелері анықталған [1, 2].

Кемпірсай ультранегізді массиві Оңтүстік Оралдағы, оның эрозиялық қимада шығу алаңы 900 км<sup>2</sup> астам. Эрозиялық кескінде Кемпірсай массиві солтүстік, солтүстік-батыс – оңтүстік, оңтүстік-шығыс бағытта созылып, солтүстігінде тарылып, оңтүстігіне қарай кеңейеді. Оның пішінінің ерекшеліктерін зерттеу, негізінен геофизикалық әдістер арқылы 1940-60 жылдары жүргізілген. Магниттік және гравиметрлік өрістердің интерпретациясына сәйкес, массивтің сыйыстырушы таужыныстармен жапсарласқандығы анықталған, және олар біртұтас денені құрайды. Гипербазиттер әлсіз магнит өрісімен сипатталады, бұл олардағы ілмекті  $\alpha$  лизардиттің пайда болуымен төмен температуралы серпентиндену басым болуымен байланысты. Массив солтүстік және орталық бөліктерінде геофизикалық деректер бойынша 800-1000 м қалыңдықты құрайды, жапсарлар негізінен батысқа қарай бағытталған [3].



Сурет 1 - Кемпірсай массиві геологиялық құрылысының сұлбасы [3]

1 - суреттің шартты белгілері: 1 - дифференциалданбаған қатарлардың базальттары (S-D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>), флишоидтар мен олиостромдар (D<sub>3</sub>-C<sub>1</sub>), 2-жанартаутектік таужыныстар, базальт андезит риодациттік қатар, граувакты, фтанитті және карбонатты формациялар (Pz<sub>1-2</sub>), 3 - фтанит пен кремнийлі сазды түзілімдердің жыныстық бөлімдері енген дифференциалданбаған жанартаутектік таужыныстары және базальт - андезит - риодацит

қатары ( $Pz_{1-2}$ ), 4 - фтанигтік линзалары бар толейиттік базальттардың жастық лавалары ( $O_2$ ), 5 - жанартаутектік таужыныстары базальт андезитті риодацит қатары, көміртекті-силицитті және граувактық түзілімдер ( $V, Pz_{1-2}$ ), 6 - шандашин формациясындағы диабазалардың параллельді дайқалары мен габброидтардың кешені, 7 - амфиболиттер, 8 - кокпекті массивінің габброидтары, 9 - басым лерцолиттер, 10 - бағынышты жолақ тәрізді дунит денелері бар гарцбургит, 11 - дунит гарцбургитті жолақты кешен, 12 - дунит гарцбургитті кешен дунит басым, 13 - тақталған серпентиниттер.

Массив түзуші таужыныстардың минералдық және таужыныстардың пішіндік ерекшеліктеріне байланысты негізгі екі топқа біріктірілген:

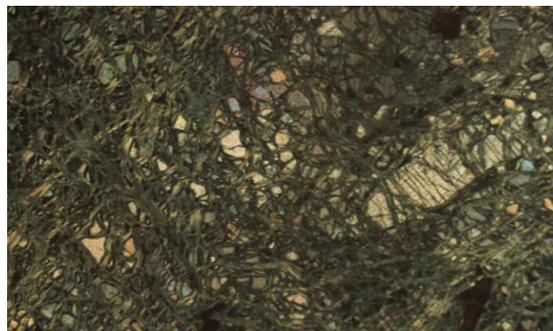
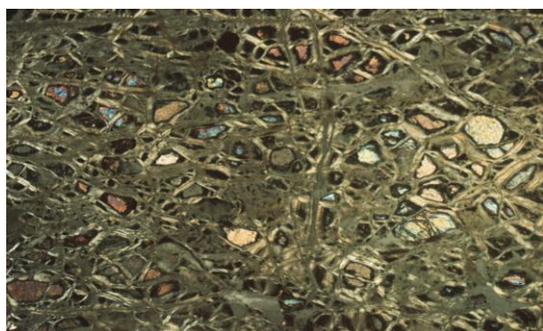
1. перидотиттер – лерцолиттер, амфиболды перидотиттер, порфирлі гарцбургиттер, жолақты гарцбургиттер, верлиттер; дуниттер, энстатитті дуниттер; сульфидті дуниттер, оливиниттер; сосюриттенген және амфиболиттенген форелленштейндер (троктолиттер) және пироксенді габбро; хромитті дуниттер, әртүрлі құрамды хромитті рудалар. Жоғарыда аталған таужыныстардың бастапқы минералдық құрамы сақталмай, серпентиниттер толық түзілгенге дейін әр-түрлі дәрежеде өзгеріске ұшыраған.

2. ультранегізді магманың дайқалық таужыныстары (желілік) – бронзититтер, актинолититтер, горнблендиттер, сульфокұрамды диопсидиттер және вебстерититтер; габбролық дайқалық жыныстар – габбро-диабаздар, оливинді нориттер, сондай-ақ шартты түрде осы топқа кіретін плагиоклазиттер. Массивтің негізгі массасы гарцбургиттерден тұрады. Басқа барлық түрлестері, соның ішінде дуниттер де қосалқы мөлшерде кездеседі.

Кемпірсай массивін құрайтын гарцбургиттер, лерцолиттер, верлиттер және ультрабазиттердің басқа түрлері - толық кристалды болып келеді. Массив түзуші негізгі таужыныстардың түсі қара-жасыл, қошқыл-қаралау түсті болады. Жер бетіне шыққан кезде олар әдетте біршама ашық түске ауысып, ашық қоңыр немесе қоңыр-сары түске ие болады. Серпентиндену дәрежесіне қарамастан, осы таужыныстарының моруға ұшыраған беттерінде пироксен түйірлерінің, хромшпинелидтердің және басқа минералдардың таралу ерекшеліктері мен пішіні жақсы байқалады (сур. 2) [4].

Дунит бойынша дамыған серпентиннен реликті оливин түйірлерінен және кеннен тұрады, таужынысқа ілмекті құрылымға (сур. 2а). Серпентин талшықты (хризотил) және пластина (бастит) түрде кездеседі. Хризотил серпентинделген оливин түйірлерімен, көбінесе қара кенді минералмен толтырылған тор түзеді. Пластиналы серпентин өте сирек кездеседі, ортопироксен бойынша дамиды. Серпентин түссіз немесе әлсіз қоңыр түсті, ал интерференция түстері сары немесе сұр.

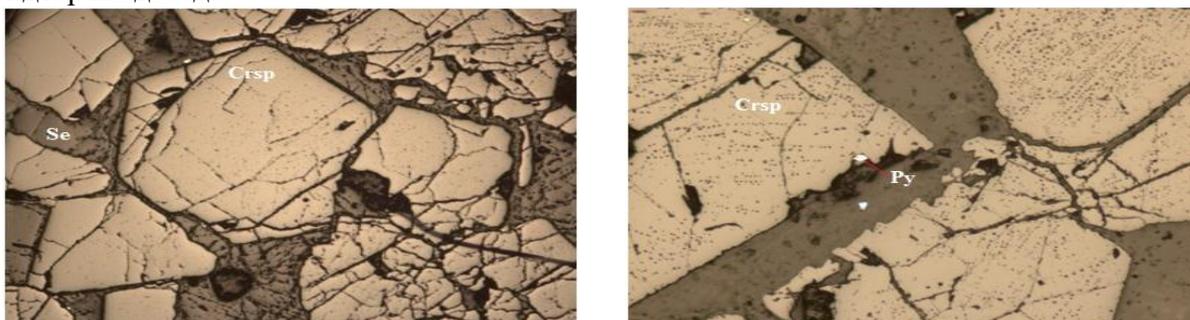
Перидотит бойынша серпентин (хризотил) оливин, пироксен және кен минералынан тұрады, құрылымы ілмекті болып келеді(сур.2б). Серпентин жұқа талшықты-торлы және әр түрлі бұрыштармен қиылысатын жолақтар түрінде дамыған, интерференция түстері ашық сұр және сұр. Оливин торлар ішінде ұсақ изометриялық немесе бұрыс пішінді түйірлерді түзеді, интерференция түстері жоғары. Оливиннен басқа, торлар қара кен минералымен толтырылған. Ромбылық пироксен салыстырмалы ірі (0,5 мм-ге дейін), жарықшақталған пластина түйірлі түрінде аз мөлшерде байқалады.



Сурет 2 - Дунит бойынша дамыған серпентин, ұсақ түйірлі реликті оливин (а), перидотит бойынша дамыған серпентин реликті минералдар пироксен, оливин (б), ұлғ. 4

Таужыныс құрамындағы рудалы минерал - хромиттің түсі кара-сұрдан қараға дейін, құрылымы нодулярлы, бітімі шомбал, негізінен орташа жарықшақтанған. Петрогендік минералдардың басым бөлігі орташа және сирек сеппелі кенмен алмастырылатын тұтас және тығыз сеппелі кеннен тұрады. Макроскопиялық тұрғыдан қарағанда хром кені тығыз сеппелі кенде қара түсті, ал сирек және нашар сеппелі кенде жасыл-сұр түсті болып келеді. Хром кенінің минералдық құрамы қарапайым. Таужыныс рудалы хромшпинелидтерден және оливиннен тұрады, негізінен серпентин оливин бойынша дамиды (сур. 3) [1].

Руда түзетін негізгі минерал - хромшпинелид, темір минералдары - магнетит пен гидрооксидтердің аз мөлшері бар. Сонымен қатар, аз мөлшерде руда құрамында хром, сульфидтер кездеседі.



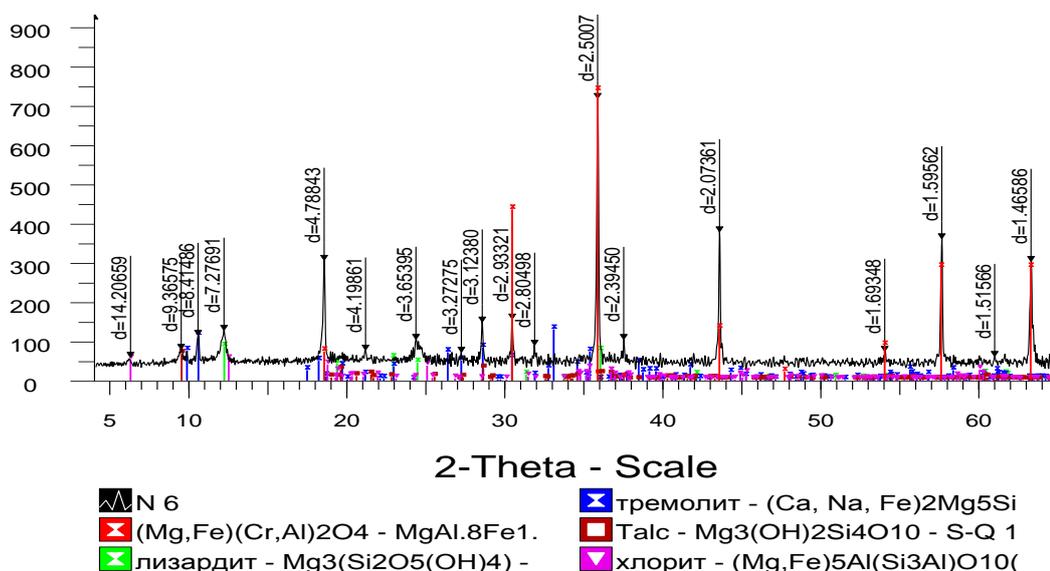
Сурет 3 – Аншлиф №6, хромшпинелид (кара түсті), серпентин (жасыл түсті) арқауында (а), ұлғ. 40, хромшпинелид түйірінің (Crsp) шекарасында, пириттің (Py) кристал түйірлері (б), ұлғ. 100.

Кемпірсай кенді массивінен алынған руданың құрамы хромшпинелидтер (магнезиохромит) (21%) мен оливин бойынша пайда болған серпентиннен тұрады (30%). Негізгі рудалық минерал – хромшпинелид (магнезиохромит) (сур. 2). Микроскоптық талдау барысында пириттің қиғаш кескіндегі түйірлері кездеседі (сур.3 б), өлшемі - 0,02 мм дейін.

Рентгендікдифрактометрлік талдау нәтижесі бойынша таужыныстың құрамында хромшпинелидтен бөлек лизардит (17,8%), және басқа да силикат минералдары (серпентин тобының минералдары) кездеседі (сур. 4).

#### Жартылай сандық рентгендік фазаның талдау нәтижелері

Минерал атауы	Формуласы	Концентрация, %
Магнезиохромит, Fe-бай	$(Mg,Fe)(Cr,Al)_2O_4$	51.0
лизардит	$Mg_3(Si_2O_5(OH)_4)$	17.3
тремолит	$(Ca, Na, Fe)_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	17.1
талък	$Mg_3(OH)_2Si_4O_{10}$	12.0
хлорит	$(Mg,Fe)_5Al(Si_3Al)O_{10}(OH)_8$	2.6



Сурет 4 – диффрактограмма сұлбасы.

Қорытындылай келсек, массивті құраушы негізгі таужыныстар – дуниттер, перидотиттер, дайкалық таужыныстар. Бастапқы рудатүзуші минерал хромшпинелид болып табылады. Хромшпинелидтердің түйірлері жарықшақтанған. Руда емес бастапқы минералдар оливиннің реликттері, ромбылық пироксен, сирек клинопироксен таралған. Бейруда заттың негізгі массасын серпентин тобының туынды минералдары (хризотил, бастит), сондай-ақ лизардит, тремолит, тальк, хлорит, т.б құрайды.

#### Әдебиет

1. «Қазақ ССР-інің 40 жылдығы - Молодежное» хром кенорнының тау-кендік бөлу шегінде Дүберсай хром кенінің кенбілінімінің оңтүстік бөлігінде игерімдік барлауын жүргізуге арналған геологиялық тапсырма».
2. Едилбаев И.Б., Возрождение (1995-2005), Алматы 2004, 276 с.
3. Д.Е. Савельев, В.И. Сначев, Е.Н. Савельева, Е.А. Бажин, Электронный источник. Геология, Петрогеохимия и хромитоносность габбро-гипербазитовых массивов Южного Урала., Уфа-2008. <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geologiya-petrogeohimiya-i-hromitonosnost-gabbro-giperbazitovyh-massivov-yuzhn.pdf>
4. В.И. Гриненко, О.И. Поляков, М.И. Гасик, П.С. Петлюх, В.Н. Шашкин, В.М. Выходцев, Г.А. Елпышев, К.А. Амиралин. Справочник Хром Казахстана. Москва «Металлургия» 2001
5. П.Н. Бабин, А.А. Бирюкова, Г.А. Нечистых, Г.В. Конеченко, Н.К. Кулманова. Огнеупоры из сырья Кемпирсайского региона, -Алма-Ата: «ҒЫЛЫМ» 1990. Часть -1. -147 с.
6. Ә.Б. Байбатша, А.Т. Бекботаев., А.А. Жүнәсов, Ф.Қабиев, Н.Сейітов, М.Серікбаев., Геологиялық терминологиялық сөздік., Алматы «Ғылым» ғылыми баспа орталығы 2004.-450б.

**А.Ж. Алпысбай, М.Н. Коккузова**

#### Особенности петрогенных и рудных минералов Кемпирсайского массива.

**Аннотация.** Кемпирсайский массив является источником высококачественных хромитовых руд на территории Казахстана. В статье дается краткое описание геологического строения массива, приведены результаты исследований петрогенных и рудных минералов.

**Ключевые слова:** Кемпирсайский массив, дуниты, хромит, гарцбургиты, серпентинизация, горные породы.

**A.Zh. Alpysbai, M.N. Kokkuzova**

**Features of the petrogenic and ore minerals of the Kempirsay massif.**

**Abstract.** Kempirsay massif is a source of high quality chromite ores in Kazakhstan. The article provides a brief description of the geological structure of the massif, the results of studies of petrogenic and ore minerals.

**Keywords:** Kempirsay massif, dunites, chromites, harzburgites, serpentinization, rocks.

УДК 553.495

**Б. С. Айхожаев, М.Н. Коккузова**

*Научный руководитель - А.Б. Байсалова, лектор кафедры ГСПиРМПИ, доктор PhD,  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[b.aikhozhayev@stud.satbayev.university](mailto:b.aikhozhayev@stud.satbayev.university), [m.kokkuzova@satbayev.university](mailto:m.kokkuzova@satbayev.university),  
[a.baialova@satbayev.university](mailto:a.baialova@satbayev.university)*

## **ЗАРЕЧНОЕ КЕНОРНЫНДАҒЫ УРАНДЫ КЕНДЕНУДІҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

***Аңдатпа.** Заречное кенорнындағы селен-уранды кендену қабатты тотығу белдемінің сыналану аймағымен бақыланады. Сондықтан кен шоғырлану жағдайы, кен денелерінің морфологиясы және олардың созылу мөлшерлері қабатты тотығу белдемінің сыналану аймағының даму ерекшеліктерімен анықталады. Өз кезегінде бұл ерекшеліктер кен сыйыстырушы түзілімдер қиманың құрылысы мен литологиялық құрамымен анықталады. Заречное уран кенорнындағы кендер уранның мөлшері бойынша кедей және орташаға жатады. Ал гранулометриялық құрамы бойынша олар ұсақ түйірлі, сирек құрамында аз мөлшерде өте ұсақ түйірлі алевролитті және сазды қоспалары бар орта түйірлі құмдарға жатады.*

***Түйін сөздер:** сыналану, уран, сутірек, өнімді қабат, кенорын.*

Инфильтрациялық типті басқа да кенорындар сияқты Заречное кенорнында селен-уранды кендену барлық жағдайда қабаттық тотығу белдемінің сыналану аймағымен бақыланады. Сондықтан, кенденудің шоғырлану жағдайы, кен қабаттарының морфологиясы және олардың сызықтық мөлшерлерімен, қабаттық тотығу белдемінің сыналануы және даму сипатымен айқындалады. Өз кезегінде бұл сипат кен сыйыстырушы түзілімдер қимасының литологиялық құрамы мен құрылысы бойынша анықталады.

Сантон, кампан және маастрих кен сыйыстырушы түзілімдердің қимасы көпшілік жағдайда кесекті фациялық белдемнің суүсті-атыраулық және суасты – атыраулық құмды шөгінділерінен түзілген. Кен сыйыстырушы қабат алаң аумағында қызыл түсті жайылмалық және көлдік алевролиттермен астасады. Сантон түзілімдерінде қиманың жоғарғы сұр түсті бөлігі кен сыйыстырушы болып табылады, оның қалыңдығы 30 м-ге жуық, созылуы бойынша тұрақты. Кампан қимасының жалпы қалыңдығы 60-80 м, ол трансгрессивті шөгіндену режимінің тұрақсыз-үзілмелі жағдайында біргелкі түзілуімен сипатталады. Осы жерде біргелкі түзілімдердің екі түрі айқын карталанады, олардың әрқайсының қалыңдығы 15-35 м құрайды. Біркелкі түзілімдер суүсті-атыраулық және суасты – атыраулық құмды шөгінділерден басталып, жайылмалық немесе ауыспалы суасты – атыраулық тұнба белдемінің алевролиттері және сазымен аяқталады.

Кампанның төменгі және жоғарғы түзілімдері екі біргелкі түзілімшелерге бөлінген.

Маастрих қимасына біргелкі түзілімдер тән емес. Тек оның төменгі бөлігінде қалыңдығы 15-20 метрлік бір ғана біргелкі түзілім бөлінеді, оның жабыны сазды-карбонатты цементпен цементтелген, аз қалыңдықты құмтаспен шектеледі.

Осыған орай жоғарғы сантон, кампанның екі біргелкі түзілімдері мен маастрихтің төменгі бөлігінің кен сыйыстырушы қабаттары сулы-құмды қабаттар мен оларды бөліп тұрған сутіректермен кезектесе орналасқан. Бұл сутіректер көбіне сазды-алевролит құрамды (сирек құмтасты), олар кенорын аумағында біргелкі таралмаған. Олардың қалыңдығы 0-ден бірнеше

метрге дейін, сирек 15-20 метрге жетеді. Кенорын аумағындағы қалың, әрі тұрақты сутірек қабат кампанның жоғарғы біргелкі түзілімдерінде қалыптасқан.

Сутірек қабаттары жоқ аймақтар «терезе» пішіндес ұзыншақ, созылу бағыты солтүстік-шығыс бағытта, яғни атырау жағдайында шөгіндену мен шайылуға сәйкес келеді. Осы «терезелердің» созылу бағыты бойынша ұзындығы жүздеген метрден 1-2 км-ге дейін, ал ені бірнеше жүз метрді құрайды.

Кенорынның солтүстік бөлігіндегі кенді қабаттар солтүстік - батыс бағытта созылып жатыр. Кенорынның оңтүстік бөлігіндегі кенді қабаттардың созылу бағыты солтүстік-шығыс, яғни ол «терезелердің» ұзын осьтерімен сәйкес келеді.

Өнімді қабаттардың аумағында шектеуші сутіректері жоқ бөліктері ауданның 10-15% құрайды.

Кенорынның жекелеген бөліктерінде кампан түзілімдері екі біргелкі түзілімшеге бөлінеді, осыған байланысты біргелкі түзілімнің орталық бөлігінде жақсы қалыптасқан сутірек карталанады. Мұндай жағдайда қабаттық тотығу белдемінің сыналануы әрбір біргелкі түзілімшеде оқшауланған түрде жүреді, уранды кендену екі деңгейде де жеке кен денесі ретінде шектеліп қалыптасады.

Осыған орай өнімді қимадағы біргелкі түзілімдердің жеке сулы қабат ретінде бөлінуі шартты түрде болады. Бірақ кен сыйыстырушы қиманың литологиялық құрылысындағы құмды қабаттардағы аз қалыңдықты, линзаланған сутірек қабатшалары қиманың анизотропты сүзбелену қасиетін тік және көлденең бағытта жоғары деңгейде қамтамасыз етеді. Бұл біргелкі түзілімдер аумағында қабат суларының шоғырлануы және олардың әрқайсында дербес қабаттық тотығу белдемінің қалыптасуына себеп болды. Осыған байланысты кампан-маастрих қимасындағы құмды түзілімдердің өткізгіштігі төменнен-жоғары қарай азаяды. Бұл қарастырылып отырған қиманың тотығу белдеміндегі біргелкі түзілімдердің сатылы сыналануына себеп болады, оның ұзындығы бірнеше жүз метрден, бірнеше километрге дейін жетеді.

Әрбір біргелкі түзілімдердің қимасындағы тотығу белдемінің сыналануы әрқанша бір ғана қарапайым жайылма емес, ол бір-бірімен қатарласа орналасқан бірнеше сатылы күрделі жайылма түрінде жүреді.

Осындай даму жағдайында құмның толық тотығу белдемі мен уранды және селенді кенденуді бақылайтын тотықпаған түзілімдердің арасындағы біргелкі түзілімдер қимасындағы тотығу белдемі мен оның сыналануы айтарлықтай үлкен мөлшерде болады. Оның кенорындағы ені бірнеше жүз метрден 2-3 километрге дейін, ал кенорынның оңтүстік бөлігінде 5 километрге дейін жетеді.

Уранды кендену әрқашан сұр түсті таужыныстар мен қабаттық тотығу белдемінің қосылған жерінде шоғырлануына байланысты кенді қабаттардың пішіні қимада осы белдемнің сыналану сипатына байланыста анықталады.

Сирек жағдайда ғана, жеткілікті үлкен қалыңдық пен құм қабатының тұрақтылығына байланысты тотығу белдемі бір ғана «тілмен» сыналанады да, кенді қабат тотығу белдемінің астыңғы және жоғарғы белдемдерінде қанат пішіндес элементтері бөлініп жай орама тәрізді болады.

Көпшілік жағдайда кен қабаттарының пішіні күрделенеді және олар қанаттары бар екі еселенген, үш еселенген орамалар түрінде болады.

Жалпы кен шоғырлары қимада өткізгіш таужыныс қабаттары түрінде болады, олардағы пайдалы компоненттің концентрациясы қабаттың барлық қалыңдығына тарап немесе кенді қабаттар мен кенсіз қабаттар түрінде кезектесе орналасады. Кенді қабаттар (орамалардың қанаттары) көбіне үзіле және бір-бірінен алшақтау орналасады.

Кен шоғырларының геологиялық ерекшелігі ол орама, линза және қабат тәрізді біріккен кен денелерінің бір геохимиялық белдемдік элементіне тиесілі болуы және ол кен

сыйстырушы қабат аумағында жекеленген гидродинамикалық деңгейде біріккен кен тұзуші процестермен бақыланады.

Уранды кендену жоғары мөлшерде қалпына келтіру кеңістігі бар сұр түсті таужыныстарда шоғырланған. Селеннің тұнуы қалпына келтіру қабілеті төмен жағдайда жүреді. Сондықтан селенді кендену уранды кенденуге қарағанда тотыққан таужыныстардың бір жағына қарай ығысқан, ал оның біраз бөлігі тотығу белдемінде шоғырланады, яғни селенді кендену қимада уран кенді орама қанаттарының ортасында екеуінің қосылатын бөлігіне жақын орналасады.

Сұлбада әрбір деңгейдегі қабаттық тотығу белдемдерін күрделендіретін тілдері мен табандарының сыналану шекаралары толығымен тотығу белдемнің шекарасын қайталайды. Қабаттық тотығу белдемнің сыналану аймағы жағдайдың өзгеруімен тығыз байланысты. Сондықтан сұлбадағы жекелеген тілдердің сыналану шекаралары толық тотығу шекараларына қарағанда күрделі және олар ені бірнеше жүз метр, ал ұзындығы 1-1,5 км болатын ұсақ кен шоғырларымен күрделенген.

Тотығу белдемнің осылай сыналану сипатына байланысты кен шоғырлары қабаттық тотығу белдемнің сыналану шекарасын бойлай таспа пішіндес ұзыннан созыла орналасады.

Тотығу белдемнің сыналану шекарасын бойлай орналасқан уранды кендену үзіліссіз сипатқа ие. Сирек жағдайда ғана арасында өнеркәсіптік мәні жоқ қабаттар кездеседі.

Кондиция талаптарына сай, кенденуі біркелкілігімен сипатталатын кенді белдемдер кендену дамыған аймақтың шеткі жақтарында уранның мөлшері 0,01% жоғары және созылу бағыты қабаттық тотығу белдемнің бойымен созыла орналасқан. Кенді белдемнің ені жүздеген метрден аспайды.

Кенді белдем аумағындағы созыла орналасқан кенденудің өнімділігі салыстырмалы түрде тұрақты, ал созылу бағытына көлденең бағытта кендену өзгермелі.

Заречное кенорнында жете барлау барысында төрт сулы қабатта уранның 9 кен шоғыры анықталып шектелген.

Кенорнындағы кен шоғырларының морфологиясы қарапайым: сұр түсті тотыққан таужыныстарының шекарасымен бақыланатын иректелген таспа пішіндес, олардың ұзындығы 500 метрден (4 кен шоғыры) 15 километрге дейін (8 кен шоғыры), ені 50 метрден 1200 метрге дейін жетеді.

Кен шоғырларының шығыс бөлігі морфологиялық тұрғыдан қарағанда құрлысының күрделі болуымен және бір текті еместігімен ерекшеленеді. Кенорынның бұл бөлігіндегі өнімді кен қабаттары (3-7) орталары кенсіз қабатшалармен бөлінген қабаттар пішіндес кен денелерінен тұрады.

Жалпы алғанда Заречное кенорнындағы уранды кенденудің морфологиясы кейінгі онжылдықтарда ЖШ әдісімен тиімді өндіріліп келе жатқан Сырдария, Шу-Сарысу және Қызылқұм провинцияларындағы кенорындарға ұқсас.

### **Әдебиет**

1. Отчёт о результатах детальной разведки участка «Центральный» месторождения «Мынкудук» с подсчётом запасов урана (Том I-II), - 789 с.

2. Отчет о результатах работ «Разработка методики определения степени проработанности рудовмещающих пород и оценки качества выщелачивания урана при ПСВ» (Книга 1-2), стр 377.

3. Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. – Алматы: ТОО «Fortess», 2005. -394 с

4. Калабин А.И. Добыча полезного ископаемого выщелачиванием и другими геотехнологическими методами. – М.: Атомиздат, 1981. -145 с

5. Инструкция по применению Классификации запасов к гидrogenным месторождениям урана (Дополнение к Инструкции по применению классификации запасов к месторождениям радиоактивных руд), ГКЗ РК, Астана, 2008, -296 с.
6. Мамилев В.А. Добыча урана методом подземного выщелачивания. М.: Атомиздат, 1980, - 240 с.
7. Глазунов И.С, Определение рациональных сеток рабочих скважин на участках ПВ по трехрядной системе. М.: ЦНИИ Атоминформ, 1974
8. Новик-Качан В.П., Губкин Н.В., Десятников Д.Т. и др. Добыча металлов способом выщелачивания. М.: Цветметинформация, 1970.
9. Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В., Язиков В.Г. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. Алматы «Гылым», 1997.

**Айхожаев Б. С., Коккузова М.Н., Байсалова А.О.**

#### **Геологические особенности уранового оруденения на месторождении Заречное**

**Аннотация.** Месторождение Заречное расположено на территории Отрарского района Туркестанской области. Месторождение входит в группу месторождений Карактауского урановорудного района Сырдарьинской урановорудной провинции, основной структурной единицей которой является Сырдарьинская депрессия – один из элементов Каратауского артезианского бассейна. Месторождение эксплуатируется методом ПВ.

**Ключевые слова:** выклинивание, уран, водоупор, продуктивный пласт, месторождения.

**Aikhozhaev B.S., Kokkuzova M.N., Baisalova A.O.**

#### **Geological features of uranium mineralization at the Zarechnoye deposit**

**Abstract.** The Zarechnoye deposit is located on the territory of the Otrarsky district of the Turkestan region. The deposit is part of the group of deposits of the Karaktau uranium ore district of the Syrdarya uranium ore province, the main structural unit of which is the Syrdarya depression – one of the elements of the Karatau artesian basin. The field is operated by the PV method.

**Keywords:** to contain, wedge, uranium, aquiclude, productive layer, deposits.

УДК 553.065

**М.Қ. Әйткен**

*Научный руководитель – Е.В. Пономарева, старший преподаватель, PhD доктор  
Карагандинский технический университет, Казахстан, г. Караганда  
[Aitken.m@inbox.ru](mailto:Aitken.m@inbox.ru)*

### **ГЕНЕТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ И МАРГАНЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АТАСУЙСКОГО РАЙОНА**

**Аннотация.** На основе имеющихся литературных данных и собственных исследований в статье рассмотрены основные закономерности образования железорудных и марганцевых месторождений на примере Атасуйского рудного района. Рассматриваемая территория находится в 200-250 км от Караганды и является основной сырьевой базой Темиртауского металлургического комбината. Для месторождений Атасуйского района характерно совместное нахождение железных и марганцевых руд, это является металлогенической особенностью данного района, что в природе встречается крайне редко. Атасуйский рудный район относится к стратиформному типу и связан парагенетически с глубоководными кремнисто-карбонатными отложениями фаменского яруса верхнего девона. Также приведены основные критерии прогнозирования и поисков железорудных и марганцевых месторождений в Атасуйском рудном районе.

**Ключевые слова.** железо, марганец, железомарганцевые оруденения, Атасуйский район.

Железомарганцевые оруденения представляют собой твердые округлые образования темно-коричневого или черного цвета, обычно находящиеся в поверхностном слое донных осадков. В большинстве случаев железомарганцевые оруденения залегают на поверхности осадка и по форме

варьируют от округлых и сфероидальных до уплощенных (иногда пластинчатых), с бугристой или ровной поверхностью и тонкослоистой текстурой на изломе.

Крупные железомарганцевые оруденения в Республике Казахстан сосредоточены в Центральном Казахстане и представлены группами месторождений: Атасуйский, Жездинский и Ушкатынский. Важно отметить, что большая часть железомарганцевых залежей в объеме 500 млн. тонн сосредоточены в Атасуйском регионе, которые в настоящее время полностью не вовлечены в ферросплавное производство из-за отсутствия эффективной технологии разделения железосодержащих минералов от марганцевых. Совместное залегание железо- и марганцевосодержащих оруденений в Атасуйском регионе не позволяет проводить селективное извлечение данных элементов, поэтому низкие сорта железомарганцевых концентратов, выход которых составляет до 30%, складываются на отвалах.

Вопросам геохимии железа и марганца, особенностям размещения железорудных и марганцевых месторождений, составу железомарганцевых руд и условиям их формирования посвящено много научных публикаций [1-3]. Однако несмотря на весь накопленный фактический материал и научный потенциал знаний в области геологии железо-марганцевых месторождений, остаются нерешенными многие вопросы железо- и марганцевосодержащего рудогенеза. В основном, это касается исследования генетических особенностей формирования и состава подобных оруденений Атасуйского района.

Актуальность статьи состоит в исследовании геодинамических условий и уточнения особенностей образования железомарганцевых оруденений. Полученные результаты существенно дополняют представления о генезисе железомарганцевых месторождений Атасуйского типа, а также могут быть использованы для оценки поисков и прогнозирования железомарганцевых руд. В случае промышленного освоения территории особую актуальность приобретают вопросы дополнительного расширения сырьевой базы на изучаемой территории на основе полученных результатов.

В настоящей статье на основе имеющихся литературных данных и собственных исследований проведено изучение генетических условий формирования железорудных и марганцевых оруденений в Атасуйском районе как для оценки запасов железа и марганца, так и для разработки технологии добычи и переработки руд с целью организации промышленной добычи железо-марганцевой руды, что позволит обеспечить мощность металлургических предприятий Карагандинского региона. Важно отметить, что современная технология отработки крупного месторождения немыслима без всестороннего исследования минералого-петрографических, технологических и геохимических свойств руд.

Атасуйский рудный район находится в северной части Жезказганской области Республики Казахстан, которая занимает площадь в пределах 7245 кв. км. В основном, в Атасуйском районе присутствуют комплексные гидротермально-осадочные и гидротермально-метасоматические стратиформные месторождения свинцово-цинковых и железомарганцевых руд Атасуйского генетического типа (рисунок 1). Следует отметить, что все месторождения Атасуйского типа находятся в морских карбонатных отложениях фаменского яруса. Атасуйский рудный район находится в пределах дугообразной области поздних каледонид Центрального Казахстана в пограничной зоне с расположенной восточнее герцинской Джунгаро-Балхашской складчатой системой. Как результат, такое расположение определяет, вхождение его в состав девонского вулканического пояса, рассматриваемого в качестве образования орогенного этапа каледонид, и принадлежность к области позднепалеозойской тектономагматической активизации, синхронной орогенному этапу развития герцинской системы. Рассматриваемые рифтогенные структуры Центрального Казахстана, в том числе Атасуйского региона, сформировались на континентальной коре досреднедевонского возраста в очень короткий отрезок времени – с верхов живецкого века до ранней визы включительно (менее чем за 40 млн. лет).

Становление железо-марганцевого оруденения в месторождении Атасуйского типа происходило в три этапа:

1) Первый – седиментационный гидротермально-осадочный. Здесь происходит формирование седиментных железных и марганцевых, а также менее насыщенных свинцово-цинковых и баритовых руд;

2) Второй – гидротермально-метасоматический. За счет ремобилизации, регенерации и перераспределения рудных компонентов первого этапа и привноса бария стали образоваться постседиментационные гидротермально-метасоматические руды свинца, цинка, бария.

3) Третий – гидротермально-жильный. В данном этапе формируются мелкие линзовидные скопления, жилы и линзы свинцовых, медных и медно-баритовые руды.

В связи с происходившими тектономагматическими процессами в нижнем-среднем девоне на территории Атасуйского района произошло локальное увеличение мощности базальтового слоя земной коры и это привело к активации вулканической деятельности. В свою очередь, активация вулканических процессов в верхнем фамене определило на некоторых участках интенсивное прогибание морского дна впадины и накопление железосодержащих оруденений в Атасуйском районе в наиболее прогнутых частях. Комплексные стратиформные руды железа и других металлов находятся в глубоководных кремнисто-глинисто-карбонатных и углеродисто-карбонатно-кремнистых породах, в некоторых случаях в рифтогенных известняках и сосредоточены в узлах сочленения рифтогенных и поперечных трансформных разломах. Важно отметить, что оруденения атасуйского типа имеют комплексный характер, поэтому в них помимо железа присутствуют различные полиметаллические компоненты, к примеру, марганец, бариты, свинец, цинк и т.д.



Рисунок 1 – Схематическая геологическая карта Атасуйского рудного района [Рожнов и др., 1980] [4].

1 – нижний карбон (C1) – известняки, аргиллиты, песчаники; 2 – фаменский ярус (D3fm) – известняки, глинисто-кремнисто-карбонатные породы с пластами железомарганцевых руд, туфы, туффиты; 3 – дайринская

свита (D3dr) – красноцветные конгломераты, алевролиты, песчаники, линзы трахидацитовых порфиров; 4 – терригенно-вулканогенные отложения нижнего-среднего девона (D1–2); 5 – метаморфизованные вулканогенно-терригенные отложения нижнего палеозоя (Pz1); 6 – средне-позднекаменноугольные граниты; 7 – гранитоиды среднего-позднего девона; 8 – субвулканические тела кварцевых порфиров; 9 – дайки диабазовых порфиров; 10 – габбро-диабазы; 11 – геологические границы (а) и разрывные нарушения (б); 12 – месторождения и рудопроявления: 1 – Ушкатын\_I, 2 – Ушкатын\_III, 3 – Карсадыр, 4 – Северный Жайрем, 5 – Восточный Жайрем, 6 – Западный Жайрем, 7 – Дальнезападный Жайрем, 8 – Веерный, 10 – гора Жомарт, 12 – Жомарт, 14 – Дамидовский, 15 – Аккудук, 17 – Таскудук, 18 – Северный Бестау, 19 – Бестау, 21 – Дальнезападный Каражал, 22 – Западный Каражал, 23 – Восточный Каражал, 24 – Южный Каражал, 30 – Бастюбе (9, 11, 13, 16, 20, 26 – участки поисковых работ: Баир\_переезд, руч. Безмянный, Когалыжар, Караоба, Бектау, Карашоки).

Процесс рудоотложения Атасуйском районе происходил синхронно с осадконакоплением, причем значительная часть рудных залежей находится на стыке мелководных фаций с более глубоководным, что характеризует приуроченность оруденения к морфолого-тектоническим уступам морского дна, следовательно, и морфолого-тектоническом контроле оруденения. В работе [1] отмечается, что рудообразование в Атасуйском районе происходило благодаря региональным глубинным разломам и разломам с оперяющим характером, которым принадлежит основная роль в механизме выноса и накопления рудных компонентов в условиях глубоководных бассейнов. Это связано с тем, что гидростатическое давление столба воды значительно превышает давление гидротермальных растворов, поднимающихся по глубинным разломам. И рудоносные растворы проникают лишь в отдельные оперяющие трещины, где критическое давление поднимающихся растворов преобладает над давлением водного покрова.

К основным критериям прогнозирования и поисков железомарганцевых месторождений в Атасуйском рудном районе относятся:

- прибортовые участки синклинальных структур, сложенных карбонатными образованиями девано-карбона, осложненные брахиструктурами, фиксируемые гравиметрией, магниторазведкой и сейсморазведкой;

- узлы сопряжения разнонаправленных тектонических нарушений, контролируемые гравимагнитными аномалиями и вторичными ореолами рассеянных черных и цветных металлов;

- линейно вытянутые локальные положительные гравитационные аномалии, связанные с маркирующим горизонтом узловато-слоистых красноцветных известняков верхнего фамена;

- локальные, линейно вытянутые и изомерные магнитные аномалии в верхнефаменских терригенно-карбонатных образованиях и др. [1]

Таким образом, основным условием образования железомарганцевых оруденений атасуйского типа можно назвать диагенетическое перераспределение железа и марганца в донных осадках, которые приводят к вторичному концентрированию этих элементов в виде прослоев, корок и конкреций. Не исключено участие также гидротермальных процессов в формировании элементных составляющих оруденений, к примеру, на территории распространены континентальные железомарганцевые рудопроявления, содержащие дополнительно другие полиметаллы, а также морские карбонатные руды. Главной задачей дальнейших геологических исследований в Атасуйском рудном районе является наращивание сырьевой базы черной и цветной металлургии путем поисков и разведки месторождений Атасуйского типа. Необходимо продолжать поиски не только железорудных месторождений, но и других полиметаллических руд. Также следует продолжить поиски молибдена и вольфрама в интрузивных зонах гранитных массивов, золота в гидротермально-метасоматически измененных гранитоидах девона и осадочных породах нижнего палеозоя, месторождений подземных вод и строительных материалов.

### **Литература**

1. Акылбеков С.А. Марганец Казахстана // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2006. – № 1. – С. 42-53.
2. Каюпова М.М. Минералогия железных и марганцевых руд Западного Атасу (Центральный Казахстан). – А: Наука. – 1974. – 232 с.
3. Любецкий В.Н., Любецкая Л.Д., Шабалина Л.В. Глубинное строение и этапы формирования промышленных стратиформных полиметаллических руд Атасуйского и Рудно-Атасуйского рудных районов // Известия НАН РК. Серия геологическая. – 2009. – № 5. – С. 24-36.

4. Кулешов В.Н. Месторождения марганца. Сообщение 1. Генетические модели марганцевого рудогенеза // Литология и полезные ископаемые. – 2011. – № 5. – С. 527-550.

**M.K. Aitken, E.V. Ponomareva**

**Genetic conditions for localization of iron ore and manganese deposits of the Atasu district**

**Abstract.** Based on the available literature data and our own research, the article discusses the main regularities of the formation of iron ore and manganese deposits on the example of the Atasu ore region. The territory under consideration is located 200-250 km from Karaganda and is the main raw material base of the Temirtau Metallurgical Plant. The deposits of the Atasu region are characterized by the joint occurrence of iron and manganese ores; this is a metallogenic feature of this region, which is extremely rare in nature. The Atasu ore region belongs to the stratiform type and is associated paragenetically with deep-water siliceous-carbonate deposits of the Famennian stage of the Upper Devonian. The main criteria for forecasting and prospecting for iron ore and manganese deposits in the Atasu ore region are also presented.

**Keywords:** iron, manganese, ferromanganese mineralization, Atasu district.

**М.Қ. Әйткен, Е.В. Пономарева**

**Атасу ауданының темір рудасы мен марганец кен орындарын оқшаулаудың генетикалық шарттары**

**Аңдатпа.** Қолда бар әдеби деректер мен өз зерттеулерімізге сүйене отырып, мақалада Атасу кенді аймағының мысалында темір рудасы мен марганец кен орындарының пайда болуының негізгі заңдылықтары талқыланады. Қарастырылып отырған аумақ Қарағандыдан 200-250 км қашықтықта орналасқан және Теміртау металлургия зауытының негізгі шикізат базасы болып табылады. Атасу аймағының кен орындары темір және марганец кендерінің бірлесіп пайда болуымен сипатталады, бұл табиғатта өте сирек кездесетін бұл аймақтың металлогендік ерекшелігі. Атасу рудасы аймағы стратиформ типіне жатады және парагенетикалық тұрғыдан жоғарғы девонның фамендік кезеңіндегі терең сулы кремний-карбонат кен орындарымен байланысты. Атасу рудасы аймағында темір кені мен марганец кен орындарын болжау мен іздеудің негізгі критерийлері де келтірілген.

**Түйін сөздер:** темір, марганец, темір-марганецті кендену, Атасу ауданы.

УДК 553.07

**А.Д. Әнеш**

*Ғылыми жетекші – Т. К. Шайыяхмет, тьютор, техника ғылымдарының магистрі  
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы  
[anesh.aziza@bk.ru](mailto:anesh.aziza@bk.ru)*

**КЕН ШОҒЫРЛАРЫН ӨНДІРУ КЕЗІНДЕГІ МОЙЫНҚҰМ КЕНОРНЫНЫҢ  
ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН НЕГІЗГЕ АЛУ**

**Аңдатпа.** Автор мақалада кенорын алаңы ауқымындағы тектоникалық жарылымдар, аймақтық горизонттарды құрайтын таужыныстардың орналасу ерекшеліктері, кен денелерінің құрылымдық жағдайлары және өзге де осындай құрылымдық геологиялық ерекшеліктерді толығымен білу арқылы ғана кен шоғырларын рационалды өндіруге қол жеткізуге болатыны жайлы мәліметтер келтірген.

**Түйін сөздер:** геологиялық құрылыс, формація, фація, горизонт, кенорын, линзалар.

Мойынқұм кенорны Оңтүстік Қазақстан облысының Созақ ауданында орналасқан. Учаскенің ауданы – Мойынқұм құмды массивінен тұрады, абсолютті биіктіктері солтүстік бағытта 192 м-ден, оңтүстіктен 374 м-ге дейінгі бөлігінде орналасқан, жалпы массивтің осьтік бөлігін құмды шөлдер алып жатыр. Құмды массив солтүстік-батысқа қарай ені 60-80 км-ден бірнеше жүздеген километр болып келетін жолақ түрінде созылып жатыр. Қарастырылып отырған аумақта массив таяз болып келеді, негізінен аумақтың басым бөлігі - өсімдіктер сирек кездесетін, алювиалды-эолдық кезеңге жататын құмды массивтен тұрады. Солтүстік бөлігінде құмды массив биіктіктері 200-220 м болып келетін Шу өзенінің алювиалды жазығымен шектеседі.

Климаты күрт континенталды, қысы суық, қары аз (ауаның ең төменгі температурасы -30С дейін) және жазы ыстық (+40С дейін) құрғақ шұғыл континенталды. Атмосфералық жауын-шашын негізінен Б. Қаратау жотасының таулы бөлігіне түседі. Құмды массив аумағында жауын-шашын мөлшері жылына 120-190 мм-ден аспайды. Жауын-шашынның максималды мөлшері (85% дейін) қыс-көктем кезеңіне келеді. 10 см-ге дейін қар жамылғысы желтоқсан-қаңтар айларында жауып, наурыз айында ериді. Жылыту маусымы 150 күнге созылады. Құмды топырақтың беті жазғы уақытта 60 градусқа дейін қызады; қысқы уақытта қату тереңдігі-75 см-ге дейін барады.

Кенорын ауданының геологиялық құрылысына төменгі (қатпарлы каледондық іргетас), ортаңғы (аралық жартылай платформалық) және жоғарғы (мезозой-кайнозойлық жамылғы) үш құрылымдық қабаттың түзілуінен қалыптасқан.

*Палеозой жыныстары* қызыл карбонатты саздар, алевриттердің қабаттары мен линзалы көп түйірлі құмдардан тұратын қиыршық тасты шөгінділерден тұрады. Таужыныстары 600-ден 700 м-ге дейінгі тереңдікте жатыр, қалыңдығы 0-ден 90 м-ге дейін болады.

*Палеоценнің кайнозойлық шөгінділері.* Тау жыныстары Қанжуған горизонтының шөгінділерімен кездеседі (P<sub>1</sub>кп), олар өз кезеңінде екі ішкі горизонтқа бөлінеді:

- *төменгі бөлігі* саз және сазды жыныстар аралығындағы кварц-дала шпаты, ұсақ және орташа түйіршікті құмдардан тұрады;

- *жоғарғы бөлігі* теңіздік-дельталық теңіз фацияларынан тұрады.

Шөгінділердің қимасы түрлі-түсті саздар мен әр түрлі құмдардың ауысуымен, яғни кезектесіп өзгеруімен сипатталады. Тік қимада Қанжуған горизонтының орналасу тереңдігі 470-520 м. Жалпы горизонт қалыңдығы 50-60 м.

*Төменгі және орта неоцен.* Тау жыныстары палеоценнің шөгінділерімен сәйкес келмейді және Қызылчинск горизонтымен (P<sub>1</sub>кз) бейнеленген. Ол қалыңдығы 15 - 20 м болатын сулы саз. Негізінен, сұр түсті ұсақ түйіршікті кварц-дала шпатты құмдар, көміртек қалдықтары (қалыңдығы 0,8 м және ұзындығы бірнеше ондаған метр), микроорганизмдердің қалдықтары бар саздар мен қоңыр-қызыл түспен кездесетін жасыл теңіз балдырынан тұратын саздармен сипатталады.

*Уюк горизонты (P<sub>1</sub>ик)* - Мойынқұм кен орнының негізгі кен сыйымды горизонты болып табылады. Ол терең емес теңіз фацияларымен кездеседі. Стратиграфиялық тұрғыдан ол екі бөлікке бөлінеді: төменгі бөлігі - құмды және жоғарғысы - алевритті - сазды болып келеді.

Горизонттың *жоғарғы сазды бөлігі* (қалыңдығы 13 – 50 м) саздардан, алевриттерден және ұсақ және орташа түйірлі құмдардан тұрады. Бұл шөгінділер теңіз жағалауы мен лагуна зоналарының тұрып қалған (батпақты) фацияларына жатады, бұған өсімдік қалдықтары мен тірі организмдердің қалдығының болуы дәлел бола алады.

*Төменгі бөлігі* қалыңдығы 1 м болып келетін көміртекті саздардан тұрады, олар жергілікті қоңыр көмірге айналады.

Уюк горизонты Қызылчинск горизонтының шөгінділерімен сәйкес келмейді. Онда тұщы су балықтары мен микропланктон қалдықтары көп. Массив горизонтының құмдарының негізгі бөлігі террогендік материалдың палео-ағындармен қатар таралуы кезінде шөгеді. Терригендік материалдың таралуы екі бағытта жүреді: солтүстік батыста субмеридионалды және 2-шісі палео-ағындар бағытында. Уюк горизонтының жалпы тереңдігі 420-470 м, қалыңдығы 30-45 м.

*Икан горизонты (P<sub>1</sub>ик)* Уюк горизонтының шөгінділерімен сәйкес келмейді және орта эоцендік трансгрессияның екі сатысына сәйкес келетін 2 бөлікке бөлінеді: төменгі және жоғарғы. Төменгі бөлік пен жоғарғы қабатты, қалыңдығы 0,5 тен 5 м-ге дейін болып келетін массивті сазды құмдар бөледі. Төменгі қабат жақсы сұрыпталған ұсақ және орташа түйіршікті құмдардан тұрады, ал жоғарғы бөлік нашар сұрыпталған біркелкі емес түйіршікті құмдардан, көмір қосындыларымен алевритті-сазды құрамды линзалардан тұрады. Жалпы

алғанда, құмдар 380-410 м тереңдікте жатқан Икан горизонтының шамамен 60 %-ін құрайды. Икан горизонтының қалыңдығы 30-40 м.

*Жоғарғы эоценнің жыныстары* Интымак P32 горизонтымен ұсынылған, олар төменгі шөгінділерге бұрыштық сәйкес келмейді. Бұл түзілімдердің негізін кварцты қиыршық тастар және фосфоритті сазды құмдар, микроорганизм қалдықтары құрайды.

Горизонттың *жоғарғы бөлігінде* сұр-жасыл және сұр түсті жапырақты теңіз балдырларының, сондай-ақ, сазды және саздықұмдардың су өткізбейтін шөгінділері бар. Бүкіл горизонт эоценнің түзілуімен қабаттасады.

Кейінгі эоцен шөгінділері кен түзілу процесін аяқтайды. Горизонттың пайда болу тереңдігі 360 -380 м, қалыңдығы 30 м.

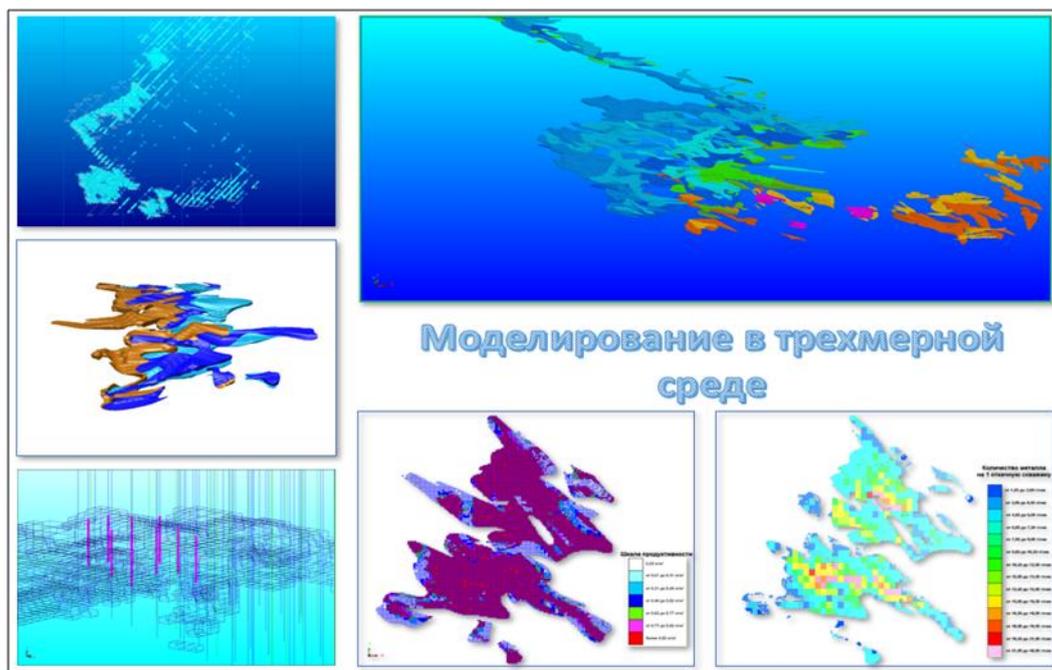
*Кайнозойлық неоген және миоцен-плиоцен шөгінділері.* Кейінгі неогеннің альпілік кезеңнің шөгінділері 270-ден 370 м-ге дейінгі тереңдіктегі барлық ұңғымаларда кездеседі, олар төменгі горизонттарда сәйкес келмейді, қызыл-қоңыр түсімен ерекшеленеді және олар 2ге бөлінеді:

- Миоценнің шөгінділері ( $N_1$ ) - қоңыр-қызыл түсті, массивті, кесекті болып келетін, әртүрлі дәнді құмдармен алмасып тұратын саздар. Кен орнының ең төмен түскен бөлігіндегі бұл шөгінділердің жалпы қалыңдығы 180-200 м, ал көтерілген жақтарында - 0-ден 90 м-ге дейін;

- Плиоцен шөгінділері ( $N_1$ ) – сазды құмдармен және әртүрлі түйіршіктермен алмасып тұратын ашық сары және қоңыр-қызыл саздардан тұрады. Шөгінділердің қалыңдығы 230-дан 275 м-ге дейін өзгереді.

*Төрттік кезең шөгінділері* жазық аудандарда кеңінен дамыған және қазіргі өзен аңғарларын, құрғақ арналарды, тұзды бассейндерді толтырады. Мойынқұм құмды массивін құрайды, яғни әртүрлі генезисімен континентальды формациялар кешені арқылы қалыптасқан. Төртқұдық учаскесінде аллювиальды-эолдық құмдардың қалыңдығы солтүстік бөлігінде 30 м-ден оңтүстігінде 75 м-ге дейін жетеді.

*Тектоника.* Жалпы Мойынқұм кенорны Созақ ойпатының шығыс шеткі бөлігінде орналасқан және оңтүстігінде Созақпен, ал солтүстігінде Жуантөба ойысымен шектелген. Осы формациялардың негізінде кварц-қиыршықтас кездесетін сазды құмдардың қабаты орналасқан. Бұл формациялар арасында субмеридиональды бағытта календондық кезеңге жататын рудалық жолақтың бойында, палеозой іргетасының төбесінде флексура түрінде көрінетін Ожирай-Гобин құрылымдық аймағы орналасқан. Флексура көптеген күмбезді (брахиантиклинальды) көтерілістермен сипатталады. Созақ ойпатының оңтүстік платформалық жамылғы бөлінісінде тік кемер түрінде көрсетілген. Төртқұдық учаскесі орналасқан Солтүстік платформасы оңтүстік-батысқа қарай 1-2 градусық бұрышпен еңкіштеу келген және Солтүстік-Талас беткейіне қарай ойысады.



Сурет 1 – Кенорынның геологиялық ерекшеліктерін ескере отырып салынған минералданған кен денелерінің 3D моделі

Қанжуған-Мойынқұм кен орындарының тобы Шу-Сарысу уран бассейнінде маңызды орын алады және Оңтүстік Қазақстан облысының Созақ ауданында орналасқан. Мойынқұм кенорын игеруді КАТКО БК (№1 Южный учаскесінің солтүстік бөлігі) және ТГХК (№1 Южный учаскесінің оңтүстік бөлігі) жүзеге асыруда.

Геологиялық, құрылымдық және тектоникалық ерекшеліктері бойынша кенорны шартты түрде үш аймаққа бөлінеді: Оңтүстік, Орталық және Төртқұдық. Мойынқұм кенорынын қамтитын ролл түріндегі кен денелері палеогеннің құмды шөгінділерінің сулы горизонттарымен және барлық жерде дамыған уран кенденуінің аймақтық тотығу зонасымен кеңістіктік байланысқа ие. Мойынқұм уран кенорнының кен денелеріне тән белгілер:

- жергілікті және аймақтық шығу тегінің ерекшеліктерімен шектелген тектоникалық блоктарға орайластыру;
- белгілі бір литологиялық айырмашылықтарға ие кендерді стратиграфиялық бойынша орналастыру;
- кен денесінің күрделі морфологиясы;
- тотығу-тотықсыздану шекарасында кен орындарының түзілуі;
- кенді горизонттардың гранулометриялық құрамының өзгеруі;
- сулы қабаттардың химиялық құрамы және олардың гидрогеологиялық параметрлері.

Кен орнының геологиялық ерекшеліктері жайлы материалдарды зерттеп, жүйелеп, жинақтағаннан кейін қазіргі заманғы компьютерлік технологияларды қолдана отырып минералданған кен денелерінің 3D-моделі салынды (сурет 1), ал осы модель өз кезегінде өндіріс аймағындағы кен өндіруді жоспарлаудың негізі болып табылады. Жоғарыда келтірілген геологиялық ерекшеліктерді ескере отырып кенорын ауданы уран қоры бойынша орташа объектілер қатарына жатқызылатынын және кенорын жерасты сілтілендіру әдісімен өндіруге қолайлы екенін айтуға болады.

#### Әдебиет

1. Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2008. – 368 с.

2. Капутин Ю. Е. (2002) Горные компьютерные технологии и геостатистика. М., ISBN 5-86093-097-6. 424 с.

3. Поезжаев И.П., Полиновский К.Д., Горбатенко О.А., Панова Е.Н., Буленова К.Ж., Карманов Е.М., Былинский П.А., Битовит О.А., Геотехнология урана/. – Алматы, 2017.

**Т.К. Shayakmet, A.D. Anesh**

**Taking into account the geological features of the Moinkum deposit when mining ore deposits**

**Abstract.** The author gave information in the article that rational extraction of deposits can be achieved only with knowledge of geological features, such as: the development of tectonic faults within the locality, the location of rocks that make up regional horizons, the structural conditions of ore bodies, and others.

**Keywords:** geological structure, formation, facies, horizon, deposit, lens.

**Т.К. Шайыахмет, А.Д. Әнеш**

**Учет геологических особенностей месторождения Моинкум при отработке рудных залежей**

**Аннотация.** Автор привел в статье сведения о том, что рациональная добыча залежей может быть достигнута только при знании геологических особенностейтаки как: развитие тектонических разломов в пределах месторождения, особенности расположения пород, составляющих региональные горизонты, структурные условия рудных тел и другие.

**Ключевые слова:** геологическое строение, образование, фация, горизонт, месторождение, линза.

УДК 553.072

**И.К. Балтабай, А.А. Жүнісов**

*Ғылыми жетекші – А.А. Жүнісов, қауымдастырылған профессор, геология және минералогия ғылымдарының кандидаты*

[a.zhunusov@satbayev.university](mailto:a.zhunusov@satbayev.university), [i.baltabay@stud.satbayev.university](mailto:i.baltabay@stud.satbayev.university)

**ВАСИЛЬЕВ КЕНОРНЫНЫҢ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСЫ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

***Аңдатпа.** Васильев кенорыны алтынды Батыс Қалба құрылымдық формация белдемінің оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан. Кенорнының геологиялық құрылысында басты рөлді даубай және букон свитасының таужыныстары, сондай-ақ тектоникалық жарылымдар алады.*

***Түйін сөздер:** Васильев, даубай, букон, Сарыжал, битум, лавалар, диоритті дайқа.*

**Жалпы сипаттама. Ауданның геологиялық ерекшелігі**

Кенорын даубай эффузивтерінен және букон шөгінділерінен құралған Сарыжал көтерілімінің оңтүстік-батыс қанатында орналасқан. Тектоникалық тұрғыдан алғанда, ол даубай свитасының андезит-базальт құрамының жер үсті эффузивтерімен букон свитасының құм-тактатас қатқабатымен байланыс аймағындағы Шығыс Бокон сырғымасы аспалы қанатында орын тепкен. Кенденуі 4 км солтүстік-батысқа созылып, ені шамамен 100 м (290-300°) жолақ түрінде көрініс берген. Кенорны солтүстік-батыстан Сарыжал субендік сілемімен, оңтүстік-шығыстан солтүстік-шығысқа қарай жанамалық ойыспен шектелген. Жарылымдар сериясы оның ауданын блоктарға бөлген [1].

**Геологиялық құрылысы ерекшеліктері**

Даубай свитасының жалпы қалыңдығы 500 м-ден асады, лавабрекчия, туфолавалар, кремнийлі таужыныстардың қабаттарының бадамтасты андезит-базальт лавалармен қабаттасуынан тұрады. Бұл свитаның өзгермейтін эффузивті таужыныстары порфир және афир құрылымымен, қиылысқан авгит пен андезиттің болуымен, сирек мүйізденуімен сипатталады. Кейбір жерлерде бұл таужыныстар қарқынды пропициттелген, альбиттелген даубай свитасының эффузивтерінің дамыған және букон свитасының битумды лаваларының горизонтымен тікелей байланыста болатын альбитофирлерге өтеді. Таужыныстарының химиялық құрамы сілтілігінің жоғарылауымен сипатталады.

Букон свитасының құрамында терригендік шөгінділер басым, олардың ішінде 4 литологиялық түрлері бөлінеді:

1-жұқа линзалы битуминозды гибриді лавалар мен битуминозды силикатты вулканогенді таужыныстардың алмасуы;

2-құмтастар алевролиттердің, аргиллиттердің линзалары мен горизонттары бар ұсақ-орташа түйірлі сұр түсте, алевропелиттер сирек кездеседі, ұсақ-түйірлі таужыныстар буда көлемінің шамамен 30%-ын құрайды;

3-сұр және қара сұр түсті құмтас сирек кездесетін линзалары мен алевролиттік горизонттары бар;

4-жұқа қабатталған алевролиттер мен ұсақ түйіршікті құмтастар, буданың жоғарғы жағында негізінен алевролиттер [2].

Кенорнында белгілі барлық кен денелері битуминозды гибриді лавалардың төменгі горизонтымен шектелген. Ол туралы түсінік анық емес. Бұрын бұл таужыныстар тектоникалық жарылым аймағының көміртекті затпен байытылған түзілімдері ретінде қарастырылған. Оларды битуминозды вулканогенді таужыныстар ретінде алғаш рет бөліп сипаттаған Г.Б. Левин және т. б. [4].

Бұл қара дақтары бар брекчиялы таужыныстар карбонатты-кварцты құрамның желілерімен енген. Қалыңдығы 70-100 м көкжиек тікелей даубай шоғырының эффузивтерінде жатыр. Петрографиялық зерттеулер олардың базальт, андезит-базальт құрамының будандастырылған битуминозды сынық лавалары болып табылатынын және даубай свитасының эффузивтерінің қалыңдығымен тығыз генетикалық байланысы бар екенін көрсетті. Битуминозды лавалар айтарлықтай жанартаудан кейінгі өзгерістерге ұшыраған - пропициттену, листвениттену, кварцтану, сондай-ақ қарқынды деформациялар байқалады.

Кенорнындағы магмалық түзілімдер, даубай свитасының эффузивті таужыныстарынан басқа, тереңдіктен табылған ұсақ үйлесімді диоритті құрамды дайкалармен берілген. Олар қалыңдығы 1,5-27 м, ұзындығы 90 м дейін линзалық денелер және кен денелерінің аспалы жағында жатыр. Бұрын сипатталған сиенит-порфирлі дайкаларды Г.Б.Левин және басқалары белсенді пропициттелген андезит-базальттарға жатқызады [3].

Кенорнының барлық кен денелері битумды лава горизонтымен шектелген. Олардың орналасуы әр түрлі бағыттағы сынықтардың қиылысу түйіндерімен анықталады, субендік бұзылыстардың жетекші рөлі байқалады. Кен денелері тізбектеле солтүстік-батыс бағытта байқалады және көміртекті таужыныстарының горизонтының даму шеңберінен шықпайтын желілерде таралатын минералдану және метасоматикалық кремнийлену аймақтарын білдіреді. Кейінгі субмеридиональды бұзылыстар жүйесі және Боконның ысырма бұзылысы жазықтығында қайталанған қозғалыстар кен аймағының ішкі құрылымын және жеке кен денелерінің морфологиясын қиындатады. Құрылымдық жағдайы мен минералдану сипатына сәйкес Васильев кен орнының кен денелері екі топқа бөлінеді: тікелей битуминозды таужыныстар көкжиегінде орналасқан (кен денелері 1, 3, 4, 5 және т.б.) және одан тыс жерлердегілер (кен денесі 2).

### **Қорытынды**

Васильев кенорны даубай және букон свитасы таужыныстарынан тұрады. Даубай свитасына тиесілі лавабрекчия, туфты лавалар, кремнийлі таужыныстары қабаттары андезит-базальт лаваларымен қабаттасып жатыр. Букон свитасында терригендік шөгінділер басым болып келеді, олар 4 литологиялық түрге бөлінеді. Кенорнында шоғырланған барлық кенденелері битуминозды гибриді лаваның төменгі горизонтымен шектелген. Битуминозды лавалар пропициттену, листвениттену, кварцтану, қарқынды деформациялану процесстеріне ұшыраған. Кенорнындағы магмалық түзілімдер ұсақ үйлесімді диорит құрамды дайкалармен сипатталады.

Кеноринның біршама геологиялық құрылысының күрделілігі оны әлі де жете бағалау жұмыстарын жүргізуді қажет етеді.

#### **Әдебиет**

1. Беспаяев Х.А., Париков Ю.С., «Западно-Калбинский золоторудный пояс (Восточный Казахстан)» // Монография Алматы. 2018.-215 б.
2. Большой Алтай (геология и металлогения). Книга 1. Геологическая строение. – Алматы. Ғылым, 1998.-304 б.
3. Беспаяев Х.А., Полянский Н.В., Ганженко Г.Д. и др. Геология и металлогения Юго-Западного Алтая: (в пределах территории Казахстана и Китая).-Алматы: Ғылым, 1997.-288 б.
4. Майоров В.Н., Дьячков Б.А. К вопросу геолого-структурных особенностей золотого оруденения Южного Алтая/Большой Алтай – уникальная редкометалльно-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии: мәліметтер халықар. конф. – Өскемен, 2010.-190-191 б.

**А.А. Zhunussov, I.K. Baltabay**

#### **Features of the geological structure of the karshyga copper ore deposit**

**Abstract.** The Vasilyevskoye deposit is located in the south-eastern part of the belt of the structural formation of the Zapadno-Kalbinsky gold deposit. The main role in the geological structure of the deposit is occupied by the rocks of the Daubay and Bukon formations, as well as tectonic faults.

**Keywords:** Vasiliev, Daubay, bukun, Saryzhal, bitumen, lava, diorite dike.

**И.К. Балтабай, А.А. Жүнісов**

#### **Особенности геологического строения Васильевского месторождения**

**Аннотация.** Васильевское месторождение расположено в юго-восточной части пояса структурной формации Западно-Калбинского месторождения золота. Главную роль в геологическом строении месторождения занимают породы даубайской и буконской свиты, а также тектонические разломы.

**Ключевые слова:** Васильев, даубай, букон, Сарыжал, битум, лава, диоритовая дайка.

УДК 550.85

**А.Д. Базарбаева, А.О. Байсалова**

*Научный руководитель – А.О. Байсалова, доктор PhD, лектор*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

[bazarbayeva.aitolkyn@bk.ru](mailto:bazarbayeva.aitolkyn@bk.ru)

#### **ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВЕРХНЕЕ ЭСПЕ (Восточный Казахстан)**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены главные петрографические и минералогические особенности месторождения Верхнее Эспе. Проанализированы и исследованы образцы, которые относятся к определенным группам горных пород редкоземельного и редкометалльного месторождения. Описана последовательность процесса минералообразования.

**Ключевые слова:** месторождение, Верхнее Эспе, лейкократовые граниты, щелочные граниты, кварц, микроклин, альбит, циркон, пироксенол.

Редкие металлы и редкие земли Восточного Казахстана играют значительную роль в структуре стратегического вида природного минерального сырья, а также составляющую основу ведущих отраслей производства, которые обеспечивают экономическую и оборонную безопасность государства. Месторождение Верхнее Эспе является наиболее крупным многокомпонентным месторождением редких металлов и редких земель в Казахстане с промышленными содержаниями ниобия, тантала, циркония и редких элементов. [4]

Верхнеэспинское месторождение редких элементов, открытое А.В. Степановым в 1955-1956 гг. при геологической съемке масштаба 1:200000, является уникальным петрографическим, минералогическим, геохимическим объектом для научных исследований

процессов метасоматоза (фенитизации), альбитизации и связанного с ними редкометального и редкоземельного рудообразования [5]. По последним данным месторождение представлено более 120 минералами, что обеспечивает особенность Верхнему Эспе. Важно отметить, что это месторождение отличается наличием редких, очень редких и недавно открытых минералов и редкоземельных элементов.

Кроме того, Верхнеэспинское месторождение отличается своей структурой, горными породами, полезными компонентами, петрографическими особенностями.

На это указывает тот факт, что исследуемые объекты представлены различными горными породами, такими как лейкократовые, субщелочные, порфировидные и биотитовые граниты, щелочные граниты, пегматоидные жилы, альбититы и кварцевые жилы и роговики.

При характеристике интрузивных пород района и месторождения, на основании изучения состава петрохимических особенностей и взаимоотношений разновидностей гранитоидов, была подчеркнута своеобразная зональность строения Ийсорского и Эспинского массивов, обусловленная сменой пород от неизменных крупно-среднезернистых биотитовых гранитов до метасоматических порфировидных биотитовых разностей и рибекит-альбитовых апогранитов (рисунок -1 а,б)

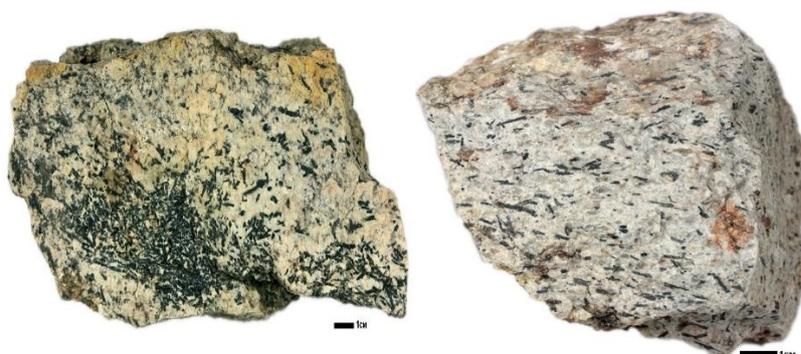


Рисунок 1 - Рибекитовый гранит (а) и альбититовый апогранит (б) [2,5].

Необходимо отметить также, что с точки зрения магматического происхождения рибекитовых разностей гранитоидов в результате образования щелочного дифференциата, обогащенного редкими элементами, наиболее высокие их концентрации следует ожидать в дайковых телах, рибекитовых гранитах и жилах.

Представленные горные породы состоят из главных породообразующих, второстепенных, рудных и редких акцессорных минералов. К ним относятся кварц, калиевые и натриевые полевые шпаты (микроклин, альбит), которые составляют около 90% пород; также присутствуют нормальные и щелочные амфиболы, пироксены (горнбленд, арфведсонит, рибекит и эгирин), реже встречаются мусковит, биотит и лепидолит. В виде акцессорных и рудных минералов присутствуют циркон, малакон, пирохлор (рисунок-2 а, б), гагаринит, астрофиллит, нарсарсукит и т.д.

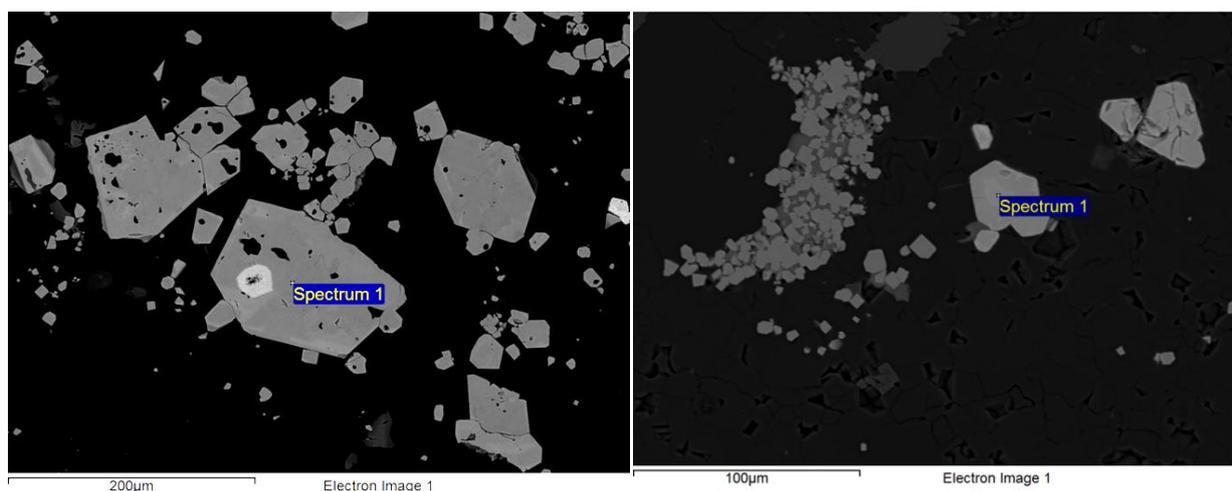


Рисунок 2 - Бипирамидальные кристаллы циркона (а) и крупные кристаллы пирохлора (б) в альбитизированных породах (месторождение Верхнее Эспе) [2,5]

На месторождении содержание микроклина увеличивается в приконтактных, центральных зонах и жильных телах метасоматитов, а преобладание альбита наблюдается на большей части апикальной зоны массива. Соотношение альбита и микроклина варьируется в направлении к периферии массива апогранитов. Также происходит последовательная направленная смена состава не только полевых шпатов, но и темноцветных в виде ряда: биотит-астрофиллит-рибекит-эгирин, наглядно иллюстрирующего увеличение кислотности среды минералообразования.

Распределение полезных компонентов на месторождении от неравномерного до весьма неравномерного, однако, в пределах определенных блоков или типов оно может быть достаточно выдержанным.

Минимальные концентрации редких элементов, в целом, по месторождению отмечаются в редкометалльнозамещенных метасоматитах, пегматитах и альбитах. В отдельных телах и жилах содержания достигают:  $ZrO_2$  до 20% и более,  $Nb_2O_5$  до 1-2% и более,  $P_2O_5$  и  $Y_2O_3$  до 5-10% [1].

Таким образом характерной особенностью строения Эспинского массива является четко выраженная зональность в распределении структурно-петрографических различий гранитоидных пород определяющаяся направленной последовательностью смены отдельных парагенетических минеральных ассоциаций, отражающих закономерный ход эволюции метасоматического процесса.

### Литература

1. Степанов А.В., Бекенова Г.К. Краткая характеристика Верхнеэспинского месторождения редких элементов // Материалы международной конференции «Геология, минерагения и перспективы развития минерально-сырьевых ресурсов» «Сатпаевские чтения». – Алматы, 2009.
2. Байсалова А.О. Особенности метасоматических процессов редкометалльных проявлений гранитного массива Акжайлыутас и сопредельных районов. 2018
3. А.В Степанов, Г.К. Бекенова, Е.А. Добровольская, В.Л. Левин, П.Е. Котельников. О процессе фенитизации в связи с малыми интрузиями щелочных гранитов на примере Верхнеэспинского редкометалльного месторождения (Восточный Казахстан).
4. Фралова О.В. Изучение геологического строения и вещественного состава руд редкоземельного месторождения Верхнее Эспе для построения прогнозно-поисковой модели (Восточный Казахстан). 2018.

5. Байсалова А.О., Бекенова Г.К. Геохимические особенности титаносодержащих минералов Верхнеэспинского месторождения редких элементов (Восточный Казахстан).

**A. D. Bazarbayeva, A. O. Baisalova**  
**Petrographic features of the Verkhnee Espe deposit.**  
**(East Kazakhstan)**

**Abstract.** This article describes the main petrographic and mineralogical features of the Verkhneye Espe deposit. Samples that belong to certain groups of rocks of rare-earth and rare-metal deposits are analyzed and studied. The sequence of the mineral formation process is described.

**Keywords:** Verkhnee Espe deposit, leucocratic granites, alkaline granites, quartz, microcline, albite, zircon, pyrochlore.

**А.Д.Базарбаева, А.О.Байсалова**  
**Жоғарғы Эспе кен орнының петрографиялық ерекшеліктері.**  
**(Шығыс Қазақстан)**

**Аннотация.** Бұл мақалада Жоғарғы Эспе кен орнының негізгі петрографиялық және минералогиялық ерекшеліктері қарастырылған. Сирек кездесетін және сирек жер кен орындарының тау жыныстарының белгілі бір топтарына жататын үлгілер талданып, зерттелді. Минералды түзілу процесінің реттілігі сипатталған.

**Түйін сөздер:** Жоғарғы Эспе кенорны, лейкократты граниттер, сілтілі граниттер, кварц, микроклимат, альбит, циркон, пироклор.

УДК 553.07

**Г.М. Бейсенбай, Я.К. Аршамов**  
*Научный руководитель – Я.К.Аршамов, к.г.-м.н., ассоциированный*  
*профессор кафедры ГСПуРМПИ. Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[g.beisenbay@satbayev.university](mailto:g.beisenbay@satbayev.university)

**ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО**  
**МЕСТОРОЖДЕНИЯ БОРЛЫ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности геологического строения медно-порфирового месторождения Борлы. Выделяются и описываются морфология и особенности внутреннего строения рудного штокверка, гидротермальные изменения пород, формы рельефа и вещественный состав руд месторождения Борлы.

**Ключевые слова:** месторождение Борлы, медно-порфировое месторождение, окисленные руды, медь, молибден, штокверк, халькозин, пирит.

Месторождение «Борлы» расположено в северо-западном Прибалхашье в 30 км от рудника «Коньрат» и в 42 км от города Балхаш. В геологическом строении района принимают участие отложения каменноугольной, неогеновой и четвертичной систем, а также интрузивные образования верхнедевонского – нижнепермского возраста [1, 4 и др.]. Изучением его в разные годы занимались М.И. Жуков, Н.Г. Боева, И.И. Колесников, М.К. Бахтеев, В.С. Попов, Л.К. Алексеева, Т.Д. Асамбеков, Т.Д. Артыкбаев, В.В. Колесников, Н.М. Жуков, В.В. Солодилова, Л.Е. Герцен, Е.В. Пучков, А.И. Полетаев, В.А. Сафонов [4 и др.].

Каменноугольная система (С) представлена всеми тремя отделами. Нижний отдел сложен отложениями визейского и визенаморского ярусов, наблюдаемых в западной и юго-восточной частях района. Средний отдел представлен отложениями каркаралинской и калмакэмельской свит, развитыми в северной и центральной частях района, где они несогласно с размывом залегают на пирокластических образованиях нижнего отдела системы и гранодиоритах балхашского комплекса. Верхний отдел представлен породами кергетасской свиты, развитыми в основном в северной и юго-восточной части площади.

Неогеновая система (N). Осадки системы обнажаются вдоль размывных речных долин, представлены породами аральской, павлодарской свит. Отложения четвертичной системы (Q) развиты повсеместно.

Интрузивные породы широко развиты в районе. Среди них выделяются балхашский, коунрадский, кокдомбакский и калдырминский комплексы [2, 4].

Балхашский комплекс образует Токрауский массив и характеризуется пестрым петрографическим составом: габбро, кварцевые диориты, гранодиориты, граниты. Широким развитием в массиве пользуются дайковые породы: гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры и другие разновидности. Коунрадский комплекс объединяет группу жильных пород и малых интрузий, разнообразных по составу и формам проявления. Комплекс включает гранит-порфиры, граптофиры, дайки гранодиорит-порфиров, диоритовых и диабазовых порфиритов.

Кокдомбакский комплекс слагает в основном Кокдомбакский массив, а также интрузивные образования, развитые в отложениях керегетасской свиты. Породы состоят из гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров, наблюдаемых в виде штоков и неправильной формы тел.

Калдырминский комплекс слагает Восточно-Коунрадский и разрозненные выходы Кенькудукского массива. Породы представлены средне- и крупнозернистыми аляскитами и биотитовыми гранитами главной интрузивной фазы, а также жильными телами кислого и среднего состава [2, 4].

В тектоническом отношении район месторождения приурочен к зоне пересечения Коунрад-Борлинского и Каратас-Борлинского глубинных разломов северо-западного простирания с падением на северо-восток под углом 70-80°. Последние в свою очередь, в особенности в пределах месторождения, сопровождаются серией оперяющих более мелких разломов северо-восточного простирания, с падением на юго-восток под углами 70-80°. Все тектонические нарушения, в основном, имеют сбросовый характер [3, 4].

В зависимости от состава пород, тектонической структуры Северного Прибалхашья образуются различные формы рельефа. Как правило, на верхнепалеозойских осадочно-вулканогенных толщах, лейкократовых и аляскитовых гранитах развиваются скалистые мелкосопочно-низкогорные формы рельефа с относительными превышениями от десятков до первых сотен метров. Отметки вершин от 580 до 650 м. Полезные ископаемые района характеризуются медной и редкометальной специализацией [1, 4].

*Геологическое строение Борлинского рудного поля.* К Борлинскому рудному полю относятся: собственно, месторождение Борлы (состоящее из Центрального и Восточного участков), а также перспективное рудопоявление Западные Борлы, расположенные в пределах Кызылжальского гранитоидного массива, являющегося частью крупного "пестрого" по составу Токрауского батолита [3, 4].

В геологическом строении рудного поля принимают участие вулканогенные образования каркаралинской, калмакэмельской и керегетасской свит, а также интрузивные образования ниже-верхнекаменноугольного возраста. Месторождение представлено двумя рудными участками. Простирание рудных тел север-северо-западное, падение крутое и очень крутое на северо-восток. Протяженность рудного тела Центрального участка 800 м, мощность 15-340 м, прослеженная глубина 200-460 м; Восточного соответственно 260 м, 50-150 м, 120 м. Центральное рудное тело (рис. 1) образовано сближенными рудными линзами, сливающимися в единый рудный столб. С поверхности до глубины 20-35 м рудный столб венчается горизонтально залегающей «шляпой» окисленных руд, в результате чего рудное тело приобретает форму гвоздя [4].

Вулканические образования представлены вулканитами липаритового, дацитового (для образований каркаралинской и керегетасской свит) и андезитового ряда (для образований калмакэмельской свиты) [3, 4].

Интрузивные породы представлены диоритами, гранодиорит-порфирами нижекаменноугольного Балхашского интрузивного комплекса и гранитами, гранит-порфирами верхнекаменноугольного Калдырминского интрузивного комплекса. Они образуют своеобразные трубы и штокообразные тела, именуемые некоторыми

исследователями (Пучков Е.В.,1969) нижнепермским комплексом малых интрузий, с которым пространственно совпадает медно-молибденного оруденение, в том числе Борлинского рудного поля [1, 4].

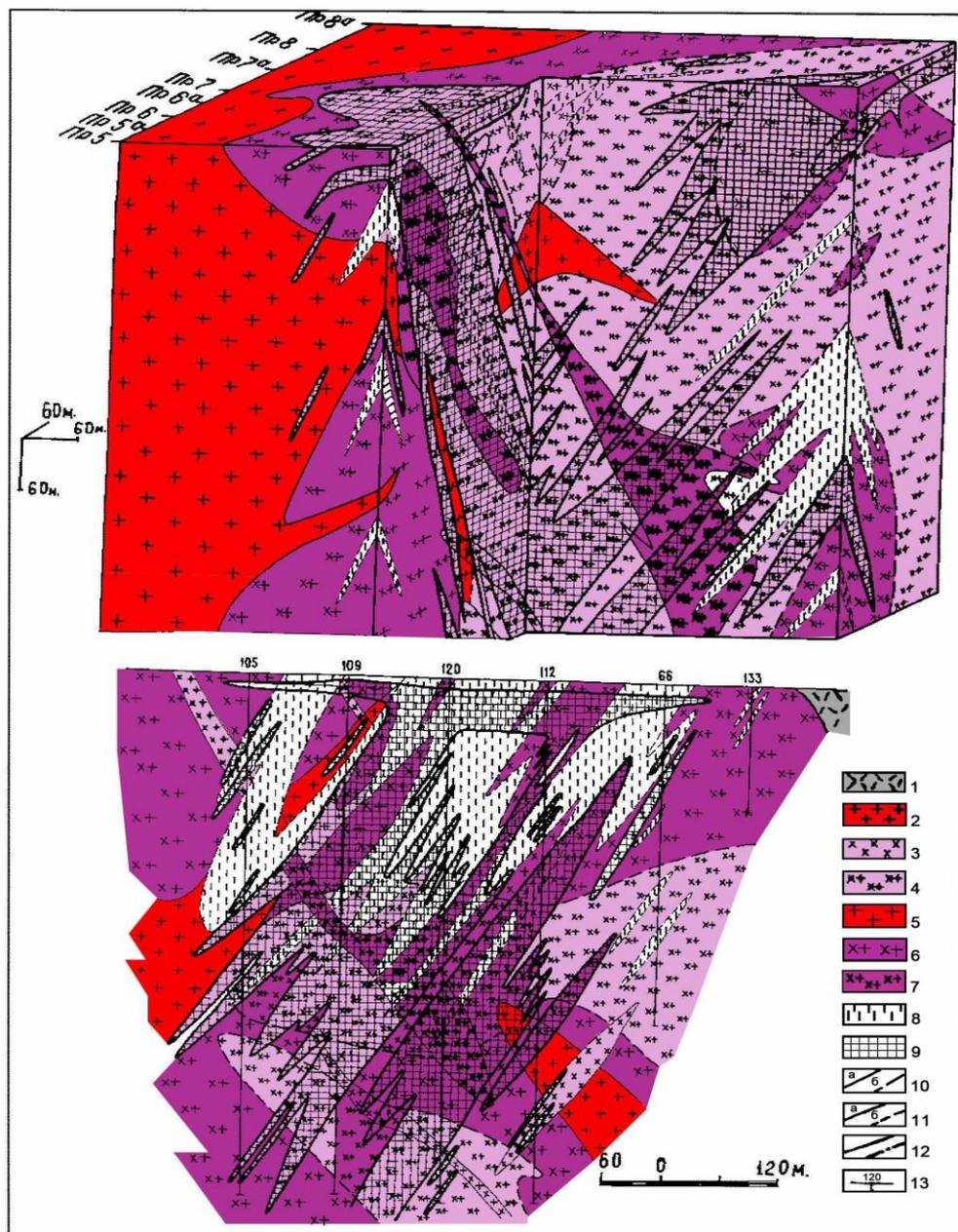


Рисунок 1 - Месторождение Борлы. Блок-диаграмма (вверху), рудная зона (внизу). По Н.М. Жукову [4].

1 – эффузивы и туфы дацитового состава; 2 – мелкозернистые гранит-порфиры; 3 – порфировидные диориты; 4 – порфировидные гранодиориты с пойкилитовой основной массой; 5 – граниты; 6 – равномерно-кристаллические гранодиориты; 7 – порфировидные гранодиориты с аплитовой основной массой; 8 – кварц-серicitовые породы; 9 – рудные тела; 10 – контакты пород интрузивные (а), и условные (б); 11 – границы рудных тел интерполированные (а) и экстраполированные (б); 12 – тектонические нарушения; 13 – скважины.

Горные породы в пределах рудных месторождений подвержены интенсивной гидротермальной проработке. Особенно сильно изменению повреждены центральные части, где вмещающие породы превращены в монокварциты. По периферическим частям месторождений развиты штокверковое окварцевание и калишпатизация. С гидротермально-измененными породами совпадает интенсивная пиритизация, локализация сульфидов меди,

молибдена, свинца и цинка. В пределах месторождения наиболее мощные гидротермальные изменения пород установлены в зоне, имеющей в плане серповидную форму, обращенную выпуклостью на юго-восток. Зона гидротермально-измененных пород с рудными телами сопровождается довольно большим количеством мелких даек диоритовых и диабазовых порфиритов мощностью от нескольких сантиметров до 5 м при длине 50-200 м. дайки диабазовых порфиритов являются пострудными [2, 4].

*Морфология и особенности внутреннего строения рудного штокверка.* Штокверк месторождения Борлы сложен вкрапленниками и кварцевыми прожилками с гнездами и просечками рудных минералов. Конфигурация штокверка довольно сложная и в значительной мере совпадает с конфигурацией зоны метасоматически измененных пород и штока гранодиорит – порфиров. В пределах зоны гидротермально измененных пород по данным опробования выделено несколько рудных тел. Наиболее крупное рудное тело расположено в западной части зоны гидротермально измененных пород, именуемое центральный участок месторождения, и небольшое в восточной части – Восточный участок.

*Центральный участок.* Верхняя и нижняя части рудного тела этого участка отличаются разной степенью разведанности, интенсивностью минерализации и, в некоторой степени, характером минерализации. Нижняя часть рудного тела, разведанная по сети 50x50 м, характеризуется более высокими содержаниями молибдена.

*Восточный участок.* Рудное тело на Восточном участке приурочено к метасоматически измененным кварц-серицитовым кварцитами и имеет небольшие размеры [2].

На месторождении по данным фазовых анализов выделены окисленные, смешанные и сульфидные руды (халькозиновые каолинизированные и первичные).

К окисленным рудам отнесены руды с содержанием окисной меди более 20 %, к смешанным – 10 – 20%, к сульфидным – 10 %. Главными минералами в окисленных рудах являются малахит, хрикозолла, азурит, лимонит и др. Редко сохраняются халькопирит, молибденит, борнит, халькозин. Вторичные минералы, как правило, развиты по трещинам в виде примазок, по микротрещинам в кристаллах полевого шпата и кварца. Типичными текстурами для окисленных руд являются: трещиноватая, порошковая, пористая, реже цементная. Обычными структурами являются: структура разъедания, скелетная, каллоидная и др. Среднее содержание меди в окисленных рудах 0,33%, молибдена–0,0075%, максимальные содержания меди–1,69%, молибдена 0,03%. Для окисленных руд характерно пониженное содержание серы, редко превышающее 1% и серебра – 1-2 г/т. Минеральный состав смешанных руд довольно прост. Помимо перечисленных минералов зоны окисления, присутствуют самородная медь, халькозин, борнит, ковеллин, пирит. Типичные текстуры те же, что и в окисленных рудах, однако заметно возрастает роль цементной текстуры. Молибден, сера и серебро присутствуют в близких к первичным рудам количествах [1, 4].

На месторождении выделены зона халькозиновых руд и зона первичных руд. Халькозиновые (каолинизированные) руды залегают в гранодиоритах, кварцитах, метасоматически измененных породах подвергшихся каолинизации. Главными рудными минералами этой зоны являются пирит, халькозин, халькопирит, ковеллин, борнит, молибденит. Пирит и халькозин наиболее распространенные, при чем халькозин обычно покрывает пленкой кристаллы пирита. Более распространенной текстурой является цементная и каркасная текстура. Из структур наиболее часто встречается скрыто кристаллическая, реже коррозионная.

Первичные руды составляют основную часть запасов руд месторождения. Медные минералы представлены халькопиритом, реже борнитом, ковеллином, иногда отмечается эндогенный халькозин, развитый на флангах рудного тела. Из других минералов развиты молибденит, пирит, галенит, сфалерит, магнетит, рутил и др. Текстуры прожилковая, вкрапленная. Из структур на отдельных участках можно отметить зернистые, порфировидные, мелкокристаллические и др.

На месторождении проявлены три стадии гидротермального процесса: ранняя щелочная (калишпатизация, хлоритизация, окварцевание, эпидотизация, пренитизация), кислотная (серицитизация, окварцевание, хлоритизация и карбонатизация), позднещелочная (окварцевание, карбонатизация и др.). Оруденение связано, главным образом, с кислотной стадией. Главные гипогенные рудные минералы – пирит, халькопирит, молибденит; второстепенные – сфалерит, блеклая руда, теннантит, галенит, магнетит, борнит, халькозин, пирротин [4].

### Литература

1. Зейлик Б.С., Веселов В.В. и др. Технично-экономическое обоснование промышленной ценности медно-молибденового месторождения Борлы с проектом кондиций для подсчета запасов. 1980.
2. Топоев А.Н. и др. Геологический отчет с подсчетом запасов по молибденово – медному месторождению Борлы. 1982.
3. Колесников И.И., Кудрявцев Ю.К., Мурашкин В.Б. Отчет объемное геологическое картирование м-ба 1:50000 площади Борлинского рудного поля. Караганда, 1981.
4. Месторождения меди Казахстана. Справочник. Второе издание. – Алматы, 2014. – 190 с.

**G.M. Beisenbay, Ya.K. Arshamov**

#### **Features of the geological structure of the borly porphyry copper deposit**

**Abstract.** The article discusses the features of the geological structure of the porphyry copper deposit Borly. The morphology and features of the internal structure of the ore stockwork, hydrothermal changes in rocks, relief forms and the material composition of the ores of the Borly deposit are distinguished and described.

**Keywords:** Borly deposit, porphyry copper deposit, oxidized ores, copper, molybdenum, stockwork, chalcocite, pyrite.

**Г.М. Бейсенбай, Я.К. Аршамов**

#### **Борлы мыс-порфирлі кенорнының геологиялық құрылысының ерекшеліктері.**

**Аңдатпа.** Мақалада Борлы мыс-порфирі кенорнының геологиялық құрылысының ерекшеліктері қарастырылады. Борлы кенорнының морфологиясы мен ішкі құрылысының ерекшеліктері, таужыныстарындағы гидротермалдық өзгерістер, бедер пішіндері мен кендердің заттық құрамы сипатталған.

**Түйін сөздер:** Борлы кенорны, мыс-порфирлі кенорны, тотыққан кендер, мыс, молибден, штокверк, халькозин, пирит.

УДК 550.85

**М.Б. Бейсенбекова, А.О. Байсалова**

*Научный руководитель – А.О. Байсалова, доктор PhD, лектор*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

[molyabeisenbek@mail.ru](mailto:molyabeisenbek@mail.ru)

## **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОЗЕРНОЕ**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены главные особенности геологического строения медно-порфирового месторождения Озерное. Дана общая информация о стратиграфической характеристике района и морфологии рудных тел, а также представлены минералогический и химический состав пород интрузивного комплекса месторождения.

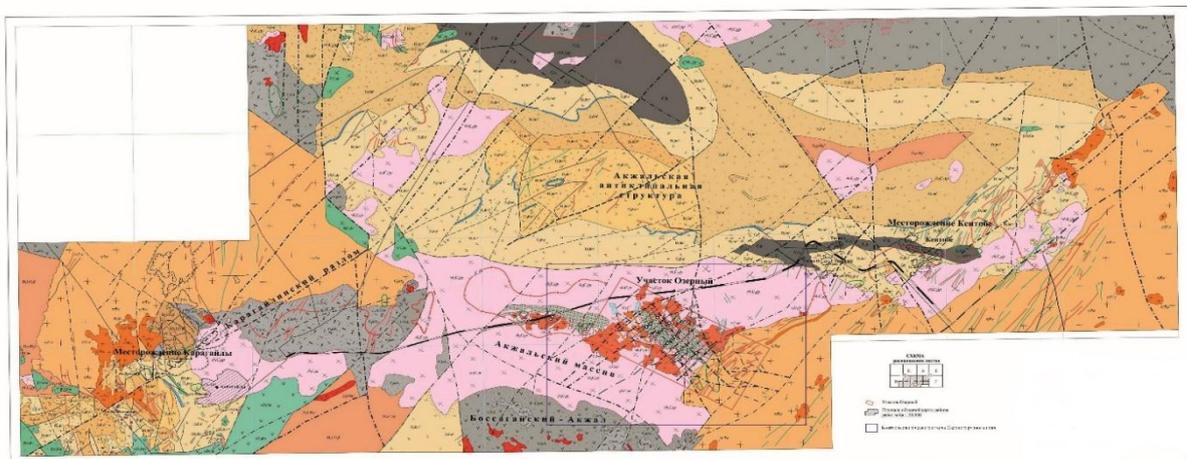
**Ключевые слова:** Медно-порфировое, гранодиорит, лейкогранит, интрузивные образования.

В геологическом строении района месторождений расположено в крайней восточной части Успенской зоны смятия. В нем представлены породы вулканогенно-осадочные породы живетского, франского и фаменского яруса девонской системы и нижней отдел

каменноугольной системы, интродурированной массивами гранитоидов среднекаменноугольного и раннепермского возраста. По данным геологической карты, кайнозойские отложения широко развиты, приурочены к долинам рек, межгорным понижениям и ложбинам стока, сложены песчано-глинистыми отложениями неогеновой и четвертичной систем мощностью до 81 м (рисунок 1). Наиболее широко распространены кайнозойские отложения неогеновой системы, расчлененные на толщу серо-зеленых глин калкаманской свиты ( $N_1kl$ ) и красно-бурых глин павлодарской свиты ( $N_1-2pv$ ) миоцен-плиоценового возраста. По результатам ранее проведенных геологоразведочных работ, на Озерном рудном поле выделено условно семь рудных зон, кулисообразно расположенных по отношению друг к другу и имеющих северо-западное простирание. Протяженность их составляет от 800 м до 3500 м при ширине от 500 до 700 м. Полоса развития рудных зон вытянута в субширотном направлении и прослежена на 9 км. На юго-востоке рудные зоны ограничены акштатауской интрузией, прорывающей гранодиориты (рисунок 2) топарского комплекса, на северо-западе она перекрывается мощным чехлом рыхлых кайнозойских отложений [1].

Масштаб 1:50000

Рисунок 1 - Карта района Озерного рудного поля [2]



В приразломной зоне крупного субмеридионального разлома образуются отложения каркаралинской свиты ( $C_1krk_2$ ) каменноугольной группы. Верхняя подсвита имеет три небольшие по размерам останцы надинтрузивной кровли площади и составляют от 0,025 до 0,2 кв. км, сложенных туфами риолит-дацитового состава, туфопесчаниками и конгломератами верхней подсвиты каркаралинской свиты (рисунок 3). Мощность толщи более 200 м. Отложения кайнозойской группы покрывают все нижележащие стратифицированные и интрузивные образования палеозоя. В составе их континентальных песчано-глинистых отложений выделены:

1) неогеновая система, нижний-средний миоцен, калкаманская свита ( $N_1kl$ ); верхний миоцен-нижний плиоцен, павлодарская свита ( $N_1-2pv$ ), представленные, в основном, серо-зелеными плотными, редко, пестроцветными бейделит-гидролюдистыми глинами;

2) четвертичная система, среднее и верхнее звено аллювиально-пролювиальных отложений ( $apQII-III$ ); среднее и современное звено пролювиально-делювиальных отложений ( $pdQII-IV$ ); верхнее звено озерных отложений первой озерной террасы ( $IQIII$ ); голоцен, современное звено пролювиальных ( $pQIV$ ) и пролювиально-озерных ( $pIQIV$ ) отложений.

Звенья в основном сложены озерными реже аллювиально-озерными красно-бурыми, зеленовато-серыми песчанистыми глинами с линзовидными пластами песчано-гравийно-

галечниковых отложений. Отложения плейстоцена с глубоким размывом налегают на красно-бурые глины павлодарской свиты и палеозойские образования и покрыты более молодыми четвертичными песчано-суглинистыми образованиями. Интрузивные породы широко развиты на Озерном рудном поле. На исследованной территории развиты интрузивные породы калиевой гранодиоритовой субформации гранодиоритовой формации топарского интрузивного комплекса ( $\gamma\delta_2, \gamma_3C_2tp$ ), сформировавшегося в Успенской зоне раннегерцинского этапа тектономагматической активизации и субщелочно-лейкогранитовой субформации лейкогранитовой формации активизационного акштатауского ( $\epsilon\gamma_3P_1\alpha$ ) комплекса (таблица 1). Гранитоиды комплекса слагают Озерный интрузив сформировавшийся в узкой линейной зоне. Он имеет вытянутую удлиненную форму и сложен калиевыми гранитоидами, промежуточных по составу между гранодиоритами, гранитами и калиевыми гранитами. За пределами участка работ они прорывают нижнюю ( $D_3fm_a$ ) и верхнюю ( $D_3fm_b$ ) толщи карбонатно-терригенных фаменских отложений верхнего девона, а также осадочно-вулканогенные породы нижнекаменно-угольной каркаралинской свиты и, в свою очередь, в восточной части рудного поля интродированы субщелочными гранитами раннепермского акштатауского комплекса. Контактный метаморфизм во вмещающих породах проявлен процессами ороговикования и скарнирования. Породы топарского комплекса на Озерном рудном перекрыты неоген-четвертичными отложениями мощностью до 30-54м [3].

Таблица 1 - Химический состав пород топарского комплекса ( $\gamma\delta_2, \gamma_3, \epsilon\gamma_3C_2tp$ )

№ п/п	Пробы	SiO <sub>2</sub>	Ti O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
1	Гранодиориты $\gamma\delta_2C_2tp$	64,01	0,23	15,12	4,74	н/о	<0,01	2,08	3,69	3,84	3,56
2	Лейкограниты $\gamma_3C_2tp$	74,51	0,05	15,38	1,77	н/о	<0,01	0,26	1,07	3,96	2,30
3	Субщелочное габбро	45,73	1,15	18,88	13,02	н/о	<0,01	6,06	8,80	1,00	3,00

На земной поверхности породы топарского комплекса представлены, в основном, сильно выветренными гранитоидами и их элювиальными обломками. Ниже дается описание пород, представляющих вторую ( $\gamma\delta_2C_2tp$ ) и третью ( $\gamma_3C_2tp$ ) фазы внедрения, а также связанных с ними дополнительных интрузивов ( $\epsilon\gamma_3C_2tp$ ) и дайковых образований ( $\epsilon\gamma_3$ ",  $q\mu_3$ ",  $\delta\pi_3$ ",  $\epsilon\delta\pi_3$ ",  $\alpha\beta\pi_3$ " и др.), предположительно связанных с субщелочными гранитами третьей фазы.

*Гранодиориты* средне-крупнозернистые, реже крупно и среднезернистые, биотит-роговообманковые и редко роговообманковые (рисунок 2). Имеют серый цвет, массивную текстуру, гипидиоморфнозернистую структуру и относятся к группе нормальных пород. Порода состоит из призматических и широкотаблитчатых, иногда катаклазированных кристаллов серицитизированного плагиоклаза размером от 1,5 до 4,5, редко 5 и более мм, изометричных зерен кварца, иногда с ярко выраженным волнистым угасанием единичных зерен пелитизированного калиевого полевого шпата и таблитчатых кристаллов хлоритизированного биотита и кристаллов зеленой роговой обманки

*Лейкограниты* ( $\gamma_3C_2tp$ ) среднезернистые и средне-крупнозернистые, иногда порфириовидные, биотит-роговообманковые, биотитовые и редко амфибол-биотитовые. Имеют светло-серую окраску, массивную текстуру и гипидиоморфнозернистую структуру. Порода состоит из идиоморфных призматических кристаллов умеренно серицитизированного и карбонатизированного плагиоклаза (40-45%), изометричных и округлых кристаллов кварца (25-35%), интенсивно пелитизированного калиевого полевого шпата (10-15%) и немногочисленных таблитчатых и призматических кристаллов биотита и бурой роговой обманки (2-4%). Средний размер кристаллов колеблется от 0,7 до 5мм. Очень крупные кристаллы пелитизированного калиевого полевого шпата включают иногда более

мелкие призматические кристаллы серицитизированного плагиоклаза, таблички биотита и изометрические зерна кварца.



Рисунок 2 – Гранодиорит [4]



Рисунок 3 - Туф риолит-дацитового состава [5]

*Субцелочные лейкократовые граниты* ( $\epsilon\gamma_3'C_2tp$ ) имеют наиболее широкое распространение. Они среднезернистые, реже средне-крупнозернистые, имеют розовато-светло-серый цвет, массивную текстуру. Порода состоит из преобладающего количества интенсивно пелитизированного калиевого-полевого шпата, кварца, серицитизированного плагиоклаза, единичных кристаллов биотита, редкой рудной вкрапленности. В крупных таблитчатых кристаллах пелитизированного калиевого полевого шпата заключены более мелкие призматические кристаллы плагиоклаза (монцитонитовая структура), кварца и единичные очень мелкие кристаллы амфиболов.

#### **Заключение**

Месторождение Озерное представлено отдельными рудными зонами с меднопорфировым оруденением, локализующимся в интенсивно метасоматически измененных гранодиоритах и лейкогранитах до метасоматитов серицит-кварцевого состава. Меднопорфировое оруденение контролируется разломами северо-западного простирания. Изучив все особенности рудных тел меднопорфирового месторождения, исследователи выяснили, что большая часть выходов рудных тел в приповерхностной части месторождения перекрыта чехлом рыхлых кайнозойских отложений, а также образования медного оруденения происходило в условиях неоднократной активизации подвижек по зонам первичной трещиноватости. Морфология рудных тел вытянутая, пластообразная, линзовидная, без апофиза. Основным коллектором прожилкового пирит-халькопиритового и кварц-кальцит-халькопиритового оруденения явились зоны сближенных трещин, образованные параллельно трещинам отдельности в приальбандовых частях. На участках интенсивной микротрещиноватости формировались метасоматиты кварц-хлоритового и кварц-хлорит-серицитового состава, с которыми ассоциируется прожилково-вкрапленное меднопорфировое оруденение, представленное пиритом и халькопиритом.

#### **Литература**

1. Сейфуллин Б.Ш., Нуралин Н.Н., Копяткевич Л.В., Джаминов К.Д. Стратиформные месторождения меди западной части Центрального Казахстана. - А-Ата: Наука, 1976. – 249
2. Хамзин Б.С. Проект на разведку меди и попутных компонентов месторождения Озерное в Карагандинской области. – Астана. 2018
3. Альмуханбетов Д. А., Кажкина А. О. Поиски месторождений меди в Центральном Казахстане. –Алма-Ата: Наука КазССР, 1982. –93 с.
4. [http://rockef.vseei.ru/petro/pages/Igneous\\_rocks/2\\_granodiorite\\_group/granodiorite.html#obr1](http://rockef.vseei.ru/petro/pages/Igneous_rocks/2_granodiorite_group/granodiorite.html#obr1)
5. <https://present.com/klassifikaciya-kislyx-porod-granicy-gruppy-po-si/>

М.Б. Бейсенбекова, А.О. Байсалова

### Specific features of the geological structure of the Ozerное copper-porphyry deposit

**Abstract.** The article discusses the main features of the geological structure of the porphyry copper deposit Ozerное. The data on the morphology of ore bodies, on the chemical composition of the rocks of the intrusive complex of the deposit are presented.

**Keywords:** porphyry copper, granodiorite, leucogranite, intrusive formations.

М.Б. Бейсенбекова, А.О. Байсалова

### Озерное мыс-порфирлі кенорнының геологиялық құрылысының ерекшеліктері

**Аңдатпа.** Бұл мақалада Озерное мыс-порфирлі кенорнының геологиялық құрылымының ерекшеліктері қарастырылады. Озерное кенорнының морфологиясы, олардың минералдық құрамы мен құрылымы, сонымен қатар, интрузивті кешеннің химиялық құрамы сипатталады.

**Түйін сөздер:** мыс-порфирлі, гранодиорит, лейкогранит, интрузивті кешен.

УДК 550.8

Е.С. Далеева

*Научный руководитель - А.А. Бекботаева, заведующий кафедрой ГСПиРМПИ, доктор PhD, ассоциированный профессор Satbayev University, Казахстан, г. Алматы.*

[k.daleyeva@gmail.com](mailto:k.daleyeva@gmail.com)

## ОСОБЕННОСТИ ТРЕХМЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Аннотация.** Медно-порфировые месторождения в Казахстане являются одним из главных типов для медной промышленности. На сегодняшний день с развитием компьютерных технологий активно используются горно-геологические системы трехмерного построения моделей месторождений. Для качественного моделирования и оценки месторождения необходимо иметь широкое представление о геолого-структурных особенностях, временном соотношении между фазами пороодо- и рудообразования.

В данной статье рассматриваются особенности геологического строения медно-порфировых систем и их моделирования в трехмерном пространстве. Учитывая, что большинство месторождений были в той или иной степени разведаны в советское время, исторические данные эффективно используются при построении геологической (литологической), тектонической моделей месторождений. Оцифрованные данные геологической документации и опробования служат основой при построении доменов минерализации и последующих оценок ресурсов и запасов. Медно-порфировые системы отличаются комплексом характеристик, которые должны учитываться при построении трехмерных каркасных и блочных моделей.

**Ключевые слова:** Медно-порфировые месторождения, трехмерное моделирование (3D), каркас (домен), геолого-структурная модель, минерализация, статистический/геостатистический анализ.

Медно-порфировые месторождения представляют собой крупные геологические системы (от 10 до более 100 км<sup>3</sup>) гидротермально измененных пород, в центре которых располагаются медно-порфировые штоки, а также проявления скарновых, карбонатно-замещенных, стратиформных, эпитеpmальных полиметаллических и благороднометалльных оруденений.

Региональные разломы и тектонические нарушения в той или иной степени влияют на формационное положение и геометрию медно-порфировых систем и слагающих их частей. Внутридуговые системы разломов, активные как до, так и во время магматизма и формирования порфировых систем, являются важными рудоконтролирующими факторами.

В масштабах рудных районов медно-порфировые системы и связанные с ними порфировые месторождения часто группируются в кластеры или линейные зоны, размеры которых могут достигать 5-30 км в поперечнике или в длину соответственно [1]. Кластеры представляют собой приблизительно изометричные группы месторождений, а линейные зоны ориентируются либо параллельно, либо вкрест к магматическим дугам с заключенными в них медно-порфировыми поясами [1]. Примерами таких кластеров в Казахстане Бозшакольское, Актогайское рудные поля.

Сегодня, в век новых технологий является возможным построение трехмерных геологических и ресурсных моделей месторождений. В контексте геологии 3D-модели представляют собой трёхмерные пространственные модели реальных объектов и месторождений. При трехмерном моделировании появляются новые возможности анализа и интерпретации данных о территории по сравнению с традиционными методами использования двухмерных карт и планов. Результатом моделирования месторождений в объеме являются каркасы геологических разностей, тектонических структур, минерализации, и т. д.

Инструментами оценки и заверками данных является статистический и геостатистический анализы. Данные методы позволяют оценить характерные изменчивость интерполируемых объектов в моделируемой геологической среде: дисперсия, коэффициент корреляции, асимметрия т. д. Во всех этих случаях для решения вопроса о сходстве или различии геологических объектов используются статистические методы проверки гипотез о равенстве числовых характеристик их свойств [5].

Устоявшийся геологоразведочный алгоритм анализа рудных месторождений в региональном масштабе основан в основном на плоскостных наборах данных (например, аэромагнитных, гравиметрических, геохимических). Они интерпретируются для выявления тектонической позиции объекта и сопровождаются полевыми работами для получения наблюдений в масштабе обнажения, масштабе керновых проб и микромасштабе [6].

Обычной для геологии является ситуация, когда относительно имеющегося набора наблюдений заранее неизвестно, является ли он однородным или неоднородным и на какое число однородных групп его следует разделить. Поскольку статистическая неоднородность объекта означает его геологическую неоднородность, то ясно, что задача статистического разграничения совокупности наблюдений является типичной при самых различных геохимических, петрографических и других исследованиях. Задачи, основанные на проверке гипотезы о статистической однородности геологических объектов разделяются на 3 типа:

- выделение аномальных значений;
- разделение неоднородных выборочных совокупностей;
- оценка степени влияния различных факторов на характер изменчивости свойств объектов (дисперсионный анализ) [5].

Сегодня существует большое количество горно-геологических информационных систем (ГГИС), используемых для решения задач моделирования и статистического/геостатического анализа. Примерами наиболее распространенных софтов являются Micromine, Datamine, Leapfrog, Surpac. Имея опыт работы с вышеперечисленными программами, я могу дать характеристику процесса моделирования и анализа данных в них.

Большая часть имеющейся геологической информации о существующих месторождениях унаследована нами от первооткрывателей и геологов, участвующих в дальнейшем изучении этих объектов. Данная информация сохранилась на бумажных носителях в виде отчетов, карт, разрезов, геологических колонок и т. д.

Развитие цифровизации в Казахстане постепенно приводит к переносу исторических данных в электронный вид. Данные бурения и опробования заносятся в базы данных. Геологические карты, планы и разрезы свободно импортируются и визуализируются в

трехмерной среде. Подобные данные дают представление о геометрии рудных тел месторождения и временном соотношении между фазами породо- и рудообразования.

На примере медно-порфировых систем по составу и временной связи выделяются основные фазы образования горных пород и оруденения, а также внедрения структур в виде даек, жил. Для трехмерного моделирования необходимо объединение данных пород в группы пород для каждой фазы.

Для исторических данных этот момент в некоторой степени осложняется разночтением в названии и определении одних и тех же пород, слагающих месторождение. Также архивные источники в виде геологических колонок и журналов документации показывают, что процесс документации раньше имел более творческий характер. В современной интерпретации геологического строения важным аспектом является точное и уникальное кодирование стратиграфических разностей, чтобы позволяет многократно упростить процесс построения и максимально сократить количество геологических объектов моделирования.

Изучение имеющихся архивных интерпретированных карт и разрезов, дает общее направление и помогает в установлении структурного строения месторождения, взаимосвязи порфиров и других геологических единиц. Оцифрованные интервальные таблицы с описанием геологии служат основой для построения тектонической и литологической моделей.

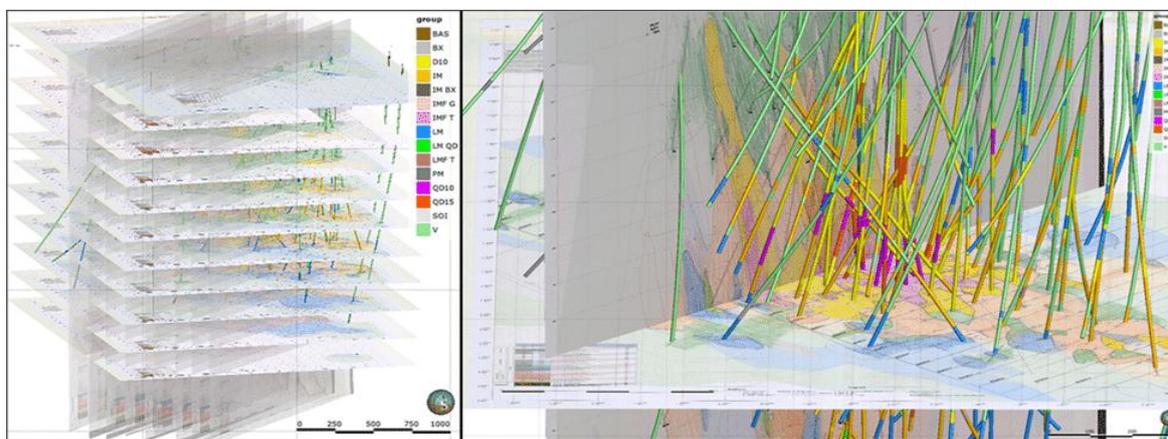


Рисунок 1 - Пример геологических планов и разрезов по золото-серебряно-медному месторождению Альпала, привязанных в трехмерной программе [4]

Следующим этапом является построение каркаса (домена) минерализации и анализ минеральных систем. Ключевым моментом в изучении месторождения является область оценки, определяемая путем объединения моделей геологии и минерализации (числовых моделей), чтобы оценить связь между содержанием и геологической историей месторождения. Эти области определяются на основе геологических знаний и подкрепляются статистическим анализом и выявлением закономерностей распределения минерализации.

Немаловажным аспектом в геологической модели является ее разделение по степени выветрелости. Изучение типа материала (окисленный, сульфидный) в первую очередь необходимо для решения технологических задач в процессе дальнейшей переработки. Зачастую исторические паспорта бурения содержат информацию по степени выветрелости, хотя не всегда фиксируется переходная зона. Трехмерная поверхность границ зоны окисления может быть снята с разрезов и уточнена в дальнейшем при проведении детальных геологоразведочных работ с использованием современных протоколов геологической документации.

Для медно-порфировых месторождений характерно гипогенное гидротермальное изменение, как правило, подразделяемое по минеральному составу. В породах, богатых силикатами, наиболее распространенными замещающими минералами являются калиевые полевые шпаты, биотит, мусковит (серицит), альбит, ангидрит, хлорит, кальцит, эпидот, каолинит. В карбонатных породах наиболее распространены гранат, пироксен, эпидот, кварц, актинолит, хлорит, биотит, кальцит, доломит, калиевый полевой шпат, волластонит. Также среди числа замещающих минералов встречаются турмалин, андалузит и актинолит [7].

Детальное изучение подобных гидротермальных изменений имеет особую значимость для переработки руды. В виду этого проводятся технологические испытания для определения пригодности руды для флотации или других технологий для отделения минералов от вмещающей породы. Результаты данных исследований также используются для создания металлургических моделей и используются в дальнейшем при отработке месторождения.

В заключение следует отметить, что современная концептуальная модель медно-порфирового комплекса характеризует механизмы формирования рудной минерализации [2], качественные показатели содержаний, степени выветрелости и изменения пород. Такая модель служит основой для анализа генезиса медно-порфировых систем и выбора направления геологоразведочных работ [3], а также для долгосрочного и краткосрочного планирования горных работ и переработки руды. 3D моделирование — это прежде всего инструмент, который позволяет эффективно визуализировать и интерпретировать геологические данные с наименьшей затратой финансовых средств и времени. Примерами крупных медно-порфировых проектов, успешно реализовавших трехмерное комплексное моделирование, включающее геологические, минерализованные домены, а также атрибуты степени выветривания и гидротермальных изменений, являются месторождения Альпала (Эквадор), Удокан (Россия), Бозшаколь, Актогай (Казахстан), Алмалык (Узбекистан).

### **Литература**

1. Меднопорфировые системы, Р.Силлитой, *Economical Geology*, 2010
2. Spichak, V.V., Goidina, A.G. A conceptual model of the copper–porphyry ore formation based on joint analysis of deep 3D geophysical models: Sorskoe complex (Russia) case study. *Acta Geophys.* 65, 2017
3. Arvanitidis N.D., Michael C., Christidis C., Weihed P., Gaál G., Royer J.J., Perantonis G., Bakalis V., Ballas D., Using 3D/4D modelling tools in exploration for porphyry and manto-polymetallic potential areas in Eastern Chalkidiki peninsula
4. Using Leapfrog Edge to Automate Internal Resource Estimation Reviews at the Alpala Porphyry Copper-Gold Deposit, Cascabel Project, Northern Ecuador, October 30, 2020 <https://www.seequent.com/using-leapfrog-edge-to-automate-internal-resource-estimation-reviews/>
5. Ворошилов В.Г., Математическое моделирование в геологии: Учебное пособие, Томск: Изд. ТПУ, 2001
6. Cowan, E.J., Deposit-scale structural architecture of the Sigma-Lamaque gold deposit, Canada— insights from a newly proposed 3D method for assessing structural controls from drill hole data. *Mineralium Deposita*, 2020
7. Byron R. Berger, Robert A. Ayuso, Jeffrey C. Wynn, and Robert R. Seal, Preliminary Model of Porphyry Copper Deposits, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia: 2008

**Е.С. Далеева, А.А. Бекботаева**

### **Мыс-порфир кен орындарын үш өлшемді модельдеудің ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Мыс-порфир кен орындары Қазақстандағы мыс өнеркәсібі үшін басты типтердің бірі болып табылады. Бүгінгі таңда компьютерлік технологиялардың дамуына байланыста, кенорындарының үш өлшемді модельдерін тау-кен геологиялық жүйелерінің құру белсенді қолданылады. Кен орнын сапалы модельдеу және

бағалау үшін геологиялық және құрылымдық ерекшеліктер, тау-кен және кен түзілу кезеңдері арасындағы уақыт қатынасы туралы кең түсінік болуы керек.

Бұл мақалада мыс-порфир жүйелерінің геологиялық құрылымының ерекшеліктері және оларды үш өлшемді кеңістікте модельдеу қарастырылған. Кен орындарының көпшілігі кеңес уақытында белгілі бір дәрежеде барланғанын ескере отырып, тарихи деректер кен орындарының геологиялық (литологиялық), тектоникалық модельдерін құруда тиімді қолданылады. Геологиялық құжаттама мен сынамаалаудың цифрланған деректері құрылыс кезінде негіз болып табылады.

**Түйін сөздер:** мыс-порфир кен орындары, үш өлшемді модельдеу (3D), каркас (домен), геологиялық-құрылымдық модель, минералдану, статистикалық/геостатистикалық талдау.

**Y. Daleyeva, A.A. Bekbotayeva**

#### **Specific features of three-dimensional modelling of copper-porphyry deposits**

**Abstract.** Copper-porphyry deposits in Kazakhstan are one of the main types for the copper industry. Nowadays, since the development of computer technology, mining and geological systems of three-dimensional construction of models of deposits are widely applied. For high-quality modeling and evaluation of the deposit, it is required to have a comprehensive understanding of the geological and structural conditions, the historical timing relationship between the phases of rock and ore formation.

This article considers the specifics of the geological setting of copper-porphyry systems and their modeling in three-dimensional space. Since the majority of deposits were explored to some degree in the Soviet time, the historical data are efficiently processed in the creation of geological (lithological) and tectonic models of the deposits. Digitized geological records and sampling data provide the basis for the generation of mineralization domains and subsequent resource and reserve estimates. Copper-porphyry systems are known for a set of characteristics that should be taken into account during the creation of three-dimensional wireframe and block models.

**Keywords:** copper-porphyry deposits, three-dimensional modeling (3D), wireframe (domain), geological and structural model, mineralization, statistical/geostatistical analysis.

УДК 553.04

**А. Б. Даулеткелди**

*Научный руководитель – Т. К. Шайыяхмет, тьютор, магистр технических наук*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[akimdauletkeldy@gmail.com](mailto:akimdauletkeldy@gmail.com)

### **ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК ОСНОВА ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ**

***Аннотация.** В этой статье автором рассматривается важность и необходимость изучения геолого-структурных особенностей урановых месторождений при оценке запасов рудных залежей. В качестве примера были изучены, систематизированы и обобщены результаты ранее проведенных геологоразведочных работ, а также современных исследований действующего уранового месторождения Инкай.*

***Ключевые слова:** металлогеническая зона, рудный район, урановое месторождение, урановое оруденение, рудное тело.*

Месторождения Инкай в административном отношении входит в состав Южно-Казахстанской области.

Климат района резко континентальный и характеризуется значительными годовыми и суточными амплитудами колебаний температуры, суровой зимой, жарким летом, короткой весной, сухостью воздуха и малым количеством осадков.

По данным наблюдений метеостанции «Батпак-Дала», средняя годовая температура воздуха +6°, +9°C, абсолютный максимум температур наиболее жарких месяцев июня-июля составляет +43°C, абсолютный минимум –35°C падает на январь. Суточные колебания температуры воздуха в летние месяцы достигает 14°C.

Средняя годовая сумма осадков в пределах 130-140 мм. Количество твердых осадков составляет 22-40% от годовых. Средняя влажность воздуха в пределах 56-59%.

Ближайшие урановые месторождения: Буденновское (100 км), Шолак-Эспе (80 км), Мынкудук (30 км), Акдала (80 км), Жалпак (140 км), Уванас (100 км), Канжуган, Моинкум (250 км). На месторождениях Уванас, Канжуган, Моинкум (уч.Южный), Мынкудук (уч.Восточный), Акдала ведется добыча урана способом подземного скважинного выщелачивания ТОО «Степное РУ» ТОО «Казатомпром-SaUran» АО «НАК «Казатомпром», ТОО СП «КАТКО», ТОО «СП «ЮГХК».

Месторождение Инкай входит в состав Мынкудукского рудного района Кенце-Буденновской металлогенической зоны, где оно контролируется передовой частью гигантской дуги, которую образуют региональные рудоконтролирующие фронта пластового окисления в проницаемых горизонтах верхнего мела. Рудоносные зоны месторождения прослеживаются с северо-востока на юг около 55 км при их общей ширине от 7 км до 17 км. На северо-востоке месторождение Инкай граничит с участком Западный Мынкудук, (ТОО Аппак), его южные границы (с Буденновским месторождением) находятся в районе озерно-соровых котловин в низовьях р.Шу (рис.1). Исходя из уникальных размеров месторождения, а также учитывая геологические, гидрогеологические и геотехнологические условия локализации руд на различных участках, оно было районировано на четыре участка: участок 1; участок 2; участок 3 (Северный фланг) и участок 4 (Южный фланг).

Месторождение Инкай относится к урановым объектам гидрогенного типа, генетически связанных с развитием в проницаемых верхнемеловых водоносных горизонтах пластовой окислительной рудоконтролирующей эпигенетической зональности.

Урановое оруденение на месторождении локализовано в среднем и нижнем подгоризонтах Инкудукского горизонта ( $K_2t_2$ -st) континентальных отложений верхнего мела ( $K_2t_1$ ). Стратиграфическая колонка района месторождения представлена на. Схема рудоносности месторождения Инкай, с разбивкой на участки представлена на рисунке 1.

Мынкудукский горизонт, в основании которого залегают отложения палеозойского фундамента ( $P_1gd$ ), представлен в основном мелко-среднезернистыми песками с незначительным количеством грубозернистых разностей и глин. Мощность горизонта колеблется в пределах 50-80 м.

Инкудукский горизонт с видимой границей размыва залегает на отложениях мынкудукского горизонта. Его мощность составляет 100-130м.

Литологический состав горизонта выражен весьма неоднородно с преобладанием грубозернистых разностей (пески разнотернистые с гравием и галькой, гравийно-галечниковые отложения).

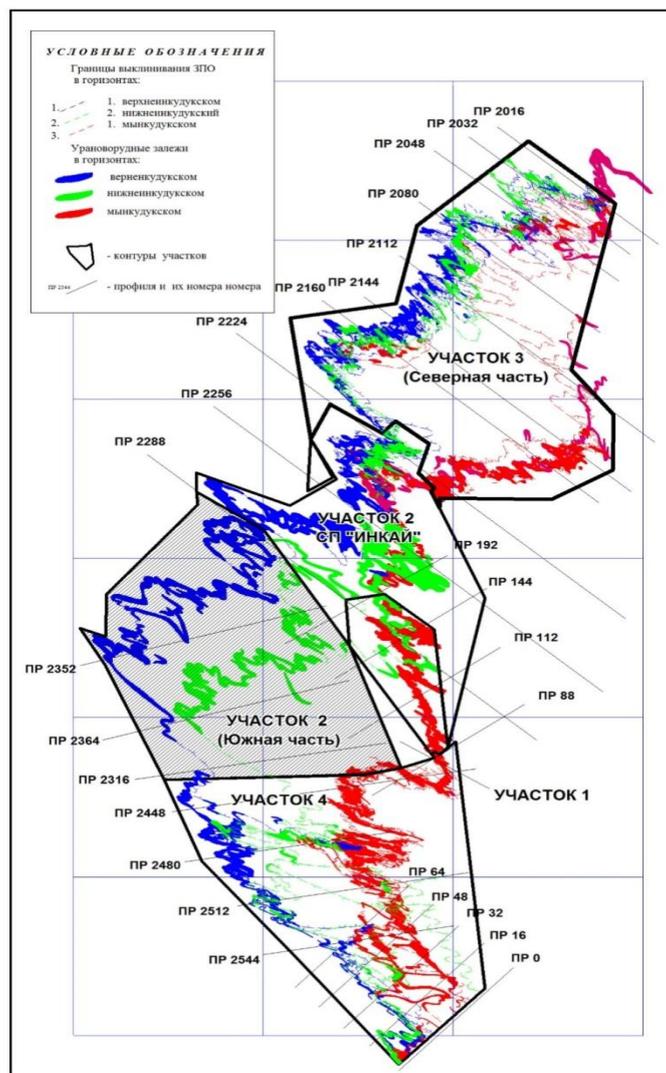


Рисунок 1 – Карта рудоносности месторождения Инкай с разделением на участки

На основании хорошо проявленной ритмо-стратиграфической цикличности, горизонт подразделяется на 3 подгоризонта (цикла), соответственно: нижний ( $in_1$ ), средний ( $in_2$ ) и верхний ( $in_3$ ).

Замыкают верхнемеловой разрез отложения жалпакского горизонта  $K_2km(gp)$ , мощностью 50-80 м, сложенные крупнозернистыми песками.

Мощная толща палеогеновых отложений перекрывает на месторождении повсеместно образования мела и представлена континентальными мелко-среднезернистыми песками ( $P_1^{1-2}uv$ ) и морскими глинами ( $(P_{1-2})$ ). Мощность первых, соответственно, 15-30 м, вторых 100-190 м.

Неоген-четвертичный комплекс мощностью 30-110 м составляет верхнюю часть разреза и в своем составе содержит пески средне-мелкозернистые, разномелкозернистые, глины.

Региональная зона пластового окисления (далее ЗПО) прорабатывает проницаемые отложения инкудукского горизонта на общую мощность в 90 м., отложения мынкудукского горизонта на участке №2 (Южная часть) не окислены и не являются рудовмещающими.

Основной особенностью выклинивания ЗПО в рудовмещающих горизонтах является их послонное развитие, которое в пространстве контролируется фациально-геохимическими обстановками, что, в свою очередь, определяет несколько гипсометрических уровней формирования рудных тел в интервалах глубин 290-410 м.

В разрезе рудные тела имеют форму ролла, в плане – сильно извилистые ленты, полосы. Часто происходит одновременное выклинивание ЗПО на разных уровнях глубин с образованием многоярусных руд.

Руды участка представлены рыхлыми обводненными песчано-гравийными отложениями. Урановая минерализация коффинитом (21%) и настураном (79%). Вещественный состав руд – силикатный ( $\text{SiO}_2$  80-90%), с незначительным содержанием  $\text{CO}_2$  – 0,2-0,3%. Руды мономинеральные. Содержания ППК в рудах находятся в пределах кларковых значений: рений <0,1 г/т, скандий – 3-5 г/т, редкие земли с иттрием – до 120 г/т.

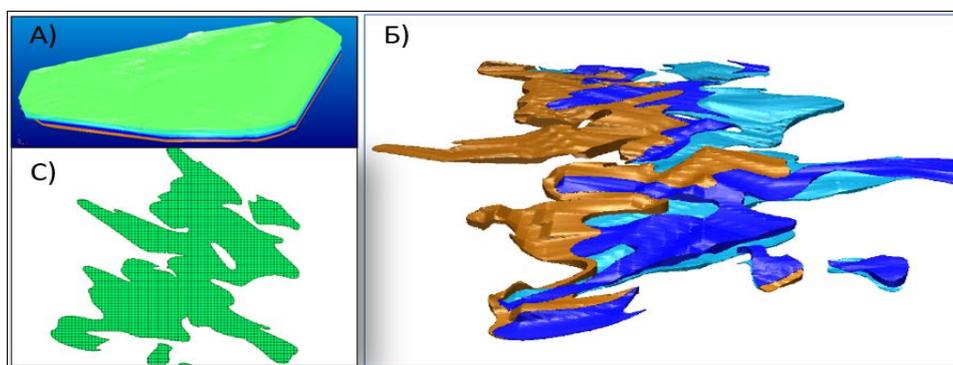


Рисунок 2 – 3D модель: А) цифровая поверхность горизонтов; Б) каркасная модель рудных тел; С) блочная модель месторождения

В последние годы ведущие компании в горнодобывающем секторе успешно осуществляет добычу урановой руды с применением современных горно-геологических информационных систем. Преимуществом инновационных компьютерных программных обеспечений является создания 3D модели геолого-структурных особенностей месторождения, с учетом которых высокой точностью осуществляется оценка запасов по каждому рудному телу. Одним из примеров в этом направлении является ведение геологических работ на урановом месторождении Инкай. В данном месторождении, на основании вышеизложенных геологических особенностей построены комплексные трехмерные модели (рис. 2), при помощи которых успешно осуществляется оценка запасов минерализованных рудных тел в пределах месторождения.

В настоящее время ТОО «СП «Инкай» успешно ведет промышленную добычу на рудоносных залежах Среднеинкудукского и Нижнеинкудукского подгоризонтов с применением инновационных компьютерных технологий, в результате чего достигнуто рациональная и качественно-количественная отработка рудных залежей. Таким образом, на сегодняшний день, извлечение урана по технологическим блокам залежей составляет более 90%.

### Литература

1. Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2008. – 368 с.
2. Капутин Ю. Е. (2002) Горные компьютерные технологии и геостатистика. М., ISBN 5-86093-097-6. 424 с.
3. Язиков В.Г. Особенности изучения геотехнологических свойств руд и геотехнологических условий гидрогенного типа, проектирование комплекса работ при подземном скважинном выщелачивании металлов: учеб. пособие / В.Г. Язиков, ТПУ, 2014.

**Т.К. Shaiyakhmet, А.В. Dauletkeldy**  
**Geological and structural features of uranium deposits as a basis for estimating reserves**

**Abstract.** In this article, the author considers the importance and necessity of studying the geological and structural features of uranium deposits as estimation the reserves of ore deposits. As an example, the results of previously conducted geological exploration, as well as modern studies of the existing Inkai uranium deposit, were studied, systematized and generalized.

**Keywords:** metallogenic zone, ore region, uranium deposit, uranium mineralization, ore body.

**Шайяхмет Т.К., Дәулеткелді Ә.Б.**

**Уран кенорындарының геологиялық құрылымдық ерекшеліктері қорларды бағалаудың негізі ретінде**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада уран кенорындарының геологиялық құрылымдық ерекшеліктері қорларды бағалауда үлкен маңызға ие екені жайлы және осы бағытта көлемді ақпараттар келтірілген. Атап айтқанда, бұрын жүргізілген геологиялық барлау жұмыстарының нәтижелері, сондай-ақ кен өндіріліп жатқан Инкай уран кенорынындағы қазіргі заманғы зерттеулер нәтижелері жүйелендірілді және жалпыландырылды.

**Түйін сөздер:** металлогениялық аймақтар, кенді аудан, уран кенорыны, уранды кендену, кен денесі.

УДК 553.04

**Н.К. Доскали, Я.К. Аршамов**

*Научный руководитель - Аршамов Я. К., к.г.-м.н., ассоциированный профессор кафедры*

*ГСПиРМПИ Satbayev university, Казахстан, г. Алматы*

[n.doskali@stud.satbayev.university](mailto:n.doskali@stud.satbayev.university), [y.arshamov@satbayev.university](mailto:y.arshamov@satbayev.university)

## **ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ СЕВЕРНОГО ПРИАРАЛЬЯ И ЕЕ ПЕРСПЕКТИВЫ НА ТИТАН-ЦИРКОНИЕВЫЕ РУДЫ**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены особенности титана как металл и важность для использования в промышленных областях. Дается история геологического изучения и краткое геологическое описание месторождений в пределах Северное Приаралье. Рассматриваются особенности отложений в районе и некоторые результаты ранее проведенных работ.

**Ключевые слова:** титан, руда, геолого-промышленные типы, россыпные месторождения, Северное Приаралье.

Титан – металл, который отличается легкостью, прочностью и пластичностью от других металлов. По внешнему виду похож на сталь, парамагнитен, имеет плотность 4,505 г/см<sup>3</sup>, температуру плавления 1668±5°С; до температуры 500-550°С устойчив к коррозии.

Высокая температура плавления, малый удельный вес, высокая жаростойкость и механическая прочность делают титан незаменимым материалом для авиационной промышленности, судостроения и ракетной техники. Титан является одним из важнейших легирующих элементов в нержавеющей, кислотостойких, жаропрочных и штамповых сталях. Карбиды, нитраты, силициды титана применяются в качестве абразивного материала. Губчатый титан широко используется в вакуумной технике. Оксид титана применяется в лакокрасочном производстве. Потребность в титане растет необычайно быстро [1].

Титан относится к литофильным элементам, что проявляется в его широком распространении в магматических породах. Среднее содержание титана в земной коре - 0,45 %; наибольшие его концентрации отмечаются в основных породах, наиболее низкие - в ультрамафитах.

Ведущими геолого-промышленными типами титана являются магматические месторождение и россыпные месторождения. Россыпные месторождения имеет большую роль в Казахстане [1].

Титаноносные россыпи разделяют на прибрежно-морские и континентальные. Прибрежно-морские россыпи обычно являются комплексными – ильменит - рутил -

цирконовыми. Казахстан обладает крупными запасами титановых руд. Основу минерально-сырьевой базы титана составляют ильменит-цирконовые россыпи. Всего на территории Казахстана зафиксировано более 300 проявлений титановых руд. Из них в разряд месторождений отнесено 25. Расположены они в основном в Западном Примугалжарье: Шокаш, Сабындыколь, Ащисай и др., в Северном Приаралье: Прогнозное, Устюртское; на севере (Обуховское и др.) и востоке Казахстана (Караоткель, Бектемир) [2].

Территория участков Ералал и Арай (Северное Приаралье), расположено в Актюбинской и Кызылординской областях. В геологическом отношении площадь приурочена к центральной части Туранской плиты. Песчаные горизонты олигоценых отложений Северо-Аральского региона по результатам предшествующих специализированных поисковых и съемочных работ (1956-1974 гг.) выделены в качестве продуктивной титаносной формации и являются перспективными для поисков и разведки циркониево-титановых россыпей [3].

История геологических исследований Северного Приаралья начинается с первой половины XIX века, когда регион посещался целым рядом исследователей, первыми среди которых были А.И. Бутаков, Н.С. Борщов, Н.А. Сверцов, И.В. Никитин, Л.С. Берг, А.Д. Архангельский. При этом, в основном давалась характеристика физико-географических условий региона, а геологические наблюдения носили отрывочный характер. Последующие года разные экспедиции провели несколько исследовательских работ, были составлены геологические карты, была разработана стратиграфия района. В пределах района специализированной партией ВСЕГЕИ в 1957-58 гг. был выявлен ряд радиометрических аномалий (Билибина и др., 1958 г), связанных с песчаными отложениями олигоцена, в которых затем было установлено наличие циркониево-титановой минерализации.

Главным практическим выводом этих геологоразведочных работ явилось обоснование отнесения Северного Приаралья к разряду обширной титаносной провинции, перспективной для постановки широких поисковых работ на россыпные комплексные титаноцирконовые месторождения. Однако, за последние более чем 40 лет поисковые работы на титаноцирконовые руды в регионе не проводились. ТОО «Clinal» «Клинал», возобновил поисково-оценочные работы на титаноцирконовые россыпи в Северном Приаралье в 2015 году. Доскали Назым участвовала в поисково-оценочных работах по региону в качестве техника - геолога.

В целом площадь проведения работ находится в малонаселенной местности. Ближайшими крупными населенными пунктами являются: районный центр - гор. Аральск, Саксаульная, Бозой и небольшие прибрежные поселки – Агиспе, Акбасы, Каратерен.

В верхней части отложений платформенного чехла района работ выявлен ряд месторождений и проявлений железных и циркониево-титановых руд, стройматериалов и подземных вод. В Северном Приаралье редкоземельные элементы повсеместно отмечаются в комплексных циркониево-титановых россыпях, которые локализуются в горизонтах мелкозернистых песков прибрежно-морских отложений верхнего олигоцена. Наиболее детально уровень накопления, минералогический состав и технологические схемы попутного извлечения редкоземельных элементов при переработке титан-цирконовых песков изучены по россыпи Агиспе.

По результатам работ, которые проводились в 2017-2018 г. и по анализам исторических исследований были оценены прогнозные ресурсы титано-цирконовых россыпных рудопроявлений. Были получены результаты химических анализов и установлено что Северное Приаралье является перспективным участком для дальнейшего изучения. В ближайшие годы в Казахстане значительно активизируются работы по освоению месторождений титановых руд, прежде всего россыпных. Поэтому ТОО «Clinal» «Клинал» будет продолжать свои исследовательские работы.

С каждым годом растет потребность в титан-циркониевых рудах. Это объясняется тем, что металл широко используется в стоматологии, ядерной энергетике, металлургии, ракетной технике. Цирконий почти не захватывает тепловые нейтроны, поэтому используется в атомных реакторах в качестве конструкционного материала. Также в Северном Приаралье прогнозируется возможность обнаружения литиевых месторождений, который в век современных технологий является одним из важных и нужных элементов. Поэтому в Северном Приаралье нужно продолжать поисковые работы с целью обнаружения новых месторождений, так как по мнению авторов данной работы район еще малоизучен и перспективы Северного Приаралья недооценены.

### Литература

1. В.А. Домбровский, Н.М. Жуков, Т.В. Гойколова. Месторождения титана Казахстана: Справочник. - Алматы, 2014. - 136 с.
2. Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых: Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2008. – 368 с.
3. Великий Н.М. Титановые россыпи олигоценовой продуктивной формации Северного Приаралья. В кн.: Проблемы геологии Западного Казахстана. М, «Наука», 1971.
4. Яншин А.Л. Геология Северного Приаралья. Изд. МОИП, 1953.

**Doskali N.K., Arshamov Ya.K.**

#### **About the relevance of the further geological study of the Northern Priaralie and its prospects for titanium-zirconium ore**

**Abstract.** This article discusses the characteristics of titanium as a metal and its importance for use in industrial areas. The history of geological study and a brief geological description of the deposits within the Northern Aral Sea region are given. The features of deposits in the area and some results of earlier work are considered.

**Keywords:** titanium, ore, geological and industrial types, placer deposits, Northern Priaralye.

**Доскали Н.К., Аршамов Я.К.**

#### **Солтүстік Арал маңын геологиялық зерттеудің өзектілігі және титан-циркон рудаларына перспективасы**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада титанның металл ретіндегі айырмашылықтары және өндірісте қолданылу маңыздылығы жайлы айтылады. Солтүстік Арал маңының геологиялық зерттелу тарихы және осы аудан аумағындағы кенорындарға қысқаша геологиялық сипаттама беріледі. Аудандағы шөгінділердің ерекшеліктерімен қатар, осы уақытқа дейін жүргізілген геологиялық барлау жұмыстарына шолу жасалады.

**Түйін сөздер:** титан, руда, геологиялық-өнеркәсіптік тип, шашылымды кенорындар, Солтүстік Арал маңы.

УДК 549.2:549.3

**Ж.Ж. Жаксылыкова**

*Научный руководитель - А.А. Жунусов Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[Zh.zhaksylykova@stud.satbaev.university](mailto:Zh.zhaksylykova@stud.satbaev.university)

### **МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАЛАЖАЛ**

**Аннотация.** *Породы Балажальского массива подвержены процессам березитизации и лиственизации в контактах кварцевых жил (мощностью до 20 м) и в виде самостоятельной зоны северо-восточного простирания в центральной части массива с промышленным вкрапленным оруденением. Приводится минералогическое изучение руд месторождения Балажал, рудные минералы представлены пиритом, арсенопиритом, халькопиритом, пирротинном, герсдорфитом, магнетитом, ильменитом и шеелитом, встречен теллурид золота - калаверит.*

**Ключевые слова:** *Золото, жильный и штокверковый тип, минералогия руд, анализ форм золота, месторождение Балажал.*

Месторождение Балажал находится на крайне юго-восточной части Западно Калбинского золоторудного пояса среди визейских вулканогенно-осадочных отложений прорванными Балажалской интрузией габбро=диорита. Месторождение расположено на стыке пересечения скрытого северо-восточного и Мукуро-Чарского северо-западного глубинных разломов. Северо-восточные нарушения содержат большую часть кварцевожильного, также вкрапленного оруденения. Контролирующим является субширотный разлом. Относительно региональных тектонических структур месторождение контролируется зоной Балажалского разлома северо-западного, алтайского, направления средне-герцинского геосинклинального этапа развития региона и северо-восточным пермско-мезозойской тектономагматической активизации[3].

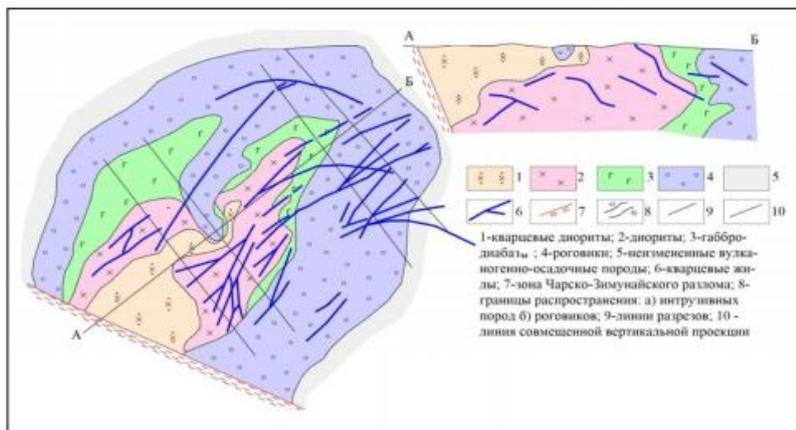


Рисунок 1- Схематическая геологическая карта месторождения Балажал (по Т.М. Жаутикову, [4])

Исследователи считают, что данный рудный объект является примером сочетания жильного и штокверкового типов золотого оруденения в березитах(4). Пространственное положение золото-сульфидно-кварцевой березитовой руды строго ограничено конкретным геологическим образованием - штоком габбродиорита. Балажалский интрузивный шток, сложенный, в основном, кварцевым диоритом, диоритом, габбро, диабазом, по отношению к жильному каркасу является как бы его стержнем. Анализируя объемное размещение основных петрографических разновидностей внутри Балажалского штока установлено, что порядка 70 % объема его принадлежит диоритам, 20 % - габбро и 5-8 % - диабазам. Остальные разновидности, слагающие интрузию, составляют в целом порядка 2-5 %. Геолого-петрографический состав интрузива свидетельствует о гипабиссальных условиях его становления.

На месторождении Балажал развито четыре морфологических типа золотого оруденения [5]: золото-кварц-полисульфидный жильный в верхней части, золото-сульфидно-березитовый вкрапленный - в средней, золотосульфидный зон минерализации - в корневой части и наложенный золото-кварц-карбонат-теллуридный жильно-прожилковый.

Рудные минералы представлены пиритом, арсенопиритом, халькопиритом, пирротинном, герсдорфитом, магнетитом, ильменитом и шеелитом, встречен теллурид золота - калаверит. Пирит образует три морфогенетические разновидности. Пирит-I является продуктом замещения раннего пирротина, магнетита и ильменита. Пирит-II наиболее распространенный минерал, характеризующийся пентагон-додекаэдрическим габитусом, высокими содержаниями мышьяка и золота (50-150 г/т). Распределение золота-I определяется внутренней структурой пирита-II. Форма золота пылевидная, амёбовидная в форме неправильных выделений среди зон роста и в микродислокациях. Пирит-III образует агрегативные сростания в кварцевых жилах в близкой ассоциации с халькопиритом и

сфалеритом, реже присутствует пирротин-II, золотом-II, также может находиться с блеклой рудой и нередко обрастает пирит- II.

По данным Т.М.Жаутикова (5) арсенопирит-I образует бипирамидальные и призматическо-бипирамидальные среднезернистые кристаллы. Количество золота в арсенопирите варьирует от 30 до 250 г/т, природа его распределения относительно зависимо от внутренней составляющей минерала-концентратора, в наиболее измененных кристаллах золото увеличивается до десятков микрон. Арсенопирит-II пользуется незначительным развитием в прожилковых и жильных образованиях, содержит пойкилитовые вроски халькопирита, пирротина, в редких случаях имеет коррозионные контакты с герсдорфитом и шеелитом. Арсенопирит-III установлен в единичных случаях в кварцево-карбонатных жилах. Золото представлено несколькими морфологическими разновидностями.

Золото-I - тонкодисперсное, тесно связано с пиритом-II и арсенопиритом -I и характерно для вкрапленных березитовых руд, а в кварцевых жилах присутствует в ксенолитах березитов. Содержание золота в минерализованных березитах характеризуется густотой последних золотоносными сульфидами. Золото-II характерно для кварцевых жил, представлено крупными выделениями в кварце-III или в ассоциации с сульфидами полиметаллов. Во вкрапленном березитовом типе руд золото залечивает микротрещинки в ранних сульфидах - пирите-II, арсенопирите-I. Пробность золота - II - 888 ‰, содержит примесь Ag, Si, Zn, Sb. Золото-III установлено в единичных случаях в кварце-IV в поздних кварц- кальцитовых прожилках в ассоциации с теллуридом золота - калаверитом. Оно образует каплевидные выделения размером до 0,2x0,3 мм, располагаясь на стыке зерен кварца- IV. Золото IV - гипергенное, образует выделения в лимонитах по сульфидам, в агрегатах гидроокислов железа, выполняя трещинки. Основные запасы золота в рудах связана с ранним золотом-I (до 90%) [6].

Рудообразование происходило в 3 этапа. Ранний гидротермально метасоматический этап золото-пирит-арсенопирит-кварц связан с основной золотоносностью в минерализованных березитах. Раннее золото 1 составляет примерно 90% его общего содержания в руде прожилкового-вкрапленного вида. Основную роль кварцево-жильного типа играет второй этап – блеклорудно-сфалерит-золото два халькопирит-кварц. Золото 2 в кварцевых жилах образует ориентировочно 80% от общего содержания. В третьей кварц-карбонатной золоторудной ассоциации наличие золота 3 достигает 3-5% от общего содержания в руде кварца. Количество сульфидов в кварцевой руде 2-3%, в прожилково-вкрапленной составляет 5-10%. Присутствует мышьяк в виде вредных примесей. Содержание мышьяка достигает 0,2% для кварцевой руды и 1 % в прожилково-вкрапленной. Перспективы Балажалского месторождения характеризуются штокверковым типом золотоносного березита с тенденцией нарастания на глубину. Золотоносность кварцевых жил ограничено до глубины 120 м [7].

Таким образом, месторождение Балажал рассматривается как крупный штокверк прожилково-вкрапленных золото-сульфидно-кварцевых руд в березитах (метасоматитах) по габбро-диоритам.

### **Литература**

1. Беспаяев Х.А., Глоба В.А. и др. Месторождения золота Казахстана. // Справочник - Алматы, 1996. – С.183.
2. Мысник А.М. Западно-Калбинский пояс // Большой Алтай. Алматы. Кн. 2. 2000. - С. 262.
3. Глоба В.А. Золоторудные и индикаторные (на золото) рудные формации в карбонатсодержащих формациях. Казахстан. // Сб. наук. тр. – Алма-Ата, 1988. – С. 4-12.

4. Жаутиков Т.М и др. Отчет о НИР «Создание научной основы оценки золотоносных структур и объёмных моделей главных типов месторождений золота». - Алматы, 2013. – С. 123.

5. Масленников В.В. Факторы рудолокализации и критерии прогноза золоторудных месторождений в черносланцевых толщах (на примере Восточного Казахстана). //Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук - Томск, 1998. – С. 38.

6. Оразбекова Г.Б. Диссертация «Прогнозирование золоторудных месторождений в пределах Южного Алтая (Западно-Калбинский и Южно-Алтайские районы) на основе системного подхода». – Усть-Каменогорск, 2018. – С. 40-41.

7. Ваулин О.В. Восточно-Казахстанская область. Золото. //Справочник - Усть-Каменогорск, 2016. – С. 191.

**Ж.Ж. Жақсылықова, А.А. Жүнісов**

#### **Балажал кенорнының рудасының минералогиялық ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Балажал массивінің тау жыныстары кварц желісінің түйісуінде (қалыңдығы 20 м-ге дейін) және массивтің орталық бөлігінде дербес солтүстік-шығыс соққысының дербес аймағы түрінде березиттену және листвиниттену процестеріне ұшырайды. Балажал кен орны рудаларының минералогиялық зерттеуі ұсынылған, руда минералдары пирит, арсенопирит, халькопирит, пирротит, герсдорфит, магнетит, ильменит және шеелит, алтын теллурид – калаверит болып табылады.

**Түйін сөздер:** алтын, желілі және штокверк типі, рудалы минералогия, алтын формаларын талдау, Балажал кен орны

**Zh. Zhaksylykova, A.A. Zhunusov**

#### **Mineralogical features of the ore of the Balazhal deposit**

**Abstract.** The rocks of the Balazhal massif are subject to the processes of beresitization and leafing in quartz living quarters (up to 20 m thick) and in the form of an independent zone of northeastern striking in the central part of the massif with industrial disseminated mineralization. The mineralogical study of ores of the Balazhal deposit is presented, ore minerals are represented by pyrite, arsenopyrite, chalcopyrite, pyrrhotite, gersdorf, magnetite, ilmenite and scheelite, met with gold telluridite - calaverite.

**Keywords:** gold, vein and stockwork type, ore mineralogy, analysis of gold forms, Balazhal deposit.

УДК 551.2.03

**Т.Б. Ишбобаев, Н.Э. Саитов**

*Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан, Ташкент*  
[ishbobayev.timur@mail.ru](mailto:ishbobayev.timur@mail.ru)

### **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗОН ГИПЕРГЕНЕЗА В ОКЖЕТПЕССКОМ РУДНОМ ПОЛЕ**

**Аннотация.** Рудные месторождения золото-сульфидных формаций мира, отличаются своими особенностями формирования зоны гипергенеза. Рассматриваемые в настоящей работе, особенности минерального состава зоны окисления золото-сульфидных месторождений Окжетпесского рудного поля относятся к мало изученной области формирования золоторудных объектов Центральных Кызылкумов.

**Ключевые слова:** Центральный Кызылкум, Окжетпесское рудное поле, зона гипергенез, зона окисления, железная шляпа, золотосодержащие руды.

Процессы гипергенеза относятся к наиболее изученным, преимущественно в качественном отношении, геологическим явлениям.

Геохимия золота в зоне окисления на месторождениях Узбекистана описана в работах Бадаловой Р.П., Касымова А.К., Голованова И.М., Рузматова С., Гуреева В.Ф., Шевцовой Л.П. Исследования касаются и преимущественно сульфидных месторождений - меднорудных, скарновых, свинцово-цинковых. Обширная литература посвящена зонам окисления на золоторудных месторождениях (Крейтер В.М., Аристов В.В. Рожков И.С.,

Бородаевская М.Б., Пак А.П., Нуруллаев Х., Касымов А.К. и др.) [4]. Классические примеры зон окисления с "железными шляпами", ярозитами, вертикальной зональностью характерны для залежей сульфидных золотосодержащих руд в условиях влажного теплого климата. Значимое перераспределение в коре выветривания золота и ассоциирующих элементов на золото-кварцевых месторождениях для условий засушливого климата было неизвестно, не понято и не оценено. Впервые крупномасштабная миграция золота с изменением запасов и морфологии рудных тел установлена А.И.Образцовым (1994) [1]. Он приводит уникальный факт, где осаждение золота и накопление его промышленных концентраций произошло за короткий срок (не более 18 месяцев) из перенасыщенных по содержанию золота трещинно-поровых вод. Этот пример доказывает большую скорость и высокую эффективность механизмов растворения и выноса золота применительно к области гипергенеза, а также его осаждения его на естественных минеральных сорбентах.

Анализ распределения сульфидов по глубине указывает на то, что зона окисления характеризуется резким уменьшением количества сульфидов и серы, а ее подошва пространственно совпадает с уровнем грунтовых вод на глубине 100-110 м. Увеличение содержания сульфидов в интервале глубин 100-120 м указывает на проявление зоны цементации, то есть вторичного сульфидного обогащения, в пределах которой широко распространены скопления вторичного пирита, марказита, реже арсенопирита в ассоциации с кальцитом.

Нижняя граница современной зоны окисления обычно совпадает с уровнем грунтовых вод. Ниже ее рН трещинно-поровых вод меняется от 4-7 ближе к поверхности (окислительные условия) до 8-10, соответствующих условиям восстановительной среды ниже уровня грунтовых вод. Эта область носит название зоны цементации. В длительных процессах окисления сульфидов происходит значительный вынос и переотложение золота вместе с другими составляющими и их новообразованием (обогащение) в зоне цементации и над ней (рис. 1) [2].

Данная закономерность наряду с Мурунтау, в определенной степени наблюдается и в ряде других месторождений Центральных Кызылкумов: Каракутан, Марджанбулак и др.

По данным разведочного бурения и горных выработок ожидаемые глубины вскрытия зон вторичного обогащения могут составлять около 60-100 м в Кокпатасском рудном поле, 40-60 м в Бозтауском, и около 80-100 м в Окжетпесском.

По данным А.И.Рустамова и др. (1995 г.) для месторождения Амантайтау характерно высокие содержания золота на глубинах 40-120 м от поверхности. Для всех рудных тел прослеживаются снижение содержания золота в приповерхностных частях по сравнению с более глубокими горизонтами, что может быть объяснено процессами поверхностного выщелачивания. В то же время на глубинах 60-100 м, вблизи границы зоны окисления, в большинстве рудных тел отмечается повышенные и аномальные содержания золота. Видимо, этот уровень является областью вторичного накопления (обогащения) золота.



**Приповерхностная часть** - представляет собой поверхностный слой морфология которой распычато и повторяет таковые рудные зоны, мощность редко до первых метров. Состав - интенсивно дезинтигрированные породы остатков руд и вмещающих пород из которых могут быть полностью удалены даже самые трудноподвижные соединения. В случаях карбонатных вмещающих пород - интенсивно развита загнивание.

**Подзона окисленных руд** - располагается непосредственно ниже поверхностного слоя и представляет собой область распространения типичных окисных производных первичной руды. (лимонит, гидрогетит, халкантит, валентинит, сервантит, англезит, смитсонит, скородит и др.). Нередки случаи развития небольших карстов. В отличии безрудных карстов они выполнены лимонитами ячеистых текстур. Мощность подзоны изменчивая - от 5 (15) до 20 (40) метров. Встречаются интервалы развития сапиритов.

**Подзона выщелоченных и окисленных руд** - Характерной особенностью зоны являются осветление вмещающих составляющих, развитие лимонитизации и каолинизации. Последняя тяготеет к верхним частям и экзоконтакта окисленных руд. Нередки случаи развития сапиритов и вторичных сульфидов. Различия интенсивность проявления каолинизированных и лимонитизированных пород создают специфическое строение зоны окисления. Мощность данной подзоны может варьировать от первых десятков по 10 метров, увеличивает вдоль зон рудоконтролирующих разломов.

**Подзона** - характеризуется заметно пониженным содержанием того или иного металла **пропортив** его среднего содержания в зоне окисления.

**Подзона богатых окисленных руд** - располагается в нижней части зоны окисления и является окисленной верхушкой, зоны вторичного обогащения находящейся ниже. Мощность не превышает - 10 м?

**Зона вторичного обогащения** - находится в верхней части первичных руд и обусловлена переотложением части металла, выщелоченного из зоны окисления.

В силу изменчивости уровня грунтовых вод в пределах рудного поля подзона вторичного золотого обогащения расположена на разных гипсометрических уровнях от 60 (80) м до 100 (120) м от дневной поверхности. Состав зоны - карбонатные и лимонитизированные кремнистые породы. С золотосодержащим лимонитом, скородитом, перусситом, малахитом и другими минералами гипергенных и вторичных гипогенных руд.

Рисунок 1 - Обобщенная схема проявления зоны окисления в горах Окжетпес (вертикальный разрез)

Не зависимо от геологической позиции в случаях пересечения и осложнения рудных тел пологими дайковыми телами и разрывными нарушениями отмеченная закономерность существенно нарушается.

Зона окисления сульфидного месторождения является ареной многообразных процессов, в конечном итоге ведущих к полному удалению серы и к рассеянию некоторых других элементов, входящих в состав рудной массы.

Среди всей этой совокупности процессов наиболее принципиально важными будут перечисленные ниже, последовательно в общем случае сменяющиеся группы процессов:

а) процессы окисления и растворения сульфидов, дающие начало возникновению разнообразных, в большинстве хорошо растворимых в воде сульфатов, обуславливающих значительный вынос материала из зоны окисления;

б) процессы осаждения из сульфатных растворов целого ряда кислородных соединений, чаще уже вовсе не содержащих серы, таких, например, как карбонаты, окислы и гидроокислы, фосфаты, арсенаты, силикаты и т. п.;

в) процессы растворения и переосаждения этих кислородных соединений, еще более усиливающие освобождение зоны окисления от ряда элементов.

Перечисленные процессы для различного сульфидного материала и в различной обстановке проходят весьма разнообразно как в отношении скорости, так и в отношении общего характера.

**Стадии их развития.** Весь предыдущий материал иллюстрировал, правда, довольно схематично, наиболее важные особенности процессов развития зоны окисления. Это развитие представляется нам как последовательная и непрерывная цепь изменений рудного вещества, стремящегося принять наиболее устойчивые формы в условиях зоны окисления. При всей прихотливости этих изменений совершенно ясно, что развитие зоны окисления мы можем грубо разделить на следующие стадии, определяемые в основном тем, что рН растворов меняется в сторону возрастания по мере убывания сульфидов [3].

**Начальные стадии,** когда сульфидные и другие гипогенные минералы только еще начинают изменяться. Новообразований мало, и они по преимуществу представлены продуктами окисления и растворения сульфидов под действием вод, содержащих кислород. Среди этих новообразований наибольшее развитие будут иметь сульфаты и отчасти некоторые окислы и гидроокислы.

**Срединные стадии,** когда, наоборот, супергенный материал преобладает над гипогенным. Большинство сульфидов окислено, но часть их еще присутствует в рудах.

Сульфатов (и в растворах и в твердой фазе) достаточно много. Наряду с ними, и в большинстве случаев в преобладающем количестве, развиваются карбонаты, окислы, гидроокислы, силикаты и т. п. В процессах окисления и растворения, помимо кислорода, серьезнейшее участие принимают  $H_2SO_4$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $CuSO_4$  и т. п. Происходит интенсивный вынос ряда элементов, преимущественно в сульфатной форме.

*Конечные стадии.* Сульфидов почти уже нет, и значительно сокращаются в количественном развитии сульфаты. Роль аниона  $SO_4$  в водах, омывающих зону окисления, становится совсем ничтожной и главное значение получают  $CO_3^{-2}$ ,  $SiO_4^{-4}$  и т. п.

Под их влиянием еще сохранившиеся сульфаты заменяются карбонатами, силикатами и другими, не содержащими серы кислородными соединениями. Как и в предыдущих стадиях, продолжается, хотя и крайне медленно, вынос тяжелых металлов из зоны окисления. Вынос этот совершается преимущественно в виде бикарбонатов, в меньшей мере в виде других соединений.

В пределе зона окисления окончательно освобождается от тяжелых металлов, будучи сложена лишь различными формами кремнезема, окислами и гидроокислами железа и марганца, алюмокремниевыми соединениями.

На рис. 2 приведены результаты наблюдений изменения в зоне гипергенеза главных рудных минералов месторождений и рудопроявлений Окжетпесского рудного поля.

В какой стадии развития застает мы данную зону окисления – это всецело зависит от совокупного действия всех тех общих и частных факторов.

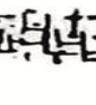
№п/п	Полезное ископаемое	Главные минералы	Химические процессы	Характерные минералы в зоне окисления	Примеры	Типовая схема ячеистого каркаса гидроокислов железа
1	Золото	Самородное золото	Золото обычно не подвергается изменению в зоне окисления	Минералы золота устойчивы в зоне окисления	 Самородное золото	
2	Медь	Халькопирит	$\begin{array}{l} \text{Халькопирит } \text{CuFeS}_2 \longrightarrow \text{Халькантит } (\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \\ \text{Малахит } \text{Cu}(\text{CO}_3)(\text{OH}) \\ \text{Азурит } \text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH}) \\ \text{Куприт } \text{Cu}_2\text{O} \\ \text{Тенорит } \text{CuO} \\ \text{Халькантин } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \\ \text{Брошантит } \text{Cu}_2(\text{SO}_4)(\text{OH}) \\ \text{Халькозин } \text{Cu}_2\text{S} \end{array}$	Малахит азурит куприт тенорит халькантит брошантит халькозин	 Малахит	
3	Железо	Пирит Магнетит Гематит	$\begin{array}{l} \text{Пирит } \text{FeS}_2 \longrightarrow \text{FeSO}_4 \longrightarrow \text{Fe}(\text{SO}_4) \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH}) \longrightarrow 2\text{FeO} \cdot \text{H}_2\text{O} \\ \text{Магнетит } \text{Fe}_3\text{O}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH}) \longrightarrow 2\text{FeO} \cdot \text{H}_2\text{O} \\ \text{Гематит } \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{FeSO}_4 \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH}) \longrightarrow 2\text{FeO} \cdot \text{H}_2\text{O} \end{array}$	Лимонит Ярозит	 Лимонит	
4	Мышьяк	Арсенопирит	$\begin{array}{l} \text{Арсенопирит } \text{FeAsS} \longrightarrow \text{Скородит } \text{Fe}[\text{AsO}_4] \cdot 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Белантит } \text{PbFe}[\text{AsO}_4][\text{SO}_4](\text{OH}) \end{array}$	Скородит Белантит	 Скородит	
5	Сурма	Антимонит	$\begin{array}{l} \text{Антимонит } \text{Sb}_2\text{S}_3 \longrightarrow \begin{array}{l} \text{Сульфат сурьмы } \text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3 \\ \text{Оксиды сурьмы } \text{Sb}_2\text{S}_3 \\ \text{Валентинит } \text{Sb}_2\text{SO}_3 \\ \text{Сенармонит } \text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3 \\ \text{Сервантит } \text{Sb}_2\text{SO}_4 \end{array} \end{array}$	Сульфат сурьмы, оксиды сурьмы, валентинит сервантит сенармонит	 Сульфат сурьмы	
6	Свинец	Галенит	$\begin{array}{l} \text{Галенит } \text{PbS} \longrightarrow \text{Англезит } \text{PbSO}_4 \longrightarrow \text{Церуссит } \text{PbCO}_3 \end{array}$	Англезит Церуссит	 Англезит	
7	Уран	Настуран Уранинит	$\begin{array}{l} \text{Настуран } \longrightarrow \text{циппент } \longrightarrow \text{шрекингерит } \longrightarrow \text{шарнит} \\ \text{UO}_2 \cdot \text{K}_2(\text{UO}_2)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot \text{O}_4(\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{O} \quad \text{NaCa}_2\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2 \\ (\text{SO}_4)(\text{F}_2\text{H}_2\text{O} \text{ Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \\ \text{Уранинит } \text{U}_3\text{O}_8 \longrightarrow \begin{array}{l} \text{Сульфат урана } \text{UO}_2(\text{SO}_4) \\ \text{Торбернит } \text{CuU}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{O}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \\ \text{Отунит } \text{CaU}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{O}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \\ \text{Карнотит } \text{K}_2[\text{UO}_2]_2\text{V}_2\text{O}_8 \\ \text{Тювмуниит } \text{K}_2\text{U}_2[\text{VO}_4]_2 \cdot \text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O} \end{array} \end{array}$	циппент шрекингерит шарнит сульфат уранила торбернит отенит карнотит твювмуниит	 Циппент	
8	Никель	Миллерит	$\begin{array}{l} \text{Миллерит } \text{NiS} \longrightarrow \text{Моренозит } \text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Аннабергит } \text{Ni}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \end{array}$	Моренозит Аннабергит	 Моренозит	

Рисунок 2 - Изменения в зоне гипергенеза главных рудных минералов месторождений и рудопроявлений Окжетпесского рудного поля

Таким образом, на обширном фактическом материале статистически достоверно доказано крупномасштабные вынос и переотложение золота вместе с окислением сульфидов и их новообразованием в зоне цементации.

В пределах Окжетпесского рудного поля широкое проявление получили гипергенные процессы - зона окисления и развитие кор выветривания. Глубины развития процессов окисления контролируются уровнем грунтовых вод. Все вместе естественно создают сложности выбора и комплексирования методов вскрытия и оценки объектов.

Исходя из возможности наличия вторично обогащенных зон на глубинах выше зоны цементации, основные концентрации золота возможны на глубинах свыше 50-70 (до 120) м от поверхности пород палеозойского фундамента.

### Литература

1. Образцов А.И. Миграция золото в зоне окисления. М. Геол. и разведка. Изд. ВУЗов, 1994, №5.
2. Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. Изд. Академия наук СССР. Москва-Ленинград 1955 г.

3. Исаходжаев Б.А., Тангиров А.И., Урунов Б. Бозтау-Кокпатас-Окжетпесский тренд. Геология и минеральные ресурсы. 2013 №6. С. 23.
4. Рудные месторождения Узбекистана. Ташкент, 2001.

**Т.Б. Ишбобаев, Н.Э. Саитов**

**Окжетпес рудалы алаңындағы гипергенез белдемінің даму ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Әлемнің алтын-сульфидті түзілімдерінің руда кен орындары гипергенез аймағының қалыптасу ерекшеліктерімен ерекшеленеді. Осы жұмыста қарастырылған Окжетпес кен орнының алтын-сульфидті кен орындарының тотығу аймағының минералды құрамының ерекшеліктері Орталық Қызылқұмдағы алтын кен объектілері түзілуінің нашар зерттелген аймағын білдіреді.

**Түйін сөздер:** Орталық Қызылқұм, Окжетпес кенорны, гипергенез белдемі, тотығу аймағы, темір шляпа, құрамында алтын бар рудалар.

**T.B. Ishbobaev, N.E. Saitov**

**Features of the development of hypergenesis zones in the Okzhetpes ore field**

**Abstract.** Ore deposits of gold-sulfide formations of the world differ in their features of the formation of the hypergenesis zone. The features of the mineral composition of the oxidation zone of gold-sulfide deposits of the Okzhetpes ore field considered in this work relate to the little-studied field of formation of gold ore objects of the Central Kyzylkums.

**Keywords:** Central Kyzylkum, Okzhetpes ore field, hypergenesis zone, oxidation zone, iron hat, gold-bearing ores.

УДК 553.04

**А. С. Қайырбек**

*Научный руководитель – Т. К. Шайыяхмет, тьютор, магистр технических наук*  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[aissoq@mail.ru](mailto:aissoq@mail.ru)

**БАЗА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ КАК НАЧАЛО РАБОТЫ 3D  
МОДЕЛИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИИ**

**Аннотация.** В этой статье автором рассматривается важность и необходимость базы геологических данных как основа трехмерного моделирования в геологии. Приведены сведения по направлениям документации проб, оптимизации потока данных, организации баз данных и сохранения результатов анализов, структуры базы данных и т.д. Также в статье четко указывается как формируется база геологических данных с использованием таблиц различных форматов.

**Ключевые слова:** база геологических данных, структура базы данных, устья скважин, инклинометрия, опробование, литология.

База данных включает в себе исходные наблюдения и измерения, на которых и основывается оценка геологических и эксплуатационных запасов. Это относится ко всем стадиям, начиная с опробования, проведения анализов, маркшейдерских замеров и т.д. вплоть до окончательной презентации проекта. Особенно важны стадии опробования и лабораторных анализов, на этих стадиях должна быть организована тщательная система проверок на представительность, правильность и точность.

**Документация проб.** База данных должна быть хорошо задокументирована, поскольку её будут тщательным образом проверять и изучать внешние аудиторы. Документация, помимо всего прочего, должна отметить характер проверки достоверности данных, предположений, любых не полностью внесенных данных, проверку лабораторных результатов и список данных, таких как название скважин, стратиграфическая последовательность пластов, и т. д. В итоге база данных станет той основой, с помощью которой геолог даст «опору» инвестору на основе оценки ресурсов, содержащейся в отчете.

*Оптимизация потока данных.* В настоящее время документирование керна производится отметками на специальных шифрованных описательного содержания. Это является хорошим методом и рекомендуется на более поздних стадиях проекта или кога уже начата отработка месторождения, так как он предоставляет контрольный перечень, последовательность документирования. Однако на ранних стадиях геологоразведки существует риск, что строгое следование шифрованным формам документирования может привести к тому, что важные общие геологические характеристики и элементы образования минерализации будут утеряны или не записаны (что называется «из-за деревьев не увидеть леса»).

На ранних стадиях разведки месторождения акцентировать внимание, как минимум в равной степени (если не в большей), на описательное и графическое документирование керна (эта информация в последствии может быть легко компьютеризирована, если проект продолжит развитие). Геологам нужно давать возможность записывать свои соображения и идеи, о том, какую новую информацию дала каждая скважина, и методики документирования должны содействовать таким записям. На самом деле, ранее применение более свободных форм описательного и графического документирования является важной первоначальной стадией наработки соответствующей компьютерной системы документирования.

*Организация баз данных и сохранение результатов анализов.* Есть два важных критерия, которые необходимо учитывать при разработке базы данных по геологии для оценки ресурсов – Материальность и Ясность. Важно, чтобы при проектировании составлении геологической базы данных геолог не терял из вида эти два критерия. Геолог должен понимать тот факт, что база данных будет развиваться вместе с проектом, так как её развитие идет от разведки через разработку до стадии добычи. Важно, чтобы на всех стадиях инвесторы, менеджеры проекта и специалисты по горному планированию понимали влияние геологии эффективность добычи ресурсов. Для этого необходимо чтобы геолог знал, почему были собраны эти данные, что из этих данных относится к проекту, а также насколько эти данные надежны. При сборе базы данных геолог должен обеспечить проведение адекватной проверки данных. Мнение авторов состоит в том, что геолог должен ставить свою подпись не только под балансом ресурсов, но и он должен быть готов подписаться под самой базой данных. Такая практика должна стать стандартной в данной индустрии. Современному геологу необходимо иметь полное представление о том, как можно работать с данными с помощью тех компьютерных программ, которые он использует для их сохранения.

#### *Структура база данных*

##### 1. По скважинам:

- Устья скважин – данные о местоположении скважин. Обязательные поля: Скв (№ скв.); Восток (X); Север(Y); Превышение (Z); Длина скважины. Дополнительно указываются сведения по усмотрению авторов – номер профиля, участок, дата проходки и пр.
- Опробование – данные об опробовании керна скважин. Обязательные поля: скв (№ скв.); № пробы, От; До; Поля с содержаниями полезных компонентов.
- Инклинометрия – данные о пространственном искривлении скважин. Поля: скв (№ скв.); Глубина съемки (замера); Азимут; Погружение (угол наклона скважины). Возможно предоставление трассы ствола скважины в виде точек координатами X, Y, Z.
- Геология – данные по литологии, стратиграфия. Поля: скв (№ скв.); От; До; Литологические коды, стратиграфические индексы.
- Другие характеристики скважин (каротаж, выход керна, гидрогеология и т.д.) Могут быть как в виде отдельных таблиц, так и в виде полей в основных таблицах.

##### 2. По горным выработкам (поверхностным и подземным):

- Каталог маркшейдерских точек по трассам выработок. Поля: № точки; Север (Y); Восток (X); Превышение (Z)

- Опробывание – данные о бороздовом опробовании. Поля: Борозда (№); № пробы, От; До; Поля с содержаниями
- Другие характеристики по выработкам (литология, стратиграфия, тектоника и т.д.)
- Поскольку некоторые используемые горно-геологические системы не поддерживают точечный формат представления данных по пространственному положению выработок, то в этом случае данные по горным выработкам представляются аналогично данным по скважинам.

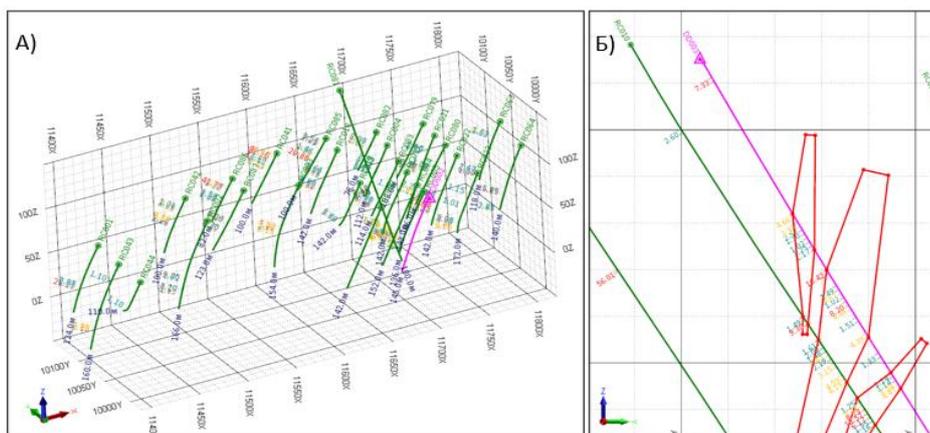


Рисунок 1 - База геологических данных: А) Визуализация в трехмерной среде; Б) Вид в разрезе с оконтуриванием рудных тел.

#### Требования к файлам:

▪ Устья скважин (борозд) – символьное поле названия скважины должно соответствовать принятому на объекте наименованию, желательно, заменяя одинаковые по написанию буквы на кириллице латиницей. Таблица устьев (табл.-1) скважин может содержать сколько угодно колонок с информацией, целиком относящейся к конкретной скважине (координаты, буровая линия, тип скважины, стадия разведки, год бурения, рудное тело, подсчетный блок и т. д.)

Таблица-1

№ выработки	X (восток)	Y (север)	Z (отметка устья)	Глубина	Буровая линия	Рудное тело	Год бурения

▪ Опробование – названия скважин в поле скв. (№ скв.) должны полностью соответствовать аналогичным названиям в файле устьев скважин. Номер пробы должен соответствовать номеру в журнале опробования. Таблица с результатами опробования (табл.-2) скважин содержит данные из буровых журналов и журналов опробования скважин. Если проба анализировалась двумя и более способами (например, пробирным и атомно-адсорбционным), то для каждого вида опробования надо определять свою колонку (поле). Часть информации (например, тип руды) может кодироваться как в текстовом, так и в числовом типе. В поле содержаний все значения ниже порога чувствительности («НПЧ», «ПЧ», <0.0NN, и т. д.) должны быть заменены значениями, равными половине порога. При этом нужно указать в описательной части файла марку прибора и предел чувствительности. Это нужно сделать во избежание буквенных записей в числовых полях. С целью унификации представления данных опробования первый интервал рекомендуется начинать с 0 м, даже если опробование не производилось. Рекомендуется не допускать наличие не описанных интервалов.

Таблица-2

№ выработки	№ пробы	ОТ	ДО	Au, г/т	Ag, г/т	Выход керна	Тип руды

▪ Инклинометрия – в первой строке для каждой выработки глубина должна быть равна 0. Замер азимута измеряется от 0 до 360 градусов по часовой стрелке от северного направления (Ось координат Y). Сюда должен вводиться истинный азимут поправкой на величину магнитного склонения. В случае, если первоначально вводился магнитный азимут, то это нужно указать в описательной части с указанием величины магнитного склонения на момент измерения. Углы в первичной документации часто указываются в градусах и минутах. Они должны быть пересчитаны в виде десятичных дробей (табл.-3).

Таблица-3

№ выработки	Глубина замера	азимут	угол

▪ Геология (литология) – структура полей идентична файлу опробования. Литологические коды должны быть унифицированы и заверены непосредственно на объекте работ ведущим геологом. Обязательно должна прилагаться таблица с описанием кодов в соответствии с паспортом скважины или добавлено краткое описание (табл.-4)

Таблица-4

№ выработки	№ пробы	От	До	Литологический код	Краткое описание

▪ Для бороздовых проб данные о координатах устьев и горизонтальных (вертикальных) приложениях можно получить из каталога маркшейдерских точек выработок путем пересчета данных прямоугольной системы координат в угловые значения. Первая маркшейдерская точка в большинстве случаев является координатой устья данной выработки. Если линия опробования начинается не от первой маркшейдерской точки, необходимо указать расстояние от нее. Отдельно необходимо дать следующую информацию для маркшейдерских точек в подземных (поверхностных) выработках.

Следует указать:

- Где устанавливалась эти точки: в подошве, кровле или на стенке выработки;
- Параметры выработок (высота и ширина подземных выработок, ширина и глубина канав);
- На какой высоте начальной высоте от подошвы отбирались пробы;
- Положение начальной точки опробования по линии, относительно первой маркшейдерской точки выработки;
- Положение начала (поле ОТ) и конца (поле ДО) бороздовой пробы, содержание полезного компонента в пробе.

Такое представление данных реализовано не во всех ГГИС, поэтому, может потребоваться пересчет координат точек в формат данных для представления пространственного положения выработки в том же виде, как и для скважин.

Достоверная база данных является основой основ оценки запасов месторождения, очень важно грамотно ее подготовить на всех этапах геологоразведочных работ.

## Литература

1. Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. – Алматы: КазНТУ, 2008. – 368 с.
2. Капутин Ю. Е. (2002) Горные компьютерные технологии и геостатистика. М., ISBN 5-86093-097-6. 424 с.
3. Дудецкий В.Н. Организация баз геологических данных. Учебное пособие. – М.:Флинта, 2015. – 36 с.

**T.K. Shaiyakhmet, A.S. Kaiyrbek**

### **Geological data base as the beginning of 3D modeling in geology**

**Abstract.** In this article, the author considers the importance and necessity of a geological data base as the basis for three-dimensional modeling in geology. Information is provided on the areas of sample documentation, data flow

optimization, database organization and storage of analysis results, database structure, etc. The article also clearly indicates how the database of geological data is formed using tables of various formats.

**Keywords:** geological data base, database structure, wellheads, inclinometry, sampling, lithology.

**Шайыахмет Т.К., Қайырбек А.С.**

**Геологиялық деректер қоры геологиядағы 3D модельдеу жұмысының бастамасы ретінде**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада автор геологиядағы үш өлшемді модельдеудің негізі ретінде геологиялық деректер қорының маңыздылығы мен қажеттілігін қарастырады. Сынамалар құжаттамасының бағыттары, деректер ағынын оңтайландыру, деректер қорын ұйымдастыру және талдау нәтижелерін сақтау, деректер қорының құрылымы және т.б. бойынша мәліметтер келтірілген.

**Түйін сөздер:** геологиялық деректер қоры, деректер қорының құрылымы, ұңғымалардың сағалары, инклинометрия, сынамалау, литология.

УДК 550.8.054

**Калиева А.С.**

*Научный руководитель - Байбатша А.Б., доктор геолого-минералогических наук,  
профессор, академик КазНАЕН*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[avgul\\_kalieva\\_97@mail.ru](mailto:avgul_kalieva_97@mail.ru)*

## **ПРОБЛЕМАТИКА ТЕКТониКИ В СВЕТЕ ИСТОРИИ ОБРАЗОВАНИЯ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТОГАЙ**

**Аннотация.** Главным акцентом данной статьи является более детальное изучение и выявление взаимосвязи между рудоносностью и тектоникой на медно-порфировом месторождении Актогай. Так как главным объектом промышленной разработки на медном месторождении Актогай является самое ядро штокверка, залегающего в толщах вулканогенно-осадочных пород, то всестороннее изучение тектонической активности в нашем случае неразрывно связано с историей развития изучаемого месторождения. Активные тектонические явления оставили свой «отпечаток» на геологическом строении не только самого месторождения, но и на всей прилегающей территории в целом. В данной статье будет рассматриваться проблематика тектоники как регионального, так и локального масштаба, а также вкратце будут описаны основные рудоконтролирующие разрывные нарушения и, будет выявлена их роль в формировании всех месторождений и рудопроявлении на изучаемой территории.

**Ключевые слова:** месторождение Актогай, разломы, тектоническая активность, тектоническая депрессия, субмеридиональные нарушения, интрузии, оперяющие разломы.

Обнажающиеся в районе месторождения осадочные и, главным образом, магматические породы верхнего палеозоя образуют орогенный складчатый комплекс, являющийся нижним структурным этажом. В нем преобладают сравнительно простые пологие синклинали, разделенные относительно узкими антиклиналями. Наиболее значительные из этих структур следующие: Кызылкайнарская, Байтюлинская и Бериктасская синклинали, а также Коктобинская антиклиналь и Колдарская горст-антиклиналь. Появление среди пликвативных Колдарской горст-антиклинали совершенно не случайно – она приурочена к зонам субпараллельных региональных разломов, впервые выделенных в результате дешифрования космических аэрофотоснимков (далее КС) Ф.И.Ибрагимовым в 1977 году. Одна из них, Актогайская зона субпараллельных разломов протягивается в направлении 280-290<sup>0</sup> и прослеживается на КС на расстояние более 60 км. Видимая на КС ширина зоны составляет 200-400 м, а с учетом оперяющих трещин 600-1000 м и более. В 3 км к северу от Актогайской протягивается соразмерная ей Икбасская система субпараллельных разломов.

Вероятно, обе эти зоны являются лишь фрагментом более крупной и протяженной глубинной зоны разломов, служащих северной границей Сасыкколь-Алакольской депрессии.

Рудоносность на изучаемой территории приурочена к двум основным зонам, Икбасской и Актогайской, в пределах которых фиксируются субвулканические тела кислого и среднего состава и соответствующие им дайковые образования. К Актогайской зоне приурочены месторождения Айдарлы и Актогай, а к Икбасской – рудопроявление Кызылкия.

В совокупности эти объекты образуют Актогайское рудное поле. Геологические границы рудного поля контролируются полихронной вулкано-плутонической постройкой Колдарского массива.

Как уже было сказано ранее, главной структурой на месторождении Актогай является Актогайская тектоническая зона, обрамленная субпараллельными разломами. Простирается данная зона 280-290<sup>0</sup>, мощность 600-800 м. Именно этой зоной контролировалось размещение вулканических построек на ранней доинтрузивной стадии формирования рудного поля. Оперяющие зону разломы имеют северо-восточное (50-60<sup>0</sup>) и северо-западное (330-340<sup>0</sup>) направление. Самые крупные из этих оперяющих разломов северо-восточного простирания получили собственные названия: Малого Колдарского и Южно-Колдарского разломов. Они контролируют размещение даек за пределами Актогайской тектонической зоны. Разломы северо-западного направления появляются в юго-западной части. Вероятнее всего, поворот основных и кислых даек на западном фланге месторождения связан как раз таки с разломами этого направления.

Рассмотрение конфигурации общего поля рассеянной сульфидной минерализации позволяет говорить о вероятном проявлении здесь множества трудно картируемых концентрических ослабленных зон, в том числе и субмеридианальных, формирующих в совокупности кольцевую структуру. Наличие такого феномена подтверждается ориентировкой и конфигурацией зон метасоматических преобразований пород, и особенностями наблюдаемой зональности в распределении первичной медной минерализации.

Пликативная складчатость на территории изучаемого района проявлена очень слабо. Вулканоогенно-осадочные породы слагают простые мульды с пологим падением слоев.

Все вышеописанное позволяет изложить историко-геологическую последовательность формирования месторождения следующим образом: Актогайская тектоническая зона контролировала размещение ранних вулканов, следы деятельности которых остались в виде субвулканических тел на месторождении и в виде осадочно-вулканоогенных пород ранней Колдарской свиты. Затем, произошло внедрение интрузивных масс многофазного Колдарского массива. Имеющиеся данные позволяют парагенетически связывать оруденение с заключительными фазами Колдарского интрузивного массива – мелкозернистыми диоритами, порфиридовидными гранодиоритами и гранодиорит-порфирами.

После внедрения этих пород широко проявились метасоматические процессы, в заключительную стадию которых отлагались и руды. После отложения основных руд проявились процессы бурного метасоматоза, создавшие трубчатые тела брекчий с кварц-турмалиновым цементом.

Завершился рудный процесс образованием карбонат-цеолитовых прожилков с убогой полисульфидной минерализацией. Поздняя базитовая дайковая серия Колдарского массива формировалась уже после отложения руд. В палеозое формирование Актогайского вулканоогенно-плутонического горст-антиклинория завершилось отложениями вулканоогенно-осадочных пород кызылкиинской свиты, а за его пределами – более поздней существенно базитовой бакалинской свитой. Для данной свиты характерно наличие рассеянной медной минерализации, нередко также сопровождающееся молибденовой. В новейшее время тенденции развития Актогайского горст-антиклинория сохранились, что предопределило положительный рельеф данного блока и его дальнейшую денудацию. Скорости

вертикального подъема изучаемого блока и его денудация сопоставимы. Отмеченные особенности тектонического развития Актогайского горст-антиклинория, а также более основной состав рудовмещающих пород предопределили малую мощность и слабую проработанность зоны окисления и сопряженной с ней зоны цементации месторождения Актогай.

### **Литература**

1. Ковин М.И. Отчет по общим поискам медных месторождений на западном погружении Актогайского рудного поля геохимическими и литохимическими методами //ЮКТГУ. 1978-1980. -С. 25-53.
2. Ивлев Р.Р. Отчет по изучению первичных ореолов медно-порфирового месторождения Актогай // ЮКТГУ.1980.
3. Бейсеев О.Б. Минералогия и петрография Актогайского месторождения медно-порфировых руд // Алма-Ата: КазИМС, 1979.

**А.С. Калиева, А.Б. Байбатша**

#### **Актогай порфирлік мыс кен орнының пайда болу тарихы тұрғысынан тектоника мәселелері**

**Аңдатпа.** Актогай порфирлі мыс кен орнындағы кен құрамы мен тектоника арасындағы байланысты егжей-тегжейлі зерттеу және анықтау осы мақаланың басты назарында. Актогай мыс кен орнында өндірістік дамудың негізгі объектісі вулканогенді-шөгінді тау жыныстарының қабаттарында жатқан штоквердің өзегі болғандықтан, тектоникалық белсенділікті жан-жақты зерттеу біздің жағдайда даму тарихымен тығыз байланысты. Белсенді тектоникалық құбылыстар кен орнының ғана емес, тұтастай алғанда бүкіл іргелес аумақтың геологиялық құрылымына өздерінің «іздерін» қалдырды. Бұл мақалада аймақтық және жергілікті масштабтағы тектоника проблемалары қарастырылады, сонымен қатар негізгі рудалық бақылау ақаулары қысқаша сипатталады.

**Түйін сөздер:** Актогай кен орыны, жарылыстар, тектоникалық белсенділік, тектоникалық депрессия, субмеридиональды жарылыстар, интрузиялық жарылыстар.

**A.S. Kaliyeva, A.B. Baybatsha**

#### **Problems of tectonics in the light of the history of the formation of the Aktogay porphyry copper deposit**

**Abstract.** The focus of this article is a more detailed study and identification of the relationship between ore content and tectonics at the Aktogay porphyry copper deposit. Since the main object of industrial development at the Aktogay copper deposit is the very core of the stock work, which lies in the strata of volcanogenic-sedimentary rocks, a comprehensive study of tectonic activity in our case is inextricably linked with the history of the development of the deposit under study. Active tectonic phenomena have left their "imprint" on the geological structure not only of the field itself, but also on the entire adjacent territory as a whole. This article will consider the problems of tectonics on both regional and local scales, and briefly describe the main ore-controlling faults.

**Keywords:** aktogay field, faults, tectonic activity, tectonic depression, sub meridional faults, intrusions, feathering faults.

УДК 553.3.072 (524.24)

**С.Н. Камзина**

*Научный руководитель – А.А. Бекботаева, заведующая кафедрой ГСПиРМПИИ, доктор PhD, ассоциированный профессор. Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

[Skamzina4@gmail.com](mailto:Skamzina4@gmail.com)

### **МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОК-ТАС**

**Аннотация.** Приводится описание района (ландшафт, структура почв, климатические условия) месторождения Кок-Тас и, его минералогические и петрографические особенности. Геологическое строение месторождения, состав горных пород и минеральных ресурсов. Магматизм и стратиграфия данного района. Более детально изучен минералогический состав пробуренных скважин. На данном месторождении пробурено 9

скважин, имеющие разные отличительные признаки. Приведены данные позволяющие подробно узнать о каждой скважине ее: анишлиф, шлиф, и другое. Анишлиф характеризуется составом рудных минералов, а в шлиф входят: обломки, цемент и вторичные минералы. У некоторых точек скважин отсутствуют данные о рудных минералах, вторичных минералах и составе обломков. В основном состав обломков характеризовался наличием КППШ (калиевые полевые шпаты) и кварца, а рудные минералы состоят из азурита, малахита в частности.

**Ключевые слова:** месторождение Кок-Тас, минеральный состав, скважины, анишлиф, шлиф, малахит, азурит, рудные минералы.

Месторождение Кок – Тас расположено в гидротермально проработанной мощной зоне смятия северо-северо-западного простирания, проходящей по контакту пестроцветных песчаников (D3) и известняков (D3-C1). В пределах зоны породы интенсивно изменены, это выражается раздробленностью, ожелезнением, серитизацией и сильным окварцеванием, иногда бывает вплоть до замещения породы кварцем с образованием вторичных кварцитов. В районе месторождения установлены две рудные формации: медные прожилково-вкрапленные руды и медистые песчаники. Медные прожилково-вкрапленные руды связаны с зонами дробления.

Форма рудных тел линзовидная. А условия залегания – согласные с вмещающими породами. Слои собраны в крутые изоклинальные мелкие складки, во многих случаях разорваны пострудными нарушениями. Месторождение Кок-Тас представлено рудными телами. Интрузивные породы представлены в основном среднезернистыми порфиоровыми биотитовыми грантами. Имеются три места оруденения: Северо-Западная, Центральная и Юго-Восточная.

Месторождение отнесено к типу медистых песчаников, связанных с фаменской толщей верхнего девона, нижняя часть которой сложена красноцветными и сероцветными песчаниками, алевролитами, известняками. Всего выделено 16 рудных тел протяженностью от 100 до 280 метров.

Всего на месторождении 9 скважин, каждая имеет несколько точек. Все точки имеют свои особенности, особенно это проявляется благодаря минеральному составу, к которому относятся анишлиф и шлиф. Анишлиф характеризуется рудными минералами, а шлиф составом обломков, цементом и вторичными минералами.

Общее представление некоторых скважин и их точек:

1. Скважина КС1- имеет 8 точек (КС1-1, КС1-2, КС1-3, КС1-4, КС1-5, КС1-6, КС1-7, КС1-8)

Точки КС1-2, КС1-3, КС1-4 имеют одинаковый минеральный состав рудных минералов, в них входят: пирит, азурит, малахит. Также аналогичную руду и вмещающую породу-брекчия, бедная тонковкрапленная медная руда. Также азурит и малахит встречаются во всех минеральных составах восьми точек скважины КС1. Кварц и КППШ (калиевые полевые шпаты) встречаются в минеральном составе обломков шлифа практически всегда, кроме точки КС1-2 данной скважины.

2. Скважина КС2- имеет 14 точек отбора: КС2-9, КС2-10, КС2-11, КС2-12, КС 2-13, КС2-14, КС-2-15, КС2-16, КС2-17, КС2-18, КС2-19, КС2-20, КС2-21, КС2-22)

У скважины КС2 в большинстве точек встречаются обломки кварца и КППШ (калиевые полевые шпаты), а также состав цемента у точек КС2-10, КС2-11, КС2-12, КС2-13, КС2-19, КС2-20, КС2-22 глинистый. У других же точек КС2-14, КС2-15, КС2-16, КС2-17, КС2-18 состав цемента карбонатный. Вторичные минералы отсутствуют у всех за исключением точки КС2-21 и КС2-22.

3. Скважина КС5а- имеет 8 точек (КС5а-23, КС5а-24, КС5а-25, КС5а-26, КС5а-27, КС5а-28, КС5а-29, КС5а-30)

У большинства точек состав рудных минералов состоит из малахита и азурита, а именно точки: КС5а-23, КС5а-24, КС5а-26, КС5а-29. Также точки КС5а-25, КС5а-29 и КС5а-30 имеют в составе обломков наличие кварца и КПШ (калиевые полевые шпаты). Большая часть точек представлены глинисто-карбонатным составом цемента.

4. Скважина КС6- имеет 7 точек (КС6-31, КС6-32, КС6-33, КС6-34, КС6-35, КС6-36, КС6-37)

В составе рудных минералов точки КС6-32, КС6-33 и КС6-35 находится малахит, а в составе обломков точек: КС6-31, КС6-32 и КС6-37 есть кварц и КПШ (калиевые полевые шпаты). Точки КС6-32 и КС6-33 имеют схожий состав цемента – кремнисто-глинистый, а точки КС6-35 и КС6-36 – глинисто-карбонатный состав цемента. У всех точек данной скважины отсутствуют вторичные минералы.

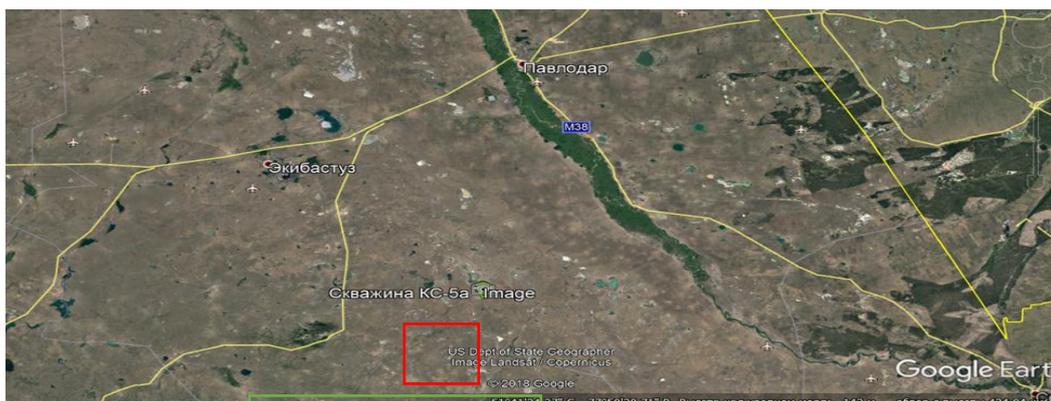
5. Скважина КС7 имеет 4 точки (КС7-39, КС7-40, КС7-41, КС7-42)

У всех точек отсутствуют рудные минералы, а также вторичные минералы. В составе обломков часто встречаются кварц и КПШ.

6. Скважина КС14 имеет 8 точек (КС14-43, КС14-44, КС14-45, КС14-46, КС14-47, КС14-48, КС14-49, КС14-50)

Некоторые точки с данной скважиной аналогичны другим точкам скважин тем, что в составе обломков присутствуют кварц и КПШ, а в рудных минералах халькопирит, азурит и малахит. Точки КС14-46, КС14-47 и КС14-50 имеют кремнистый состав цемента. Среди всех точек данной скважины только одна точка КС14-49 содержит в себе вторичные минералы, у остальных точек вторичные минералы отсутствуют.

Скважины КС15, КС17 и ГФ1 аналогичны с остальными скважинами по всем признакам.



**Месторождение  
Кок-Тас**  
Рисунок 1- месторасположение месторождения Кок-Тас

Месторождение сложено в основном брекчиями, бедной вкрапленной медной рудой и различной разновидностью глин, присутствуют также песчаники и известняки. Имеются также большое количество раздробленных пород, которые подверглись тектоническим нарушениям. Минеральный состав аншлифов данного месторождения сложены, в частности: азуритом, малахитом, пиритом и халькопиритом, если смотреть на состав шлифов, то в составе обломков чаще всего можно встретить кварц и КПШ. Состав цемента в большей степени подобен составу пород, которым сложено месторождение «Кок-Тас». Минералы, встречающиеся чаще всего в ассоциации: азурит и малахит, борнит и др. В частых случаях вторичные минералы отсутствуют. Ковеллин встречается в сростании с борнитом встречаются только в халькопиритовых выделениях. Очень редкий минерал, который присутствует на месторождении – молибденит. Пирит встречается в каждой скважине, но в очень маленьком количестве около 1%. Халькопирит наблюдается чаще как вкрапленность. Халькозин и ковеллин присутствуют на месторождении, но как очень редкие минералы.

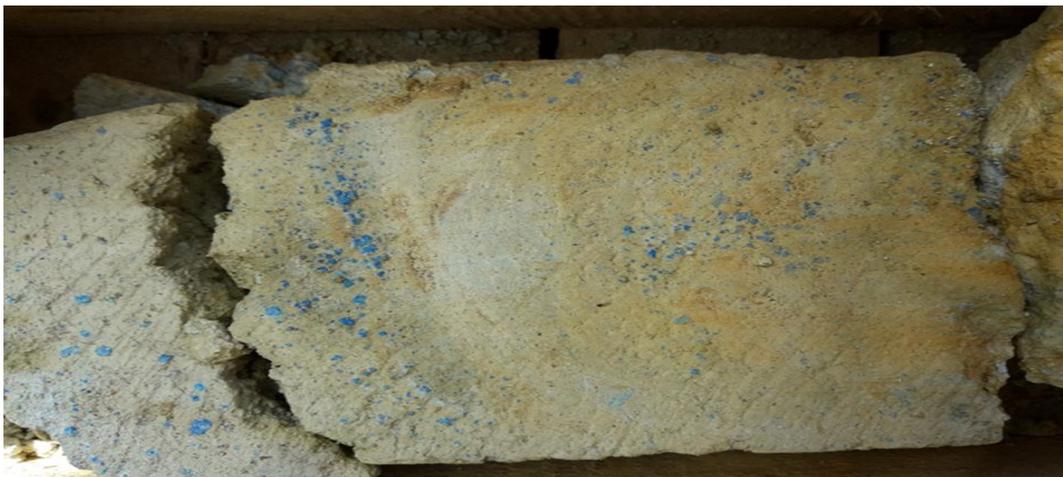


Рисунок 2- образец КС1-2. Брекчия

### Литература

1. Компанец Г.И., Сидоров В.К. и др. Отчет по геолого – геофизическим работам Баянаульской партии за 1960 год. Караганда, Агадырская ГФЭ ЦКГУ, 1961.
2. Шапауов К.Ш. Полякова Е.Я. Геологический отчет о поисковых работах на медь в пределах Майкаинского рудного района за 1961-1965 гг. Экибастуз, Майкаинская ГРЭ ЦКГУ, 1965г.
3. Аугустыняк В.Ч., Бурлаков А.М., Севастьянова Л.М. и др. Отчет о региональных геофизических работах масштаба 1:50 000 на площади листов М-43-34-В, Г; - 46-А, Б, В, Г, - 27-А,В за 1977-1980 гг. Караганда, Центральная ПСЭ ЦКПГО, 1980г.
4. Глухенький В.Я., Скорина П.И. и др. Отчет Акшиманской ПСП о геологическом доизучение масштаба 1:50 000 площади листов М-43-34- В, Г; -46-А, Б, В, Г за 1979-1984 гг. Караганда, Центральная ПСЭ ЦКПГО, 1984 г.
5. Галлямов Н.С.и др. Отчет о результатах ревизионно-оценочных работ на Беркаринской и Коктасской перспективных площадях в 2003-2005 гг. Жезказган; АО «Жезказгангеология», АО «Корпорация Казахмыс». 2005г.
6. В.П. Пахольюк. Проект поисковых работ медных руд на площади Кок-Тас в Павлодарской области - Астана, 2014.
7. Сабыргазыева Ж.С., Кабазиев Б.М. «Медистые песчаники рудопроявления Коктас» // Геология и охрана недр, 2019 №3 (72) Алматы, стр.41-45.

**Kamzina S.N., Bekbotayeva A.A.**

#### **Mineralogical and petrographic features of the Kok-Tas field**

**Abstract.** A description of the area (landscape, soil structure, climatic conditions) of the Kok-Tas deposit and its mineralogical and petrographic features are provided. Geological structure of the field, composition of rocks and mineral resources. Magmatism and stratigraphy of this area. Mineralogical composition of bored wells studied in more detail. On this field, 9 wells have been drilled, having different distinctive features. The data allow you to learn in detail about each well of it: anchlif, grief, and more. Anchlif is characterized by the composition of ore minerals, and the grind includes: debris, cement and secondary minerals. In some wells, there are no data on ore minerals, secondary minerals and fragments composition. Basically, the composition of the fragments was characterized by the presence of KPSH (potassium fields) and quartz, and ore minerals consist of azurita, malachite in particular.

**Keywords:** Kok-Tas deposit, mineral composition, wells, anchlif, grief, malachite, azurist, ore minerals.

**Камзина С.Н., Бекботаева А.А.**

#### **Кок-Тас кен орнының минералогиялық және петрографиялық ерекшеліктері**

**Аннотация.** Ауданның сипаттамасы (ландшафт, топырақ құрылымы, топырақ құрылымы, климаттық жағдайлары) және оның минералогиялық және оның минералогиялық және петрографиялық ерекшеліктері камтамасыз етілген. Кен орнының геологиялық құрылымы, тау жыныстарының құрамы және минералды

ресурстар. Осы аймақтың магматизмі және стратиграфиясы. Тольғырақ зерттелген скучно ұңғымалардың минералогиялық құрамы. Осы өрісте 9 ұңғыма бұрғыланды, әр түрлі ерекшеліктері бар. Деректер сізге әрқайсысы туралы егжей-тегжейлі білуге мүмкіндік береді: аншлиф, қайғы және басқалары. Аншлиф руда минералдарының құрамымен сипатталады, ал ұнтақтау мыналарды қамтиды: қоқыс, цемент және қайталама минералдар. Кейбір ұңғымаларда руда минералдарында, қайталама минералдар мен фрагменттер құрамында деректер жоқ. Негізінен, фрагменттердің құрамы КППШ (калий алқаптарының) және кварцтың және кварцтың және кварцтың және кен өндірушілерінің болуымен сипатталды, атап айтқанда, Азурита, малахит.

**Түйін сөздер:** бірлескен Кок-Тас кен орны, минералды құрамы, ұңғымалар, аншлиф, қайғы, малахит, азуритік, кен минералдары.

УДК. 553.07

**Ж.Ж. Кучқаров**

*Научный руководитель – А.Б. Байбатша, доктор геол.-минерал. наук, проф.*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[jasur.1997x@gmail.com](mailto:jasur.1997x@gmail.com)

## **О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И МЕТАЛЛОГЕНИИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПЛОЩАДИ УШАРАЛ ЖОНГАРСКО-БАЛХАШСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ СИСТЕМЫ**

***Аннотация.** Рассматривается геологическое строение и геодинамика, определяющей металлогенической специализации Ушаралской перспективной площади, локализованной в Жонгаро-Балхашской складчатой системе. При анализе использованы данные производственного отчета по площади и литературные источники по геодинамике района. Наши полевые геологические исследования показали перспективность площади на редкие, цветные и юлагородные металлы. Дано металлогеническое районирование площади по результатам геохимических и аналитических исследований.*

***Ключевые слова:** Складчатая система, перспективная площадь, разрывные нарушения, металлогения, районирование.*

### **Анализ геологических данных**

Региональные полевые исследования показали, что складчатые сооружения Казахстана, в том числе и Жонгарско-Балхашской складчатой системы, по своему генезису являются сдвигово-геосутурными и образовавшимися под воздействием палеозойского суперплюма и коллизионными, сформированными на месте Палеоазиатского океана между континентом Казахстана и Сибирского континента. В основу проведенных исследований была положена концепция плюм-тектоники, которая занимает вполне обоснованное положение.

Складчатые образования Северной Жонгарии были сформированы, в основном, в среднем-позднем палеозое. К этому времени (в конце ордовика) уже возник Казахстанский континент, занимавший с эдиакара-кембрия изолированное положение. Он был создан при распаде мегаконтинента Родиния, который раскололся под напором суперконтинента [1].

В течение ордовика и силура в Жонгаро-Балхашской зоне в обстановке морского бассейна шло формирование земной коры, проткнутой в активной геосутурной зоне веществом мантии (малые интрузии дунитов, перидотитов, габброидов и излившиеся базальты), сложенной глубоководными морскими осадками (яшмы, кремнистые алевролиты и аргиллиты – яшмо-базальтовая формация); зеленоцветными песчаниками, алевролитами, кремнистыми алевролитами и алевропелитами, базальтами и известковистыми песчаниками (зеленоцветная терригенно-кремнисто-базальтовая формация). В Жонгаро-Балхашской складчатой системе, указанный выше комплекс пород, выведен на современную поверхность в Северном и Северо-Восточном Прибалхашье. Аналогичные образования вскрыты буровыми скважинами в Южном Прибалхашье. Их присутствие возможно в фундаменте Алакольской впадины.

Формирование такой коры в бассейне продолжалось до среднего девона, когда в морских бассейнах, окружающих Казахстанский континент, началась коллизия их активное

закрытие Палеоазиатского океана. Подтверждением такого развития событий является выявление в северо-западной части площади, в зоне Жонгарского разлома, континентальной офиолитовой триады в геосутурной зоне и отнесенной к девону. Триада сверху представлена известняками с живетскими кораллами и красными яшмами с конодонтами среднего девона. Глубже следуют пиллоу-лавы субщелочных базальтов и силлы мегаплагиопорфиров. Серия тектонических блоков сложена гипербазитами, серпентинитами и габбро геосутурной зоны между II и III кольцевыми структурами континента Казахстана [2].

### **Минерагеническое районирование**

Рассматривая минерагению территории авторами [3] выделяются четыре основные эпохи рудообразования различных генетических типов: среднепалеозойская (нижний-средний и верхний девон-турне), верхнепалеозойская (нижний и средний карбон), позднепалеозойская (ранняя пермь), раннемезозойская (ранний триас). Дополнительно, для более полной характеристики полезных ископаемых района, необходимо выделить мезозойско-современную эпоху (после раннего триаса), связанную с образованием месторождений и проявлений юрских бурых углей, эоценовых и плиоценовых монтмориллонитовых и бентонитовых глин, формацией золотоносных россыпей главных рек Северо-Восточной Жонгарии, приуроченной к аллювиально-пролювиальным четвертичным образованиям. Различные строительные материалы (песчано-гравийные смеси, строительные пески, кирпичные глины и суглинки), в основном, представляют современную и неоген-четвертичную молассоидные формации в чехле молодых платформ.

В нижнем-среднем девоне, за счет интенсивного развития зон трещиноватости в геосутурной зоне, состоящей из серии разнонаправленных по падению разрывных нарушений, создавалась относительно благоприятная среда для развития межслоевого прожилкового окварцевания и кварцевых жил с золото-редкометалльным и реже березитовым оруденением, а также кварц-серицит-свинцово-цинковой минерализации. К этой же эпохе следует отнести кобальт-хром-никелевую минерализацию, пространственно расположенную в зоне трансформных разрывов глубинного Северо-Жонгарского разлома, связанного с мелкими интрузивными телами дунитов и серпентинитов среднедевонского комплекса, приуроченных к отдельным швам зоны.

В верхнепалеозойскую эпоху, в условиях дугового бассейна, складывались благоприятные геодинамические обстановки для развития железо-марганцевого, силикатно-марганцевого и медно-марганцевого оруденения с незначительным проявлением киновари и регенирированной золото-жильной минерализации.

В позднепалеозойскую эпоху в связи с раннепермским интрузивным магматизмом, крайне незначительно проявленным в южной части территории, связано формирование золото-полиметаллического и, слабо проявленного редкометалльного оруденения.

В условиях постплюм-тектонической обстановки, т.е. в раннемезозойскую эпоху происходило внедрение мелких раннетриасовых интрузий гранодиорит-монцонитового состава южно-жонгарского комплекса, с которым пространственно и генетически устанавливается связь золото-сульфидно-кварцевой минерализации, приуроченной к экзо- и эндоконтактовым зонам.

На основании прямых и косвенных минерагенических признаков, анализа геодинамических обстановок, гравимагниторазведки, с учетом данных Ковалевского А.Ф. (2000 г.), на изученной территории, выделены 4 структурно-формационные зоны, одновременно являющиеся минерагеническими: 1) Тастауская – активных окраин морского бассейна; 2) Саркандская – активной окраины; 3) Бороталинская – дугового бассейна с элементами, предшествующими накоплению вулканических образований; 4) Алакольская, осадки которой в палеозое, сформировались в условиях морского бассейна активных окраин, а образования мезозой-кайнозой – в эпиплатформенной обстановке (рисунок 1).

## Полезные ископаемые

Описываемая территория имеет сложное геологическое строение и относится к умеренно перспективным площадям в отношении благородных и цветных металлов. Наибольшее развитие в районе из рудных объектов получили проявления и пункты минерализации золота (в том числе россыпного), железа, марганца, меди, полиметаллов и реже никеля и кобальта. Всего на площади работ известно 132 объекта металлических и неметаллических полезных ископаемых, в том числе: 2 средних месторождения, 12 мелких месторождений, 39 проявлений и 79 пунктов минерализации [3].

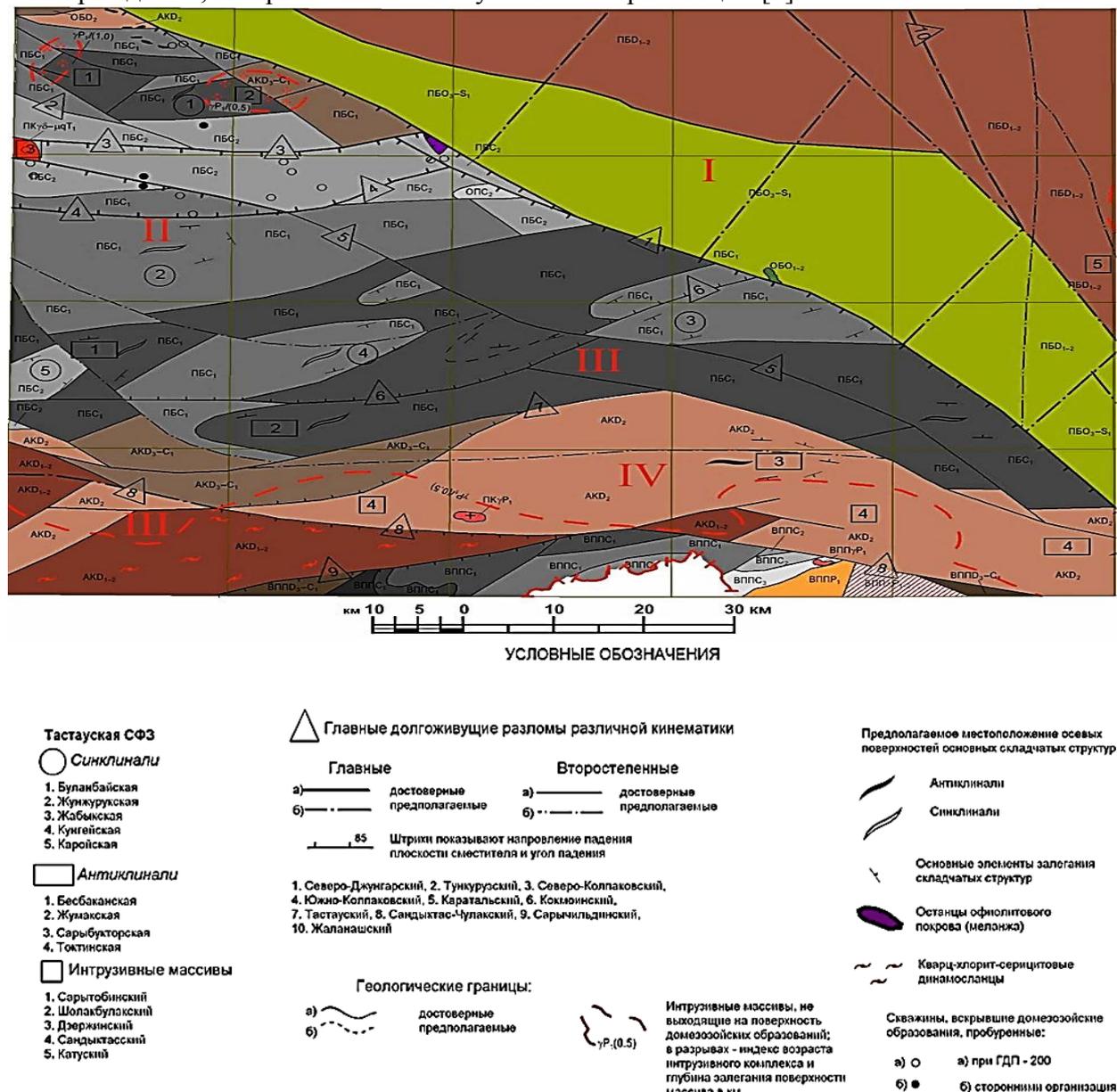


Рисунок 1 – Тектоническая схема территории листа L-44-XXII. Структурно-формационные зоны: I) Алакольская; II) Тастауская; III) Саркандская; IV) Бороталинская [3]

## Заключение

В пределах изученной площади выделены различные по составу и возрасту геологические образования, тела интрузивов различного состава, участки развития аллювиальных и пролювиально-аллювиальных и эоловых отложений. Гранитоидные интрузии занимают погребенное положение со следами термического и метасоматического воздействия на окружающие породы. Экзоконтакты этих гранитоидов часто несут следы

термального воздействия – они вероятно ороговикованы и, возможно, скарнированы, которые служат поисковыми признаками. В долине р. Жаманты юго-восточной части площади выделен ультрабазитовое тело, контакт которого является активным.

### **Литература**

1. Baibatsha A. Plumetectonics nature forming geological structure of Kazakhstan with large deposits and basins//William Smith Meeting. Plate Tectonics at 50. London, 2017. - P. 104.
2. Байбатша А.Б. Инновационные технологии прогноза полезных ископаемых. ISBN 978-601-7962-05-0. Алматы, Асыл кітап, 2018. – 524 с.
3. Отчет ГДП-200 «Геологическое доизучение масштаба 1:200000 в Северной Джунгарии на территории листов L-44-XXII, XXIII» // Мазур М.А., Ганжа В.И., Бектасов А., Никитченко И.В. и др. Алматы, 2010. Кн. 1 – 278 с.

### **А.В. Baibatsha, Zh. Kuchkarov Geological structure and metallogeny of the promising area Usharal Zhongar-Balkhash folded system**

**Abstract.** The geological structure and geodynamics, which determine the metallogenic specialization of the Usharal prospective area, localized in the Zhongar-Balkhash fold system, are considered. The analysis used the data of the production report on the area and literary sources on the geodynamics of the area. Our field geological studies have shown that the area is promising for rare, non-ferrous and precious metals. Metallogenic zoning of the area is given based on the results of geochemical and analytical studies.

**Keywords:** folded system, prospective area, faults, metallogeny, zoning.

### **Байбатша Ә.Б., Қучқаров Ж.**

#### **Жоңғар-Балқаш қатпарлы жүйесі Үшарал перспективалы алаңының геологиялық құрылысы және металлогениясы туралы**

**Аңдатпа.** Жоңғар-Балқаш қатпарлы жүйесінде орналасқан Үшарал перспективалы алаңының металлогениялық мамандануын анықтайтын геологиялық құрылысы мен геодинамикасы қарастырылады. Талдау барысында аудан бойынша өндірістік есептің деректері және ауданның геодинамикасы туралы әдеби көздер қолданылды. Біздің далалық геологиялық зерттеулер аумақтың сирек, түсті және бағалы металдарға болашағы зор екенін көрсетті. Ауданды металлогендік аудандастыру геохимиялық және аналитикалық зерттеулердің нәтижелері бойынша берілген.

**Түйінді сөздер:** қатпарлы жүйе, перспективалы алаң, жарылымдар, металлогения, аудандау.

УДК 553.061.2

### **М.М. Құрманғажина**

*Научный руководитель - К.С.Тогизов, сениор-лектор, доктор PhD  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[m.kurmangahina@satbayev.university](mailto:m.kurmangahina@satbayev.university)*

### **МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЫРЫМБЕТ И ШОК-КАРАГАЙ - ЭТАЛОННЫЕ ОБЪЕКТЫ РЕДКОМЕТАЛЛЬНО-РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ТИПА ОРУДЕНЕНИЯ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** Современное состояние экономики развитых стран Европы, Азии, Америки определяется уровнем редкометалльно-редкоземельной горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. С развитием новейших отраслей науки и техники во всем мире резко возросла потребность в редких и редкоземельных металлах, используемых в ведущих отраслях производства и обеспечивающих экономическую и оборонную безопасность государства. Основные области применения редких металлов и редких земель — это атомная энергетика, радиоэлектроника, авиационная и ракетная техника, машиностроение, приборостроение, химическая и медицинская промышленность, специальных сортов легированных сталей, композиционных материалов и пр.

*Ключевые слова:* редкие земли, редкометалльно-редкоземельные проявления, месторождения, оловянное оруденение, кора выветривания, олово.

Редкие земли – одни из самых перспективных элементов в развитии редкометалльной отрасли Республики, поэтому создание собственной редкометалльно-редкоземельной сырьевой базы является актуальной задачей для инновационного развития страны.

Одной из самых перспективных площадей в Казахстане являются редкометалльно-редкоземельные проявления в Сырымбетском рудном поле (Северный Казахстан), где известны месторождения как эндогенного, так и экзогенного генезиса (Сырымбет, Сарыбулак, Шок-Карагай и др.) (рис. 1).

Сырымбетское рудное поле [1-4] вытянуто в северо-восточном направлении (9×2 км). Распространение оловянного оруденения контролирует Сырымбетская интрузия гранит-порфиров, которая слагает центральную часть рудного поля. Она вытянута в северо-восточном направлении на 6700 м, мощность ее колеблется от 100 до 600 м. Форма интрузии асимметричная. Внутреннее строение интрузии однородное и различается лишь по характеру и степени метасоматических изменений. Оловянное оруденение приурочено, в основном, к зоне крутого северо-западного экзоконтакта интрузии гранит-порфиров и, в меньшей степени, к гранит-порфирам. Своеобразием месторождения является наличие оловянного оруденения во всех основных литологических типах рудовмещающих пород.

Рудовмещающей толщей являются терригенно-осадочные породы шарыкской свиты, подвергшиеся в приконтактовой части интенсивной гидротермально-метасоматической переработке (окварцевание, серицитизация, турмалинизация, скарнирование и т.д.). Максимальные содержания олова и попутных компонентов устанавливаются в поле развития топаз-кварцевых и топаз (флюорит)-кварцевых метасоматитов. Олово представлено в основном касситеритом (80,4%).

Оруденение локализуется в виде вытянутых зон грейзенизации (рудные зоны) шириной 50-250 м и контролируется крутопадающим (северо-запад 65-70°) контактом тела гранит порфиров. Морфология рудной зоны имеет сложный характер с раздувами, рудными столбами. Рудные минералы слагают прожилки, просечки, а также пятно и линзообразные выделения и рассеянную минерализацию в межпрожилковом пространстве. Прожилково-вкрапленная и рассеянная рудная минерализация формирует линейную минерализованную штокверковую зону с промышленным оруденением мощностью от 50 до 250 м, вскрытую до глубины 820 м. Внутреннее строение минерализованной штокверковой зоны сложное, она состоит из главного рудного тела, оперяющих и параллельных субсогласных залегающим породам кулис, выделяемых вследствие прожилково-вкрапленного характера оруденения. При удалении от центральной части месторождения компактное рудное тело распадается на отдельные ветви, кулисы. Промышленное оруденение прослежено по простиранию на 3000 м и оконтурено на северо-восточном фланге. На юго-западном фланге оруденение не оконтурено и прослеживается еще не менее 4 км, сохраняя единую геолого-структурную позицию и имея тенденцию к погружению. На глубине оруденение не оконтурено и прослеживается до глубины 600-800 м. В центральной части месторождения рудная зона достигает наибольшей мощности (200-250 м).

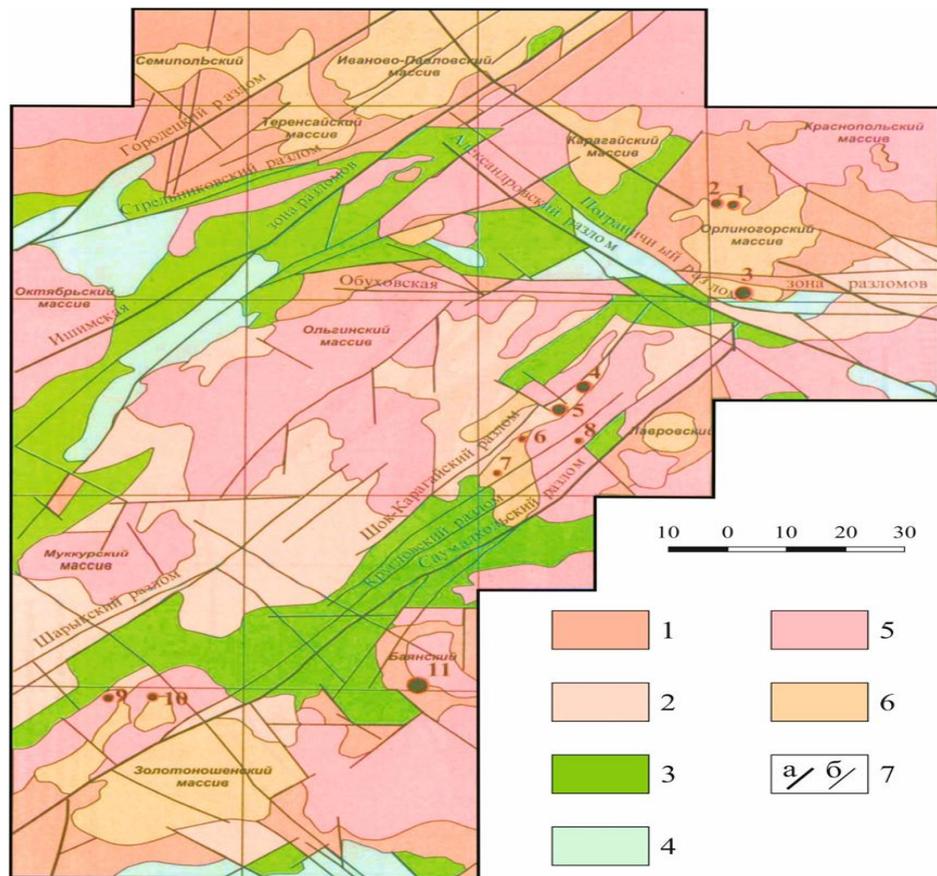


Рисунок 1 - Схема основных структурных элементов северо-запада Кокшетауского поднятия

1 – выступы дорифейского кристаллического фундамента; 2 – осадочные формации раннегеосинклинальных прогибов, слагающих ядра антиклинальных структур; 3 - осадочные формации позднегеосинклинальных прогибов ( $O_1-O_3$ ); 4 – осадочные формации посторогенных впадин (D-J); 5 – раннеорогенные силурийские интрузии гранодиоритов, гранитов; 6 – позднеорогенные девонские интрузии лейкократовых гранитов; 7 – разломы: а-глубинные трансрегиональные; б-региональные 2-го порядка.

#### Редкометалльные месторождения и проявления [5-10]

- |  |                     |
|--|---------------------|
| 1. Орлиногорское Sn (Ta, Nb)           | 7. Легаевское       |
| 2. Орлиногорское (россыпь) Sn (Ta, Nb) | 8. Лесничество      |
| 3. Ускенское Sn                        | 9. Шарыкское        |
| 4. Сырымбет Sn (Ta, Nb)                | 10. Золотоношенское |
| 5. Сарыбулак Ta, Nb (Sn)               | 11. Баян            |
| 6. Шок-Карагай                         |                     |

Химическая кора выветривания развита в пределах всего месторождения [1,3,5], прослежена на 4000 м по простиранию, мощностью от нескольких м до 100 м. Средняя мощность ее в контуре месторождения составляет 50 м. Наиболее мощные зоны коры выветривания имеют линейный характер, северо-восточное простирание и в целом повторяют конфигурацию северо-восточного контакта тела гранит-порфиров и рудной зоны первичных руд. По своему составу кора выветривания относится к гидрослюдисто-кварц-каолининовому типу с высоким содержанием слюдястых минералов (до 35%), представленных преимущественно гидрослюдами. Олово в коре выветривания представлено, в основном (81%), касситеритом, который находится в свободном состоянии относительно песков на 84%.

В первичных рудах и в коре выветривания, помимо основного компонента (олова), месторождения Сырымбет содержатся такие компоненты как тантал и ниобий в пределах от

3 до 28%, а также наблюдается повышенное содержание в рудах редкого элемента - индия (около 20 г/т).

Основным полезным компонентом руд Сырымбета является олово, концентрирующееся, в основном, в касситерите и станине. Сопутствующие компоненты: вольфрам (шеелит, вольфрамит), висмут (висмутин), тантал (танталит), ниобий (колумбит), бериллий (берилл).

Рудопроявление Шок-Карагай расположено в пределах Сырымбетского рудного поля и характеризующегося редкометальной и редкоземельной минерализацией. Площадь Шок-Карагайского участка рассекается крупными многошовными нарушениями северо-восточного направления (Шок-Карагайская, Валихановская зоны и др.), а также более мелкими нарушениями.

Редкоземельное Шок-Карагайское месторождение находится в центральной части Шок-Карагайского массива, который представляет собой субвулканическую постройку, краевые части которой сложены покровными вулканокластическими породами кислого состава, центральные части - экструзивными разностями (гранит-порфирами). Массив рассекается дайками фельзит-порфиров второй фазы, с которыми связывается, как правило, оруденение в коренных породах.

Наиболее изученной является Северо-восточная зона I. Зона прослежена оценочным бурением в 6 профилях через 200-400 м до глубины 300-350 м на расстоянии 1800 м и представляет собой многошовную тектоническую зону общей мощностью до 150 м, сопровождаемую серией невыдержанных по мощности даек фельзит-порфиров. Мощность даек колеблется от нескольких сантиметров до 20 м. По результатам анализов содержания иттрия достигает 0,8%, Ce, Zr, Rb, Th - более 0,1 %, Gd, La, Hf, Nb, Yb – от 0,01 до 0,1 %, Sm, Tb, Ta, Cs от 0,001 до 0,01 % Eu, Sc от 0,0001 до 0,001 %.

Северо-восточная зона II представляет многошовную тектоническую зону дробления общей мощностью до 70 м с отдельными дайками фельзит-порфиров мощностью 2-20 м. Падение зоны юго-восточное под углом 60-80°. По спектральному анализу содержание суммы редких земель достигает 0,8%, иттрия - до 0,071 %.

Северо-западная зона прослежена до глубины 300 м. В разведочных профилях вскрывается зона дробления, окварцевания, флюоритизации, ожелезнения, сопровождаемая дайками фельзит-порфиров. Падение зоны восточное под углом 60-70°. Высокие содержания РЗЭ встречены в поверхностных горных выработках и достигают  $\Sigma TR_2O_3$  до 3,6 %, иттрия до 1%, неодима, лантана, гадолиния – 0,1-0,3 %, самария - до 0,035 %. Кроме того, следует отметить, что наряду, с иттриево-редкоземельной минерализацией, отмеченные зоны сопровождаются аномальными и повышенными содержаниями тория (до 0,2 %), свинца, олова, цинка, ниобия, циркония, урана (от 0,02 до 0,8 %).

В пределах Сырымбетского рудного узла известны ряд мелких рудопроявлений олова. Изучение, которых на предмет редкоземельных элементов, как правило, проводилось недостаточно. Площадь рудного узла недостаточно изучена для выявления новых объектов, особенно это касается коры выветривания. В целом Сырымбетский рудный район перспективен на поиски редкометально-редкоземельного типа оруденения, как эндогенного, так и экзогенного генезиса.

Для надежного прогнозирования подобных объектов не только в пределах рудного узла, но и в региональном масштабе, необходимо провести выявление рудоконтролирующих факторов оруденения на базе новых компьютерных технологий в формате 3D, что позволит целенаправленно вести поисковые работы в регионе.

### **Литература**

1. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Алматы. 2015. 270 с.
2. Атлас моделей месторождений полезных ископаемых. Алматы. 2004.

3. Адамьян Н.Х. и др. Элювиальная касситерит-колумбитовая россыпь Сырымбетского рудного поля (структурное положение и особенности геологического строения). //Горно-геологический журнал №1. 2004.19-26 с.

4. Редкие металлы и редкие земли Казахстана. Под редакцией Б.С. Ужкенова, Г.Р. Бекжанова, Л.Б. Иванова. Алматы, 2011

5. Omirserikov M., Dyussebayeva K., Isaeva L., Baisalova A., Togizov K.S. Rare earth elements in the weathering crust of Shok-Karagay deposit (North Kazakhstan) // 15<sup>th</sup> international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2015, Albena (Bulgaria). P.419-425.

6. L.D. Isaeva, S.K. Asubaeva, M.K. Kembayev, K.S. Togizov. The formation of a geoinformation system and creation of a digital model of Syrymbet rare-metal deposit (North Kazakhstan) // 19<sup>th</sup> international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2019, Albena (Bulgaria). P.609-616.

7. L.D. Isaeva, S.K. Asubaeva, K.S. Togizov, M.K. Kembayev. The thermodynamic model of the Syrymbet rare-metal deposit (North Kazakhstan) // 20<sup>th</sup> international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2020 Albena (Bulgaria). p. 341-348.

8. K.S. Togizov, G.Zh. Zholtayev, L.D. Isaeva. The role of three-dimensional models of deposit and thermodynamic conditions of its formation at selecting and evaluating resources of perspective sites // News NAS RK. Series of geology and technical sciences № 5 (437), Almaty 2019. P.169-176.

9. М.Ш. Омирсериков, Агата Душмал-Черничкевич, Л.Д. Исаева, С.К. Асубаева, К.С.Тогизов. Прогнозирование ресурсов редкометалльных месторождений на основе анализа рудоконтролирующих факторов // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук № 3 (423), Алматы 2017г. С.35-43.

10. L.D. Isaeva, S.K. Asubaeva, K.S. Togizov, M.K. Kembayev. The digital model of the Sarybulak tantalum-niobium deposit (North Kazakhstan) // 20<sup>th</sup> international multidisciplinary scientific geoconference SGEM 2020, Albena (Bulgaria). P.89-96.

#### **М.М. Құрманғажина**

#### **Сырымбет және Шоқ-Қарағай кенорындары - Солтүстік Қазақстанның кенденуінің сирек металды-сирек жер типтес эталондық объектілері**

**Аңдатпа.** Еуропа, Азия, Америка дамыған елдері экономикасының қазіргі жай-күйі сирек металл-сирек жер тау-кен өндіру және қайта өңдеу өнеркәсібінің деңгейімен айқындалады. Ғылым мен техниканың жаңа салаларының дамуымен бүкіл әлемде өндірістің жетекші салаларында пайдаланылатын және мемлекеттің экономикалық және қорғаныс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін сирек кездесетін және сирек кездесетін жер металдарына қажеттілік күрт өсті. Сирек металдар мен сирек кездесетін жерлерді қолданудың негізгі бағыттары-атом энергетикасы, радиоэлектроника, авиациялық және Зымырандық техника, машина жасау, аспап жасау, химия және медицина өнеркәсібі, қоспаланған болаттардың арнайы сорттары, композициялық материалдар.

**Түйін сөздер:** сирек жерлер, сирек металл-сирек жер көріністері, кенорындары, қалайы кенденуі, мору қалайы.

#### **M.M. Kurmangazhina**

#### **The Syrymbet and Shok-Karagay deposits are reference objects of the rare-metal-rare-earth type of mineralization in Northern Kazakhstan**

**Abstract.** The current state of the economy of developed countries in Europe, Asia, and America is determined by the level of rare-metal and rare-earth mining and processing industries. With the development of the latest branches of science and technology around the world, the need for rare and rare earth metals used in leading industries and ensuring the economic and defense security of the state has sharply increased. The main applications of rare metals and rare earths are nuclear power, radio electronics, aviation and rocket technology, mechanical engineering, instrument making, chemical and medical industries, special grades of alloy steels, composite materials.

**Keywords:** rare earths, rare-metal-rare-earth occurrences, deposits, tin mineralization, weathering crust, tin.

**Т.Р. Медео**

Научный руководитель – А.А. Бекботаева, ассоциированный профессор, доктор PhD  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[alien\\_og@mail.ru](mailto:alien_og@mail.ru)

## ОСОБЕННОСТИ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ МЕДНО-КОЛЧЕДАННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКЖАЛ

*Аннотация.* В статье приводятся результаты минералого-петрографических исследований вмещающих пород и руд медно-колчеданного месторождения Акжал. Исследования проводились с целью выяснения и уточнения взаимоотношений основных рудных минералов – пирита, халькопирита и сфалерита. Было установлено, что указанные минералы находятся в тесной взаимосвязи и практически повсеместно образуют структуры прорастания, замещения (эмульсионные, коррозионные, скелетные) и катакластические. Особенно это характерно для ассоциации халькопирита и сфалерита, которые образуют структуры распада в виде эмульсии и практически не встречаются в чистом друг от друга виде. Приводится количественная характеристика эмульсионных включений, на основе которой оценивается их влияние на технологические свойства руд.

**Ключевые слова:** колчеданные месторождения, метасоматиты, сульфиды, структуры распада, эмульсионные включения.

### Краткие сведения о геологическом строении месторождения

Рассматриваемое медно-колчеданное месторождение расположено в северной части Мугоджарского хребта в пределах Средне-Орского рудного района. Сам район находится на сочленении двух структур регионального масштаба – Восточно-Уральского поднятия и Тагило-Магнитогорского эвгеосинклинального прогиба. В тектоническом плане он ограничивается двумя крупными системами глубинных разломов – Борлинской с запада и Приорской с востока [1,2].

Месторождение сложено палеозойскими вулканитами, субвулканитами и плутонитами, а также более молодыми мезозой-кайнозойскими образованиями.

Вулканогенные породы представлены неравномерно метаморфизованными базальтоидами (долериты, гиалобазальты). Интенсивность метаморфизма повышается по мере приближения к контакту с гранитоидами, где проявляется в образовании по базальтоидам полосчатых амфиболитов. Последние являются наиболее распространенными образованиями в пределах месторождения. Фацию субвулканитов представляют широко распространенные долеритовые порфириды, слагающие штокообразные, дайкообразные и вытянутые в разных направлениях тела, тяготеющие к зонам разломов. Более локальное развитие в пределах месторождения имеют риолитовые и риолито-дацитовые порфириды [1].

Севернее месторождения прослеживаются породы Коктюбинской интрузии: наиболее распространенные гранодиориты, граниты, диориты и габбро.

### Рудовмещающая формация

Рудовмещающие зоны месторождения сложены метасоматитами, развитыми по эффузивам основного (долеритовые порфириды) и кислого состава. Среди вторичных изменений преобладает «озеленение» – хлоритизация, эпидотизация, реже актинолитизация и серпентинизация (по полевым шпатам развита серицитизация и соссюритизация).

Основную массу метасоматитов составляют низкотемпературные хлоритовые, хлорит-кварцевые, кварц-полевошпатовые, серицит-кварцевые породы, расположенные на некотором удалении от рудных зон, тогда как внутри контура выделяются более

высокотемпературные антофиллит-кордиерит-биотитовая и хлорит-биотитовая ассоциации [2].

### Типы и вещественный состав руд

По вещественному составу на месторождении выделяется три типа руд – медноколчеданные (преобладают), медно-цинковые и серноколчеданные. По текстурным особенностям названные типы подразделяются на сплошные (массивные) и прожилково-вкрапленные.

Сплошные руды чаще всего представлены крупнозернистыми, реже порфиридовидными агрегатами зёрен пирита с более мелкими зёрнами, прожилками, гнездами халькопирита и сфалерита (рис. 1, 2).



Рисунок 1 - Интервал сплошных руд



Рисунок 2 - Образец на аншлиф

Прожилково-вкрапленные руды распределяются во вмещающих породах в виде прожилков, вкрапленности и гнездообразных обособлений рудных минералов (рис. 3, 4).



Рисунок 3 - Интервал прожилково-вкрапленных руд



Рисунок 4 - Образец на аншлиф

**Пирит** явно преобладает среди рудных минералов, образует сплошные средне- и крупнозернистые часто катаклазированные агрегаты. Трещины между зёрнами или обломками выполняют нерудные минералы, либо халькопирит со сфалеритом (рис. 4, 5).

**Халькопирит** встречается в виде прожилковидных выделений в пирите, часто цементирует его (выполняет промежутки между его зёрнами), также образует эмульсионные включения в сфалерите (рис. 4-6).

**Сфалерит** распределяется неравномерно в виде неправильных зёрен с изрезанными контурами (реже в виде прожилков). Местами замечен в сростании с халькопиритом в промежутках пирита (рис. 4, 5). В чистом виде практически не встречается (содержит эмульсиевидный халькопирит).

Среди редких рудных минералов были отмечены ковеллин (замещает халькопирит в зоне окисления) и пирротин (рис. 7, 8), иногда халькозин и магнетит.

Как видно на рисунках 5-10, перечисленные минералы находятся в довольно тесной взаимосвязи друг с другом. Чаще всего наблюдаются структуры дробления (характерно для пирита), цементация обломков и зерен, а также структуры замещения и распада

(эмульсионные, коррозионные, скелетные). Описанные взаимоотношения минералов упоминались и в исследованиях, проводившихся на месторождении в прошлом, однако не изучалось влияние таких прорастаний на технологические свойства руд. Поэтому одной из основных задач минералого-петрографических исследований являлось изучение взаимоотношений двух основных рудных минералов – халькопирита и сфалерита.

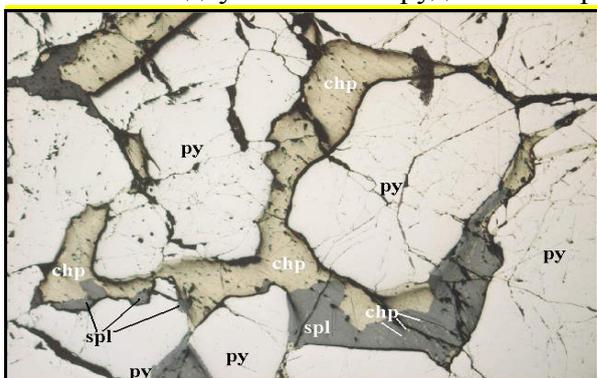


Рисунок 5 - Анш-1, ув. 50. *Py* – пирит,

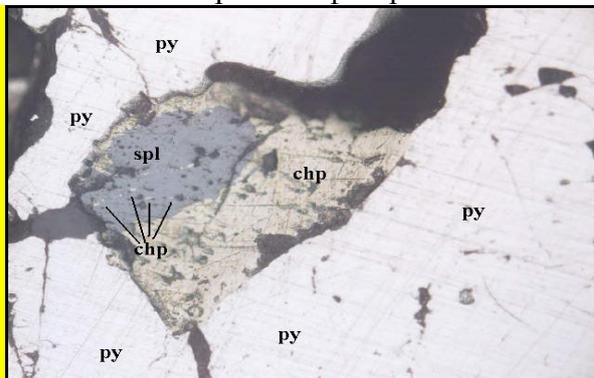


Рисунок 6 - Анш-2, ув. 50. *Py* – пирит, *chp* – халькопирит, *spl* – сфалерит

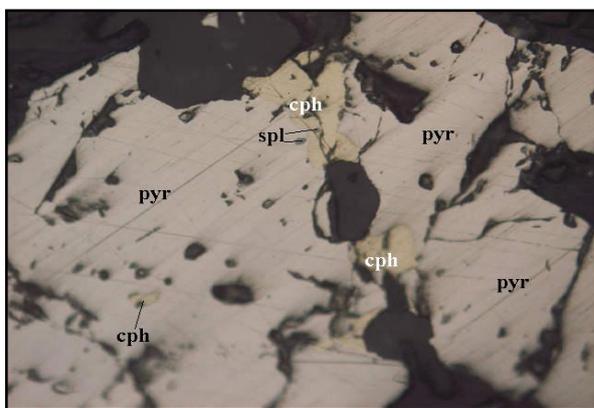


Рисунок 7 - Анш-3, ув. 50.  
*Pyr* – пирротин, *cph* – халькопирит

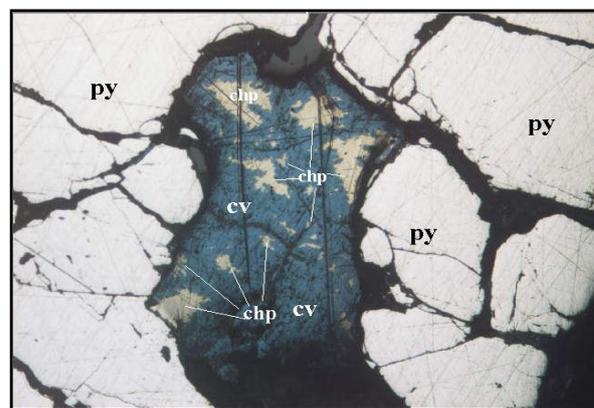


Рисунок 8 - Анш-4, ув. 50. *Py* – пирит, *chp* – халькопирит, *cv* – ковеллин

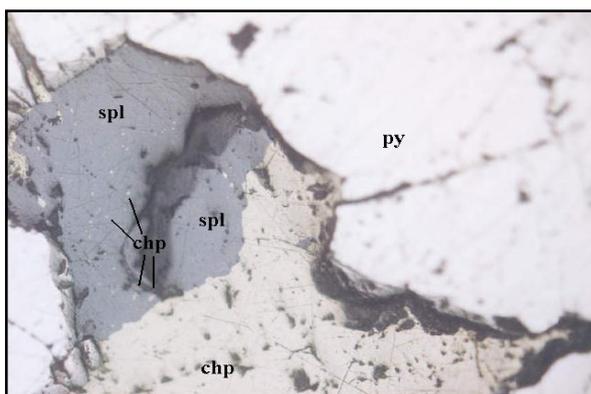


Рисунок 9 - Анш-5, ув. 200. *Py* – пирит, *chp* – халькопирит, *spl* - сфалерит

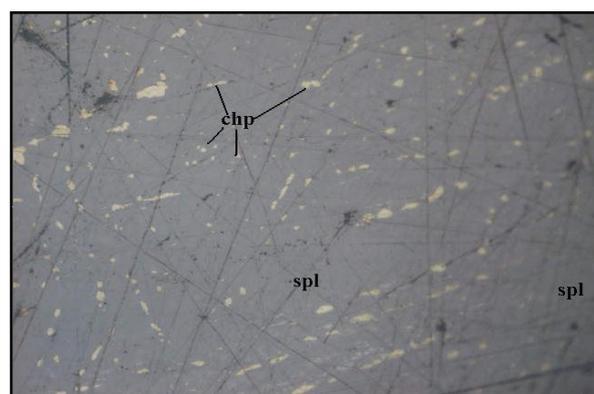


Рисунок - 10. Анш-6, ув. 500.  
*Spl* – сфалерит, *cph* – халькопирит

Микроскопическим просмотром было установлено, что практически повсеместно сфалерит содержит равномерно распределенные включения халькопирита каплевидной, реже прожилковидной формы (рис. 9, 10). Размер таких включений редко превышает первые мкм,

местами достигает 10-15 мкм. Визуально на долю 0,074 мм сфалерита приходится в среднем 5-10% эмульсионных вкраплений халькопирита, то есть полного раскрытия основных рудных минералов меди и цинка при измельчении до класса 0,074 мм добиться невозможно.

Это подтверждается и результатами технологических испытаний (рис. 11, 12). В технологической пробе раскрытие сфалерита и халькопирита составило около 60%. Сфалерит на 28,1% находится в сростании с медными сульфидами (халькопирит, реже ковеллин), а халькопирит на 11,1% со сфалеритом. Даже при истирании пробы до класса менее 0,071 мм «загрязнения» концентратов неизбежно (рис. 12) [3].



Рисунок 11 - Технологическая проба.  
Класс > 0,071 мм.  
В свободном виде: Cu – 5,3%, Zn – 15%

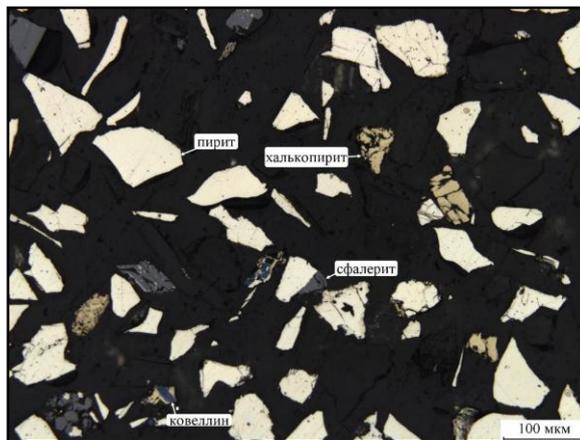


Рисунок 12 - Технологическая проба.  
Класс 0,071 – 0,045 мм.  
В свободном виде: Cu – 32,3%, Zn – 8,5%

## Литература

1. Геологический отчет о результатах поисково-оценочных работ на рудном поле месторождения Акжал, п. Батамшинск, 1974.
2. Геологический отчет о результатах поисково-разведочных работ на медные руды в Северной части Средне-Орского района за 1969-1970 гг, п. Батамшинск, 1971.
3. Регламент «Проведение исследований и разработка рациональной схемы обогащения медно-цинковой руды месторождения «Акжал», Санкт-Петербург, 2020

**Medeo T.R.**

### Features of ore mineralization of the Akzhal copper-pyrite deposit

**Abstract.** The article presents the results of mineralogical and petrographic studies of the host rocks and ores of the Akzhal copper-pyrite deposit. The research was conducted to clarify and clarify the relationship of the main ore minerals – pyrite, chalcopyrite and sphalerite. According to the results of the work, it was found that these minerals are closely interrelated and almost everywhere form structures of germination, substitution (emulsion, corrosion, skeletal) and cataclastic. This is especially characteristic of the association of chalcopyrite and sphalerite, which form decomposition structures in the form of an emulsion and practically do not occur in a pure form from each other. The quantitative characteristics of emulsion inclusions are given, based on which their influence on the technological properties of ores is estimated.

**Keywords:** pyrite deposits, metasomatites, sulfides, decay structures, emulsion inclusions.

**Медео Т.Р.**

### Ақжал мыс-колчеданды кен орнының кенді минералдануының ерекшеліктері

**Андатпа.** Мақалада Ақжал кен орнының мыс-колчеданды кендері мен сыйымды жыныстарын минералогиялық-петрографиялық зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеулер негізгі кен минералдары – пирит, халькопирит және сфалерит арасындағы байланысты анықтау және нақтылау мақсатында жүргізілді. Жұмыс нәтижелері бойынша көрсетілген минералдар бір-бірімен тығыз байланыста және барлық жерде өну, алмастыру (эмульсиялық, коррозиялық, қаңқалық) және катакластикалық құрылымдар құрайтыны анықталды. Бұл әсіресе эмульсия түрінде ыдырау құрылымдарын құрайтын және бір-бірінен таза түрінде іс жүзінде кездеспейтін

халькопирит пен сфалерит қауымдастығына тән. Эмульсиялық қосындылардың сандық сипаттамасы келтіріледі, соның негізінде олардың кендердің технологиялық қасиеттеріне әсері бағаланады.

**Түйін сөздер:** колчедан кен орындары, метасоматиттер, сульфидтер, ыдырау құрылымдары, эмульсиялық қосындылар.

УДК 550.81, 553.411.622.343

**Л.Н. Мейлиев**

*Научный руководитель – Б.Н. Урунов, декан, доктор философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам*

*Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,  
Узбекистан, г. Ташкент*

[latifjonmeyliyev@gmail.com](mailto:latifjonmeyliyev@gmail.com), [urunovbaxrom@mail.ru](mailto:urunovbaxrom@mail.ru)

## **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЕХКАНАБАД УЧАСТОК КИЗИЛЧА**

***Аннотация.** Особое внимание уделено рациональному использованию природных ресурсов, разработке наукоемких ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих комплексность переработки извлечения ценных компонентов и экологическую безопасность, а также обеспечение промышленных предприятий республики местными сырьевыми источниками.*

*Одним из таких сырьевых источников многофункционального назначения являются горючие сланцы, запасы которых в республике исчисляются десятками млрд. тонн. Горючие сланцы во многих странах традиционно используются как энергетическое сырье и источник получения нефтехимических, химических углеводородных продуктов, так как горючие сланцы в большинстве случаев состоят на 10-65% из органического вещества.*

***Ключевые слова:** генезис, месторождения, палеоген, структура, пласт, синклиналь.*

Горючие сланцы - полезное ископаемое из группы твёрдых каустобиолитов, дающее при сухой перегонке значительное количество смолы (близкой по составу к нефти). Горючие сланцы состоят из преобладающей минеральной (кальциты, доломит, гидрослюда, монтмориллонит, каолинит, полевые шпаты, кварц, пирит и др.) и органических частей (кероген), последняя составляет 10-30% от массы породы, и только в сланцах самого высокого качества достигает 50-70%.

Горючие сланцы – глинистые, песчаные и известковистые горные породы, обладающие горючими свойствами вследствие присутствия в них продуктов разложения органического вещества. При переработке горючих сланцев получают смолу, горючие газы и подсмольные воды. Выход смол 5-50%. Все типы горючих сланцев характеризуются повышенным содержанием водорода (до 7-8%) и летучих (30-70%), а также значительным выходом битумов. Горят коптящим пламенем и при этом издают специфический битуминозный запах. Используются как материал для перегонки и как топливо. Типичными горючими сланцами являются кукерситы в Прибалтике, третичные фушунские сланцы в Маньчжурии и др.

В настоящее время сланце добывающая и перерабатывающая промышленность действует в КНР, США, Бразилии, Эстонии, Испании, Германии, Австрии и России. Поступают сообщения о намерениях разрабатывать горючие сланцы в Конго, Заире, Италии (Сицилии), Тринидаде, Бирме, Израиле, Югославии.

Горючие сланцы по генезису могут быть морскими, лагунными и озёрными сапропелитами, а по составу - глинистыми, карбонатными, кремнистыми. Чередуюсь с другими, парагенетический связанными с ними осадочными породами, горючие сланцы

образуют сланценовые формации мощностью в десятки и сотни м с площадью распространения до несколько тыс. км<sup>2</sup>.

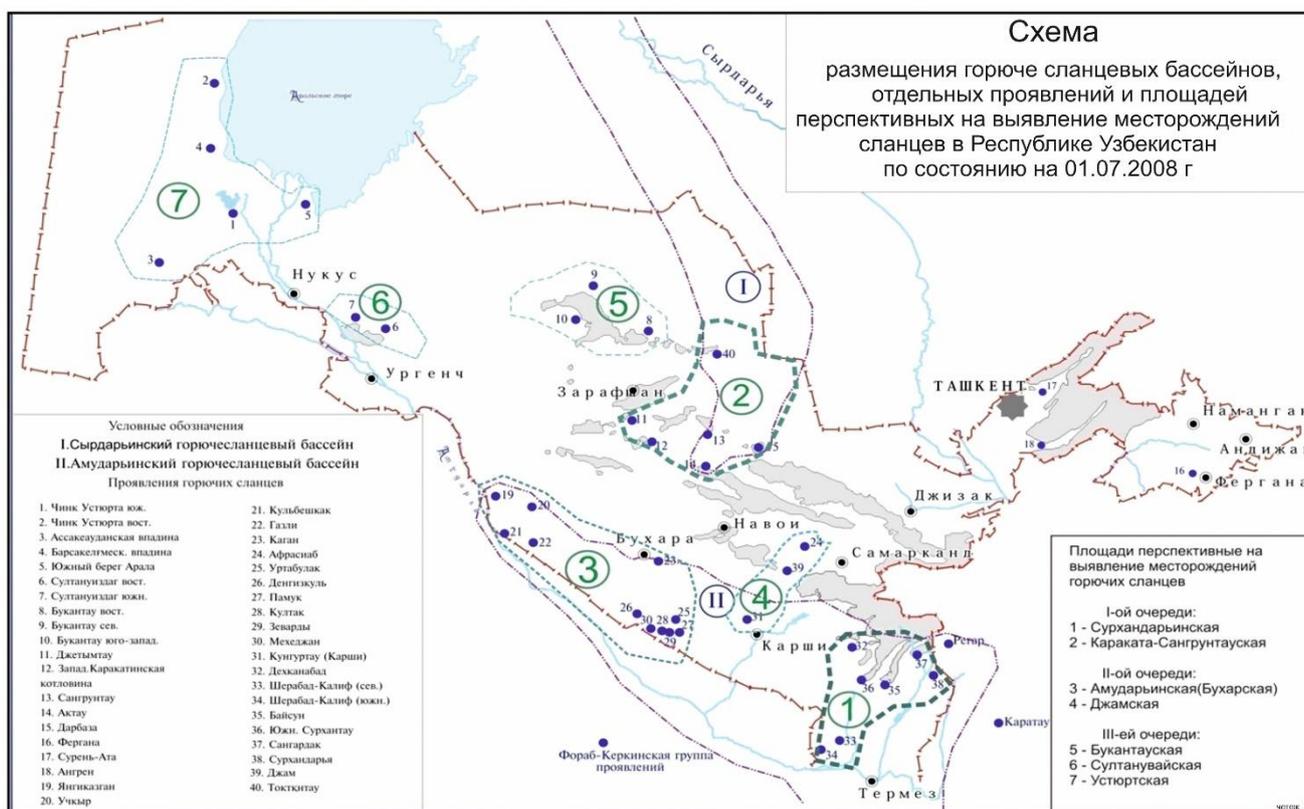
Недра Республики Узбекистан богаты месторождениями полезных ископаемых рудного и нерудного происхождения. Особое внимание уделено рациональному использованию природных ресурсов, разработке наукоемких ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих комплексность переработки извлечения ценных компонентов и экологическую безопасность, а также обеспечение промышленных предприятий республики местными сырьевыми источниками.

Одним из таких сырьевых источников многофункционального назначения являются горючие сланцы, запасы которых в республике исчисляются десятками млрд. тонн. Мировые запасы горючих сланцев в эквиваленте сланцевой смолы составляют приблизительно 2,9 трлн. баррелей. Горючие сланцы во многих странах традиционно используются как энергетическое сырье и источник получения нефтехимических, химических углеводородных продуктов, так как горючие сланцы в большинстве случаев состоят на 10-65% из органического вещества.

Горючие сланцы в Узбекистане широко распространены на территории Амударьинского и Сырдарьинского сланцевых бассейнов Узбекистана (рис.1 проявление горючих сланцев 32.). Прогнозные ресурсы горючих сланцев Сырдарьинского и Амударьинского бассейнов оценены до глубины 600м от дневной поверхности и составляют в Средней Азии 93 млрд.т., в том числе в Узбекистане – 47 млрд.т.

Общее количество сланцевой смолы, при среднем содержании в рудах месторождений Узбекистана 13-16%, составляет свыше 3 млрд. тонн.

Первые данные о металлоносности горючих сланцев были получены Поповым В.И., Гридневым Н.И. и Чистяковым П. А. В 1946 г. в юго-западных отрогах Гиссарского хребта при изучении радиоактивности кайнозойских формаций Таджикской депрессии. По данным химического анализа в пробе горючих сланцев, отобранной в районе г. Шерабада, были установлены высокие содержания урана, ванадия, молибдена и ряда других элементов.



Многочисленные исследования, появившиеся в последние годы в мировой научной литературе, показывают, что на фоне традиционных промышленных руд меди, урана и золота представляют большой интерес углеродистые минеральные образования (горючие сланцы). Аналогичные минеральные образования имеют место и в недрах нашего региона. Они представляют собой геологические проявления в широком стратиграфическом диапазоне мезо-кайнозоя и являются перспективными источниками редких, редкоземельных и благородных металлов.

Особенностью горючих сланцев Узбекистана, в отличие от сланцев Прибалтийских республик, России и др., является их высокая металлоносность. По содержанию ряда редких, редкоземельных и благородных металлов они конкурируют с традиционными промышленными сырьевыми источниками, а по таким металлам как молибден, ванадий - превосходят их.

Стратиграфия и фациальные условия сланценакопления. Дехканабадская площадь горючих сланцев расположена в пределах Дехканабадской синклинали Амударьинско-Предгиссарского сланценосного бассейна.

В геологическом строении площади участков Кизилча, Карашина и Туйчи Дехканабадской площади принимают участие осадочные образования меловых, палеогеновых (бухарская, сузакская, алайская, туркистанская свиты), неогеновых и четвертичных систем, ниже приводится краткая характеристика выше перечисленных систем.

Верхнемеловые (К) отложения четко прослеживаются на местности вдоль северо-западного и юго-восточного крыльев Дехканабадской синклинали и представлены чередующимися песками, песчаниками глинами.

Бухарская свита (палеоцен P1bh) залегают несогласно на размытой поверхности отложений верхнего мела и представлены карбонатными отложениями. В основании разреза залегают известняки мелкозернистые местами песчанистые и брекчиевидные. Выше разрез представлен переслаивающимися афанитовыми, пелитоморфными и мелкозернистыми известняками. В средней части описываемых слоев залегает пласт известковистого доломита мощностью до 17 м. Заканчивается разрез бухарских слоёв серыми и голубовато-серыми мергелями, доломитами мощностью от 13 до 15 м.

В литологическом составе пород бухарских слоёв на всей Дехканабадской синклинали особых изменений не отмечается. Общая мощность этих отложений варьирует от 86 до 105 м. Карбонатные породы в силу своей устойчивости по отношению к вмещающим их глинам хорошо прослеживаются в рельефе в виде мощной гряды и за счет светлой окраски являются четким маркирующим горизонтом.

Сузакская свита (верхний палеоцен – нижний эоцен, P1-2 sz) на всей территории Южного Гиссара, в.ч. и в Дехканабадской прогибе имеет однородное строение и представлены мергелями, разнообразными глинами, горючими сланцами и битуминозными породами. Основу разреза составляют чистые глины без терригенной примеси с линзовидными обособлениями железистых стяжений и алевролитистых, песчанистых разностей, тяготеющих преимущественно к средней части разреза.

Вмещающий пласт горючего сланца, представлен зеленовато-серыми и голубовато-серыми глинами. Они образуют слои известковистых, мергелистых, запесоченных и аргиллитоподобных плотных и однородных, по составу глин. Мощность сузакской свиты в пределах Дехканабадской синклинали, изменяется от 50 м до 148 м. В чистых глинах органические остатки очень редки.

Глины светло-серые, серые, зеленовато-серые и от грязно-желтого до темно-серого цвета. Темноокрашенные глины обогащены органическим веществом (до 1,8%). Глины

обычно массивные, неслоистые, с раковистым изломом, пластичные. В алевритистых глинах наблюдается тонкая горизонтальная слоистость, встречаются мелкие фрагменты чешуи и кости рыб, фораминиферы.

Пласт горючих сланцев в пределах площади строго стратифицирован, повсеместно отмечается в нижней части в 25-50 м выше подошве сузакской свиты. Глубины залегания почвы пласта горючего сланца (по данным поисковых работ) от 109,0 м до 315,1 м.

Мощности горючего сланца изменяется от 0,30 до 2,0м. Область наибольших мощностей (1-2) тяготеет к юго-восточному крылу синклинали. Средняя мощность пласта по данным буровых скважин составила 1,2 м.

В горючих сланцах часто отмечаются рассеянная пылевидная вкрапленность сингенетического пирита, реже отмечаются желваки пирита, содержание которого не превышает 3-5%.

Вмещающими горючий пласт породами являются глины битуминозные, вязкие, часто перемятые, имеющие линзовидное строение. Мощности их составляют 0,10-0,5-1,0м. В местах отсутствия глин битуминозных вмещающими породами становятся глины алевритистые, темно-серые, массивные, плитчатые, иногда глины запесоченные, или песчанистые. Выше пласта сланцев в глинах часто отмечается растительный детрит на плоскостях наложения, ниже пласта для них характерно запесоченность, иногда с линзами карбонатно-мергелистых пород, линзовидная слоистость.

Пласт горючего сланца имеет пологое до 5-70 (северное крыло синклинали), до 4-50 (замыкающий часть синклинали), 6-80 (юго-восточный крыло синклинали).

Тектоническая нарушенность пласта горючего сланца в пределах Дехканабадской синклинали при имеющаяся на данном не установлена. По данным буровых скважин установлены уменьшение, увеличение мощности свит.

Алайская свита (средний эоцен, P2 $\alpha$ l) - согласно залегают на глинах сузакской свиты, представлены фосфоритоносными и фосфоритизированными песчаниками, псаммитами, алевролитами, глинами, ракушниками. В основании, разреза алайской свиты на всей Дехканабадской площади залегают хорошо выдержанные по простиранию мергели серого и светло-серого цвета с маломощными прослоями зеленовато-серых глин. Мощность пород этой пачки варьирует от 3,5м до 10м. Выше мергелей залегают песчаники мощностью до 35 м серого и светло-серого цвета с маломощными прослоями ракушников известняков глины и реже мергелей. Редко в кровле выделенной пачки фиксируется прослой мелкообломочных гравелитов.

Выше по разрезу залегают зеленовато-серые глины с линзовидными прослоями песчаников. Видимая мощность алайской свиты не менее 45-55 м.

Туркистанская свита (P2 tr) –зеленовато-серые глины с прослоями песчаников, ракушников и алевролитов. Общая мощность объединенной свиты достигает 230м, но в большей части территории верхние горизонты размывы.

На туркистанской свиты несогласно залегают красноцветные отложения неогена.

Неогеновые отложения (нерасчлененные) (N) - залегают на размывтой поверхности палеогена и в нижней своей части представлены красноцветными глинами и алевролитами.

### **Литература**

1. Дустов К. Тураев Т.Н. «Поиски горючих сланцев на Байсун – Дехканабадской площади участок Дехканабад». Отчет Байсунской ГПП за 2011-2013 гг. Фонды ГП «ЮУГСПЭ» 2013г.

2. О.Г.Киррет, Р.П.Кох. Исследование возможностей извлечение редких и рассеянных элементов из горячих сланцев Байсунского месторождения. Фонды ГП «Кашкадарьинская ГРЭ».

3. С.М.Корпенко, И.Н.Чебров. Поисково-оценочные работы на Джамском проявлении горючих сланцев с определением запасов по кат. С<sub>2</sub> до глубины 300 м и поисковых работ на Западной площади в пределах проявления Ташкудук с определением прогнозных ресурсов по кат. Р<sub>1</sub> до глубины 300 м, (Отчет сланцевой партии за 1985-90г.г.).

**L.N. Meyliyev, B.N. Urunov**

**Dexqonobod koni Qizilcha uchastkasi yonuvchi slanetslarning geologic tuzulishi hususiyatlari va istiqbollari**

**Андатпа.** Табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға, құнды компоненттерді өндіруді өндеудің күрделілігін және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ететін, ғылымды қажетсінетін ресурстарды үнемдейтін технологияларды дамытуға, сондай-ақ, республиканың өнеркәсіптік кәсіпорындарын жергілікті шикізат ресурстарымен қамтамасыз етуге ерекше назар аударылады. Бұл көпфункционалды шикізаттың бірі - республикадағы қоры ондаған миллиард тоннаға бағаланатын мұнай тақтатастары. Жанғыш тақтатасты көптеген елдерде дәстүрлі түрде энергетикалық шикізат және мұнай-химия, химиялық көмірсутек өнімдерінің көзі ретінде қолданылады, өйткені мұнай тақтатастары көп жағдайда 10-65% органикалық заттардан тұрады.

**Түйін сөздер:** генезис, кенорындар, палеоген, құрылым, қабат, синклин.

**L.N. Meyliyev, B.N. Urunov**

**Features of the geological structure and prospects of oil shale Dehkanabad field Kizilcha area**

**Abstract.** Particular attention is paid to the rational use of natural resources, the development of science-intensive resource-saving technologies that ensure the complexity of processing the extraction of valuable components and environmental safety, as well as the provision of industrial enterprises of the republic with local raw materials. One of these raw materials for multifunctional purposes is oil shale, the reserves of which in the republic are estimated at tens of billions of tons. Oil shale in many countries is traditionally used as an energy raw material and a source of petrochemical, chemical hydrocarbon products, since oil shale in most cases consists of 10-65% of organic matter.

**Keywords:** genesis, deposits, paleogene, structure, formation, syncline.

УДК 553.077

**Г. Н. Мекенбек, М. К. Кембаев**

*Научный руководитель – М.К. Кембаев, сениор-лектор кафедрь ГСПиРМПИ,  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[mekenbekgulnur@mail.ru](mailto:mekenbekgulnur@mail.ru), [k.maksat@mail.ru](mailto:k.maksat@mail.ru)*

**ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАТПАР И НА ИХ ОСНОВЕ ВЫДЕЛЕНИЕ ПОИСКОВЫХ  
ПРИЗНАКОВ**

**Аннотация.** Выделение прогнозных площадей на основе обработки геологических материалов в формате 3D, построение трехмерных моделей месторождений, потенциальная (прогнозная) оценка ресурсов вольфрама по месторождениям Катпар. Геолого-структурный особенностей месторождения Катпар и на их основе выделение поисковых признаков.

**Ключевые слова:** месторождение Катпар, 3D модели, штокверк, руда, вольфрам.

Месторождение Катпар, локализовано в карбонатной среде, относящимся к скарново-карбонатной-грейзеновой. Месторождение представляет собой рудный штокверк. Созданные 3D модели месторождения и геологические данные показывают, что морфология рудного штока на месторождении определяется слиянием двух вертикальных столбов, внутреннее строение которых представляет собой штокверк, состоящий из скарновых прожилков и жил, где основными полезными компонентами являются вольфрам, молибден, висмут и медь [1,2].

Основание рудного штока на глубоких горизонтах совпадает с локальным выступом позднепермских гранитов. Здесь в центральной части рудного тела, на глубине 450-500м

выделяются отдельные рудные тела, состоящие из редкометалльного штокверка, его мощность оценивается в пределах до 50-60 м, охватывает только экзоконтактовую часть гранитной интрузии. На этой глубине содержание триоксида вольфрама меняется от бортового 0,04% до 0,5% [1].

По рудоконтролирующим факторам месторождения установлено, что апикальная эндоконтактовая часть глубокозалегающей гранитной интрузии является перспективной на обнаружения редкометалльного оруденения. Это можно объяснить следующим: во-первых, граниты характеризуются повышенными содержаниями висмута, вольфрама, меди, олова, молибдена, бериллия и рубидия; во-вторых, рудная зональность на месторождении, предполагает, что в эндоконтактовой части гранитной интрузии могут локализоваться молибдениты, так как они отлагаются при более высоких температурных условиях ( $430-330^{\circ}\text{C}$ ), чем вольфрамиты ( $330-250^{\circ}$ ). На данном месторождении молибдениты встречаются в двух модификациях -3R, 2H и их появления раскрываются анализом модельных построений рудообразующих и рудолокализирующих систем [1].

Акмая-Катпарская рудная зона, представлена на карте в Приложении В. Месторождения вольфрама Катпар (Северный Катпар), Акмая, рудопроявления Западный Катпар и другие размещены в блоке земной коры с контрастным расположением фундамента–приподнятого Жаман-Сарысуйского антиклинория и опущенного Успенского синклинория. Ведущее значение в структуре района имеет региональная тектоническая зона субширотного (успенского) направления, контролирующая гранитоидный магматизм и оруденение, и являющаяся составной частью глубинного Жаксы-Тагалинского разлома. Рудная зона представлена серией крупных продольных разрывов и разбивается на ряд горсто и грабенообразных блоков. В геологическом строении рудной зоны принимают участие карбонатные, терригенные и вулканогенные породы нижнего турне, верхнего фамена и живета, древние коры выветривания, глины неогена, четвертичные рыхлые образования и гранитоиды пермского и карбонового возраста [2].

Терригенные и вулканогенные породы смяты в крупные складки и ориентированы по генеральному направлению успенской зоны смятия. Разбиты тектоническими нарушениями северо-западного и северо-восточного направлений и имеют блоковое строение. На глубине 400-600 м они прорваны пермскими лейкократовыми гранитами. На контакте с ними известковые породы мраморизованы, а песчанно-сланцевые ороговикованы. Доинтрузивные дизъюнктивные нарушения развиты довольно широко и представлены надвигами восток-северо-восточного направления и пересекающими их субмеридиональными разрывами, частично залеченными дорудными дайками [3].

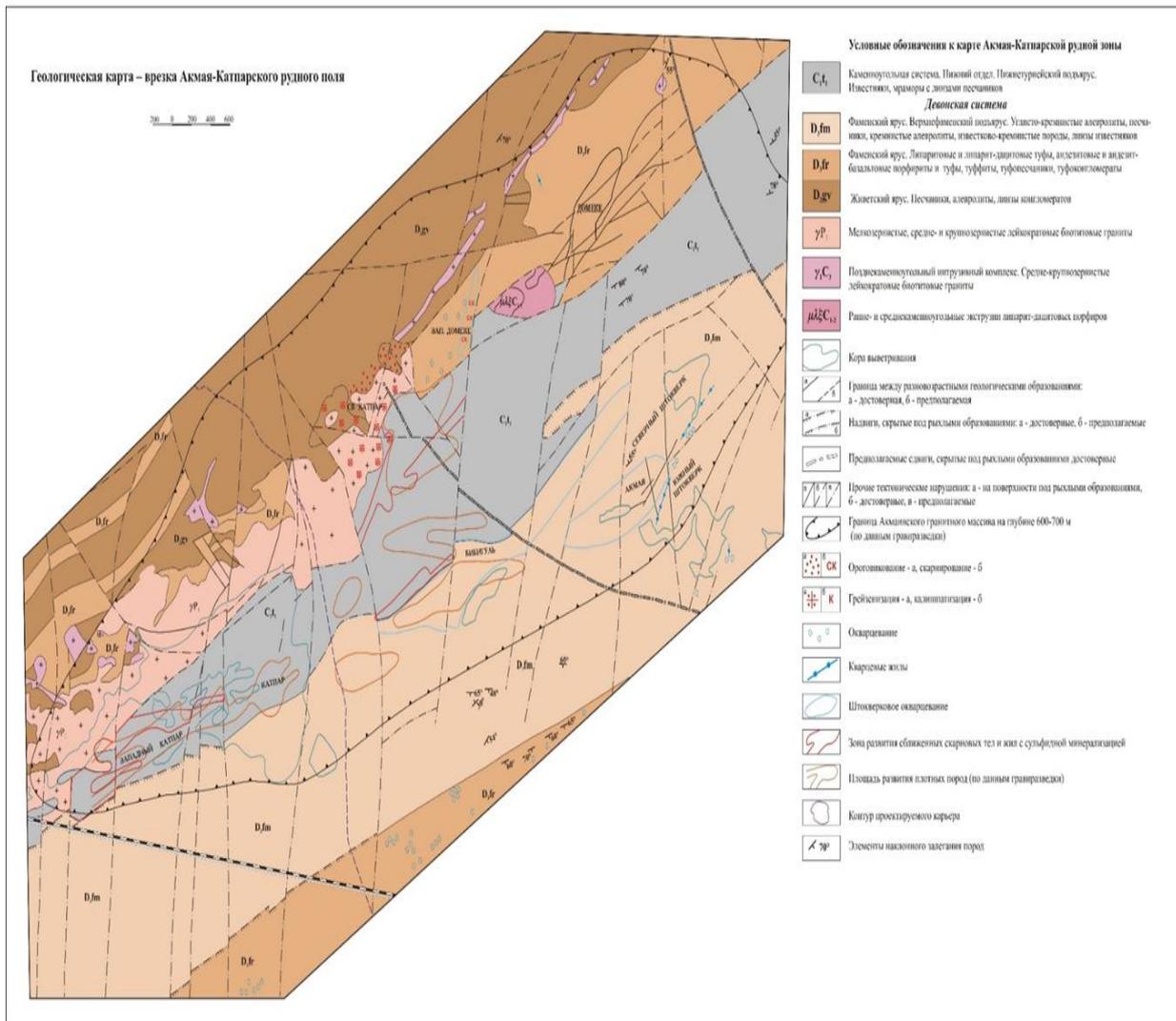


Рисунок 1 - Геологическая карта –врезка Акмяя-Катпарского рудного поля

На месторождении Катпар пространственное положение рудных прожилков с молибденитом позволяет считать, что в апикальных частях гранитов они кристаллизовались в условиях тепловой равновесности и молибдениты появились в виде - 2Н модификации. В скарново-грейзеновых телах молибдениты кристаллизовались в условиях тепловой не равновесности, так как эти рудные тела формировались в надинтрузивной зоне, т.е. в некотором удалении от источника тепла. В этом случае молибдениты появляются в виде 3R модификации, способные к изоморфным замещениям. Этим можно объяснить причину появления рения (до 0,025%) в минеральном составе скарново-грейзеновых тел на месторождении Катпар [2].

При этом метасоматический фактор контроля оруденения показывает, что продукты автометасоматической грейзенизации в гранитах несут рассеянную вкрапленность минералов редких металлов, и здесь распространены кварцевые и кварц-полевошпатовые жилы и прожилки с молибденитом. Вокруг этих прожилков в граните наблюдаются околожилные ореолы метасоматических преобразований – окварцевание, калишпатизация и мусковитизация [3].

Итак, помимо установленных рудоконтролирующих факторов на данном месторождении, анализ рудообразующих систем показывает, что редкометалльное оруденение локализуется и в эндоконтактных частях гранитов между разведочными профилями №45-47, по температурным условиям минералообразования оно прослеживается

на глубину интрузии свыше 100-150 м. В этом случае, расчетный вертикальный размах редкометалльного оруденения на месторождении Катпар составляет около 650 м на глубину, где по геологическим данным он оценивается в пределах 500м, что видно из трехмерной модели месторождения в соответствии с рисунком 2 [4].

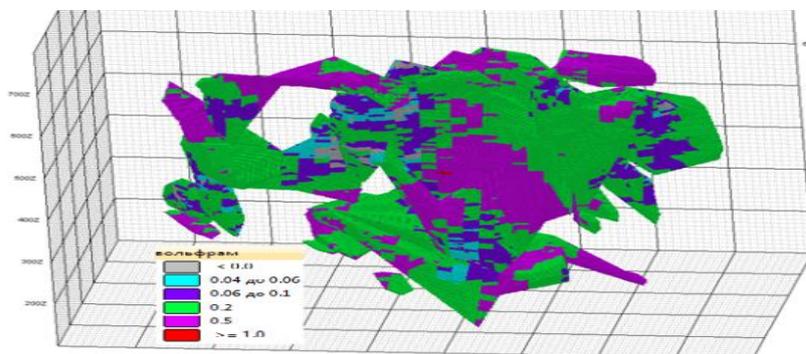


Рисунок 2 – Трехмерная модель месторождения Катпар (визуализация содержаний трехоксида вольфрама)

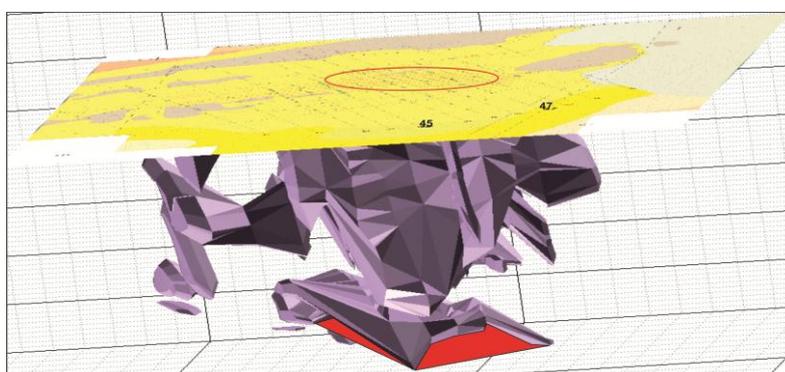


Рисунок 3 – Выделение перспективной площади на месторождении Катпар в 3D формате (красный цвет – перспективная площадь, сиреневый цвет- каркас рудного тела)

Выделенная перспективная площадь в пределах месторождения имеет размеры  $200 \times 200 \times 150$  м, где горизонтальные ее размеры оцениваются размерами основного рудного штока, так как основание этого штока совпадает с локальным выступом гранита, а вертикальный размер – определен мощностью локального выступа интрузии, оцененной из геолого-геофизического разреза Акмаинского массива.

Среднее содержание трехоксида вольфрама по расчетным данным оценивается в пределах 0,117% [4].

### Литература

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.

G.N. Mekenbek, M.K. Kembayev

**Study of the geological and structural features of the Katpar field and on their basis, the selection of prospecting signs**

**Abstract.** Allocation of predicted areas based on processing geological materials in 3D format, construction of three-dimensional models of deposits, potential (predictive) assessment of tungsten resources for the Katpar deposits. Geological and structural sample of the Katpar development and on their basis the identification of features.

**Keywords:** Katpar field, 3D models, stockwork, ore, tungsten.

Г.Н. Мекенбек, М.К. Кембаев.

**Қатпар кен орнының геологиялық және құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу және олардың негізінде іздеу белгілерін таңдау**

**Аңдатпа.** Геологиялық материалдарды 3D форматында өңдеуге негізделген болжамды аймақтарды бөлу, кен орындарының үш өлшемді модельдерін құру, Катпар кен орындары үшін вольфрам ресурстарының әлеуетті (болжамды) бағалауы. Катпар кен орнының геологиялық және құрылымдық ерекшеліктері және олардың негізінде іздеу белгілерін анықтау.

**Түйін сөздер:** Катпар кенорны, 3D модель, штокверк, руда, вольфрам.

УДК 332.1;330.15;504.062.2

Е.Т. Муратбаев

*Ғылыми жетекші - Я.К. Аршамов, геология-минералогия ғылымдарының кандидаты  
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.*

[muratbaev02@bk.ru](mailto:muratbaev02@bk.ru)

**СОКОЛОВ-САРЫБАЙ ТАУ-КЕН ӨНДІРІСТІК БІРЛЕСТІГІНДЕ ЖАСЫЛ ЭКОНОМИКА ҚАҒИДАЛАРЫН ЖАҢА ТЕХНОЛОГИЯ АРҚЫЛЫ БАҒАЛАУ**

**Аңдатпа.** "Жасыл" экономика қағидаттарын практикаға енгізудің әлемдік тәжірибесі бұл жолдағы түйінді өлшемшарттар экономиканың энергия тиімділігін арттыру болып табылады. Қазақстан Республикасының энергия тапшы Қостанай облысы үшін бұл проблема ерекше. Индустриялық-аграрлық сипаттағы облыс экономикасының құрылымында жаңартылатын энергия көздері есебінен энергия теңгерімінің құрылымын жетілдіру үшін объективті алғышарттар қалыптасты. Осыған байланысты шығындар көрсеткіштерінің халықтың өмір деңгейіне әсерін бағалайды. Облыстағы қолданыстағы станциялар көбінесе көмірмен жұмыс істейді, бұл экологиялық жағдайды нашарлатады, ал энергия жетіспеушілігі басқа облыс жеткізілімдер есебінен жабылады. Бұл биомасса ресурстарының жаңартылатын энергия көзі ретіндегі әлеуеті аса қызықты: Қостанай облысының жалпы алаңындағы ауыл шаруашылығы алқаптарының жоғары үлесін ескере отырып, агроөнеркәсіптік өндіріс қалдықтарын биогаз станцияларында қайта өңдеу іс жүзінде барлық шаруашылықтарда мүмкін. Мақалада жаңартылатын энергия көздерін пайдалану аймақтық деңгейде "жасыл" экономикаға көшу перспективалары қарастырылуда, бұл қазбалы отынды тұтынуды төмендетпеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар экологиялық жағдайды жақсартуға, ЖАӨ энергия сыйымдылығын төмендетуге және жергілікті халықтың өмір сапасын арттыруға ықпал етеді. Ресурстарды үнемдеу – бұл жасыл экономиканың нағыз жасыл бөлігі дегенге келеміз.

**Түйін сөздер:** «жасыл» экономика, жаңартылатын энергия көздері, Қостанай облысы, көміртегі сыйымдылығы, ЖАӨ энергия сыйымдылығы.

**Мақала мәтіні**

## **Кіріспе**

Қазақстан Республикасының қазіргі заманғы әлеуметтік - экономикалық дамуының сипаттамасы "жасыл экономикаға" көшу болып табылады.

"Жасыл экономика" - халықтың өмір сүру деңгейі жоғары, болашақ пайданың мүддесі үшін табиғи ресурстарды тиімді және тиімді пайдаланатын табысты экономика. Мұндай саясатта қоршаған ортаны қорғау мен табиғатты пайдалануды экономикалық реттеу әдістері маңызды рөл атқарады. ҚР Экологиялық кодексіне сәйкес қоршаған ортаны қорғауды және табиғатты пайдалануды экономикалық реттеу тетіктерінің негізгі түрлерінің бірі қоршаған ортаға келтірілген залалды экологиялық - экономикалық бағалау болып табылады.

Бұл жұмыстың мақсаты "ССКӨБ" АҚ (Соколов - Сарыбай тау-кен өндірістік бірлестігі) мысалында қалдықтарды басқару жүйесін талдау болып табылады: кәсіпорында пайда болған қалдықтардың пайда болуы мен орналастырылуынан болған экологиялық - экономикалық залалды бағалау арқылы.

### **Міндеттері:**

- ССКӨБ өндірісінің құрылымын зерттеу;
- кәсіпорында қалдықтардың пайда болуын зерттеу;
- кәсіпорын қалдықтарының қоршаған ортаға әсерін талдау;
- қоршаған ортаға зиян келтіретін қалдықтардың пайда болуы мен орналасуынан болатын экологиялық - экономикалық залалды есептеу.

Соколов-Сарыбай тау-кен өндірістік бірлестігі Қазақстан Республикасының темір кендерін өндіру және байыту жөніндегі жетекші кәсіпорын болып табылады. Комбинатта магнетит кендерінің төрт кен орнын пайдалануды қамтамасыз ететін үш өнеркәсіптік алаң бар: Сарыбай, Соколов (кеніш өнеркәсіптік алаңы), қашар (қашар өнеркәсіптік алаңы) және Қоржынкөл (Қоржынкөл өнеркәсіптік алаңы).

ССКӨБ қалдықтарының қоршаған ортаға әсерін зерттеу барысында бірлестік жұмысының нәтижесінде қалдықтардың 45 түрі: қара металл сынықтары, қара металл жаңқалары, дәнекерлеу электродтарының күйіктері, шойын металл сынықтары, ҚТҚ, абразивті - металл шаңы, абразивті бұйымдардың сынықтары, түрлі - түсті металл сынықтары, пайдаланылған аккумуляторлар, пайдаланылған құрамында сынабы бар шамдар, түсті металл жаңқалары, құм ластанғаны анықталды.- мұнай өнімдерімен, демеркуизация қалдықтары, жуу шламдары, сыланған қиыршық тас, лак - бояу қалдықтары, сыланған топырақ, құрылыс қалдықтары, жұмыс алаңдарының шайындылары мен шламдары, өнеркәсіптік қоқыс, өнеркәсіптік қалдықтар (күйген қалыптау жері), газ - шаңды тазалау қондырғыларында ұсталатын шаң, шаң ШПАЛЫ және тозаң бруссы, балқыту шлактары, пайдаланылған отқа төзімді заттар, сүзгі матасы (полиэстер), дайындамаларды және материалдарды үздіксіз құю машинасының шкаласы балқыту цехының, пайдаланылған мотор майы, трансформатор майы, пайдаланылған шиналар, тежегіш қалыптарының пайдаланылған жапсырмалары, майланған шүберектер; майлармен ластанған үгінділер; ыдыстар қаптары, технологиялық қалдықтар, резервуарларды тазартудан алынған шламдар, мұнай аулағыштардың қалқымалы пленкасы, үгінділер, ағаш қалдықтары, ЖЭО-ның кемуі, күл-қож, құрғақ магниттік сепарация қалдықтары, дымқыл магниттік сепарация қалдықтары, аршу жыныстары, сиятын жыныстар

Қалдықтардың қауіптілік деңгейі бойынша бөлінуі: 84% - жасыл, 0,31% - Янтарь, 16% - техногендік минералдық түзілімдер.

Кәсіпорында бар қалдықтарды басқару жүйесі қалдықтармен жұмыс істеудің бірнеше түрін көздейді: полигондарда және қалдық қоймаларда көму, аршу және сыйымды жыныстардың үгінділері (барлық қалдықтардың 51% - ы қоймаланады), қайта өңдеу (13%), кәсіпорында пайдалану (9%), регенерациялау және жою (4% - дан). Сондай - ақ түсті металл сынықтары, пайдаланылған аккумуляторлар, құрамында сынап бар пайдаланылған шамдар, түсті металл жаңқалары мамандандырылған кәсіпорындарға беріледі.

Өндірістік қалдықтардың қоршаған ортаға әсерін бағалаудың өзекті тәсілдерінің бірі залалды экологиялық - экономикалық бағалау болып табылады. Жүргізілген есептер өндірістік процестерді анықтауға мүмкіндік берді, оның барысында қоршаған ортаға ең көп зиян келтіріледі. Есептеулер қалдықтарды орналастыру орындарына жеткізу үшін қажетті техникалық және көлік құралдарына шығындарды ескеруге мүмкіндік беретін әдістеме бойынша жүргізілді; тиеу-түсіру жұмыстарын жүргізу; қалдықтарды пайда болған орындарынан оларды залалсыздандыру, сақтау немесе көму (полигон) орындарына дейін тасымалдау); қалдықтарды сақтауға, көмуге және залалсыздандыруға арналған полигондар, үйінділер, үйінділер салу және жайластыру; полигондарда, үйінділерде немесе үйінділерде қалдықтарды ұстау (сақтау), сондай-ақ қалдықтарды арнайы қондырғыларда залалсыздандыру (жою); санитарлық-гигиеналық рекультивациялау және атмосфера мен су объектілерінің ластануынан қайталама залал келтіру. Залалды есептеу ССКӨБ қалдықтарын орналастыру мен сақтаудан келген залал шамамен 796 трлн теңгені құрайтынын көрсетті. Залалдың маңызды құрамдас бөлігі атмосфераға әсер ету болып табылады, оның негізгі көзі Рудный ЖЭО болып табылады.

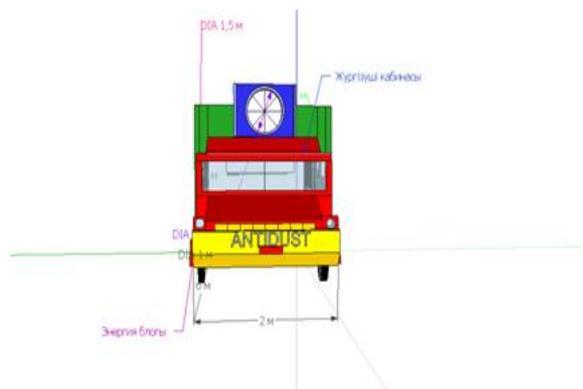
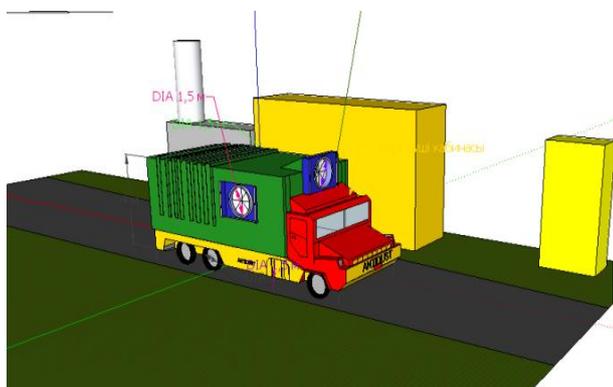
Алынған нәтижелерді талдау ССКӨБ-тің құрылымдық бөлімшелерін анықтауға мүмкіндік берді, онда қалдықтардың ең көп мөлшері жиналады, көміледі. Мысалы, аршу жыныстарының үйінділері, мұнда жыл сайын 253,1 млн тонна аршу түседі; магниттік сепарация қалдықтарының жыл сайынғы түсімі (құрғақ және дымқыл) 35 млн тоннаны құрайтын қалдық қоймасы және 4,5 млн жинақталған және жыл сайын 810 мың күл шлактары түсетін Рудный ЖЭО күл үйінділері.

Осылайша, жүргізілген жұмыс ССКӨБ бөлімшелерінің қалдықтарының пайда болуы тұрғысынан ең қауіптісін анықтауға, сондай-ақ оларды басқаруды жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта ең өзекті міндеттер үйінділерде, қалдық қоймаларында, күл үйінділерінде тиеу-түсіру жұмыстарын жүргізу бойынша жұмыстарды жақсарту, қалдықтарды пайдаланудың баламалы әдістерін іздеу, суға ластаушы заттардың шығарындыларын азайту болып табылады.

#### **Техникалық эксплуатация.**

ANTIDUST – шаң сорғыш машинасы қоршаған ортаның лас ауаларымен, улы газдармен күресуге көмектеседі. Негігі механизм вентиляторлардың қызметімен жүзеге асады. Егер әр қайсысы 16000 ватт энергия алады деп есептесек, онда 3 вентилятор 48000 ватт энергия жұмсайды. Тағы 2000 ватт ол ішкі бақылау панеліне және машина фарларына кетеді. Сонымен жалпы 50000 ватт энергия жұмсалады. Машинаның жүруі, бұрылуына 70000 ватт энергия жұмсалады, себебі, ANTIDUST өте үлкен және әр қайсысының диаметрі 1 метрдей болатын 6 дөңгелегі бар. Жалпы қолданыс аясындағы энергия өлшемі – 120000 ватт яғни 120 киловатт/тәулігіне, 5 киловатт/сағатына, 83 ватт/минутына.

Қауіпсіздік шаралары ретінде жұмыс машина істеу барысында басқа жұмыс процесстерінің жүруіне кеңес берілмейді. Және жұмысшылардың вентиляторға жақындауына қатаң тиым салынады. Газды аймақтарда, қауіпсіздік шаралары үшін, ANTIDUST жұмысын тоқтатуға міндетті!

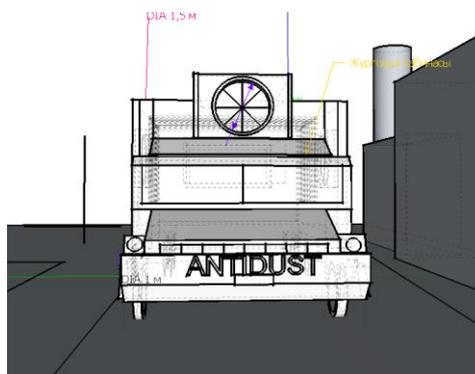
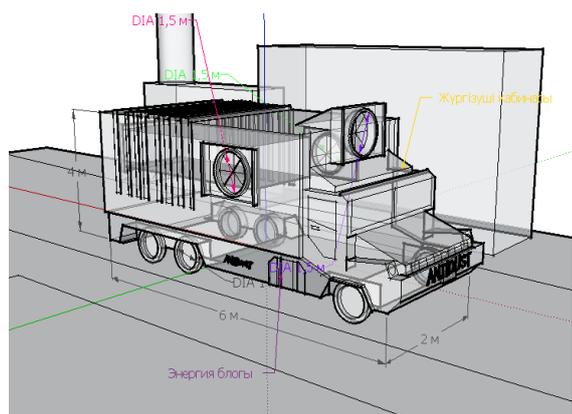


## Әдебиет

1. «Қазақстан Республикасының» жасыл экономикаға «көшу тұжырымдамасы туралы» Қазақстан Республикасы Президентінің 2013 жылғы 30 мамырдағы Жарлығы / Анықтама ақпарат ЮРИСТ

2. Қостанай облысы "ССКӨБ" АҚ/"Қостанай Экосервис Плюс"ЖШС Рудничный, қашар және Қоржынкөл өнеркәсіптік алаңдарына арналған 2012-2016 жылдарға арналған қалдықтарды орналастыру нормативтерінің жобасы. Лицензия 01322р. Қостанай қ., 2012ж

4. Кислов Н.В., Сизов В.Д., Короткий В.Н., Пашков А.П. Жобалау және есептеу шаң жинау типтерінің бойынша құрылыс индустрия кәсіпорындарға ұсыныстар / БГПА, Унитарлық кәсіпорын «Институт НИПТИС». – Мн., 2001. - 39 с. 171 УДК 574.22 Максимов К.С.



Е.Т. Муратбаев, Я.К. Аршамов,

### Оценка принципов зеленой экономики с помощью новых технологий Соколовско-Сарыбайского горно-производственного объединения.

**Аңдатпа.** Масштабы «зеленого» сектора мировой экономики пока относительно невелики. Также сложно оценить долю потенциала роста «зеленого» сектора в экономическом комплексе некоторых стран. В связи с этим сложнее оценить влияние стоимостных показателей на уровень жизни населения. Казахстан имеет большой потенциал для развития зеленой экономики, включая область Костанай. Обширная территория, которая является более рациональной и доступной для зеленых технологий, благоприятная геополитическая ситуация, высокий рыночный спрос создают благоприятные условия для новых возможностей. Переход к «зеленой» экономике становится все более популярным. Как видите, сохранение ресурсов - один из самых «зеленых» способов перехода к «зеленой» экономике. Потому что, если эта дорога будет успешно реализована, не будет необходимости строить новые электростанции (дешевле экономить электроэнергию, чем существующие), нет необходимости строить новые угольные шахты (новые котлы производят меньше угля и производят больше электроэнергии, нет необходимости сажать новые культуры. Нет необходимости искать новые источники воды (потому что сэкономленная и повторно используемая вода может удовлетворить все потребности), поэтому она может работать бесконечно если это сокращает потребление пищи на пахотных землях. Мы пришли к выводу, что сохранение ресурсов-это настоящая «зеленая» часть зеленой экономики.

**Ключевые слова:** зеленая экономика, возобновляемые источники энергии, Костанайская область, зеленые технологии, электричество.

**Е.Т. Muratbayev, Ya.K. Arshamov**

**Assessment of the principles of a green economy using new technologies of the Sokolovsko-Sarybaysk mining and production association.**

**Abstract.** The scale of the "green" sector of the world economy is still relatively small. It is also difficult to assess the share of growth potential of the "green" sector in the economic complex of some countries. In connection with this it is more difficult to assess the impact of cost indicators on the level of life of the population. Kazakhstan has great potential for the development of the green economy, including the Kostanay region. A vast territory, which is more rational and accessible to green technologies, a favorable geopolitical situation, a high market demand create favorable conditions for new opportunities. The transition to a "green" economy is becoming more and more popular. As you can see, the conservation of resources is one of the most "green" ways to move to a "green" economy. Because if this road will be successfully implemented, there will be no need to build new power plants (it is cheaper to save electricity than existing ones), there is no need to build new coal mines (new ones). It is not necessary to look for new sources of water (because the saved and reusable water can satisfy all needs), so it can work endlessly (if it reduces the need for food). We came to the conclusion that the conservation of resources is a real "green" part of the green economy.

**Keywords:** green economy, renewable sources of energy, Kostanay region, green technologies, electricity.

УДК 550.8 (551.24)

**Д.Б. Муратханов**

*Научный руководитель – А.Б. Байбатиш<sup>2</sup>, доктор геол.-минерал. наук, проф.*

<sup>1</sup>*ТОО «Институт геол. наук им. К.И. Сатпаева», Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

<sup>2</sup>*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[daulet.muratkhanov@satbayev.university](mailto:daulet.muratkhanov@satbayev.university)

**ОБ ИННОВАЦИОННОМ ПОДХОДЕ К ГЕОЛОГИЧЕСКИМ РАБОТАМ  
ДЛЯ ПРОГНОЗА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Аннотация.** В настоящее время ресурсы легкодоступных месторождений страны истощаются. Обеспечение сырьевой базы становится из года в год актуальной проблемой. Существующие методы геологических работ не являются удовлетворительными для использования на закрытых территориях, а научное представление о геотектонике и геодинамике страны не подтверждаются результатами геологических и геофизических работ. Все это вызывает необходимость применения новых технологий прогноза месторождений на основе новой геодинамической модели. Использование дистанционного зондирования из космоса в комплексе с другими методами имеет большие перспективы для выявления скрытых под мезозой-кайнозойскими образованиями рудоконтролирующих структур. Положения плюм-тектоники и созданные на ее основе геолого-генетические модели, поисково-оценочные критерии по данным дистанционного зондирования могут служить научной основой для постановки масштабных геологических исследований по прогнозу глубоко залегающих и погребенных площадей, перспективных на полезные ископаемые.

**Ключевые слова:** прогноз, месторождение, рудоконтролирующие структуры, плюм-тектоника.

Известно, что минерально-сырьевые ресурсы являются основой экономики Казахстана и в обозримом будущем они не утратят своей роли. С каждым годом все более актуальной становится проблема сырьевого обеспечения действующего горно-металлургического комплекса страны.

Истощение балансовых запасов легкодоступных месторождений (свинца, меди, цинка, никеля, марганца, алюминия, титана, золота и др.) рождает необходимость более глубокого изучения генезиса и закономерностей размещения месторождений главнейших полезных ископаемых страны. Работы по изучению перспективных участков, нахождению рудных

месторождений нуждаются в выработке научно обоснованных поисково-оценочных критериев и технологий. Это требует использование новых технологий прогноза и поиска месторождений, которые могут позволить на первом этапе в сжатые сроки при наименьших затратах средств существенно уменьшить сроки прогноза перспективных участков для постановки поисковых работ [1, 2].

Для прогнозных работ рудных месторождений исходными данными являются совокупность признаков – геологических, геофизических, геохимических, стратиграфических, магматических, минералогических и др., которые свидетельствуют о нахождении определенного оруденения в определенном месте, о его количественных и качественных характеристиках [2].

Прогноз перспективных участков на промышленные полезные ископаемые на новой научной основе и с применением данных космического зондирования для прогнозно-поисковых геологических работ будут способствовать выявлению новых ресурсов полезных ископаемых. Методология научных исследований включает следующее: создание новой теоретической модели геодинамики территории; проведение геологической интерпретации космических данных для выявления перспективных на полезные ископаемые участков; описание геологического строения района и его геодинамического состояния для выявления признаков потенциальной локализации полезных ископаемых; выделение зон с характерными геодинамическими особенностями, геологическими структурами, магматическими проявлениями и признаками оруденения [3, 4].

В свете новых фактических данных и их современных обобщений взгляды на научные разработки по геологии Казахстана предыдущих исследователей нуждаются в новой интерпретации. Попытка корреляции тектонического строения Казахстана с основными структурными элементами планеты согласно плейт-тектонике не была успешной. Механический перенос очевидных в планетарном масштабе плейт-тектонических элементов не нашел подтверждения на практике и внес путаницу геотектонику и геодинамику территории страны [1].

Разработанная на основе плюм-тектоники принципиально новая геодинамическая модель развития и становления геологического строения территории Казахстана [1, 2, 5, 6] объясняет особенности локализации зон активной седиментации, магматических комплексов, метаморфизма геологических объектов, офиолитовых зон и олистостромов, локализацию продуктивных и перспективных металлогенических зон и площадей с крупными и уникальными месторождениями полезных ископаемых. Согласно современному тектоническому районированию [1, 4] на территории Казахстана выделяются следующие кольцевые структуры: внутреннее (его контур имеет зеленый цвет), среднее (красный) и внешнее кольцо (фиолетовый) (рис. 1). К кольцевым структурам приурочены крупные месторождения и рудные пояса Казахстана. К первому внутреннему кольцу приурочены Шу-Ильский рудный пояс с золоторудными (Акбакай, Бескемпир) и редкометалльными (Каракамыс, Шакшагайлы) месторождениями и Спасск-Успенская металлогеническая зона (Камкор, Кенши) в Центральном Казахстане. Ко второму кольцу приурочен Курумсаковский уран-молибден-ванадиевый, Карсакпайский железорудный, Жезказганский свинцово-цинково-медный комплекс на востоке, на западе Жарминская тантал-ниобиевая-редкоземельная и Майкаинская медно-свинцово-цинковая металлогеническая зоны. Внешняя кольцевая структура контролирует медно-никелевое (с сопутствующей платиной) и хромитовое оруденение Мугалжар, золотое оруденение Бакыршык и редкометалльную минерализацию Калбинской рудной зоны [7].

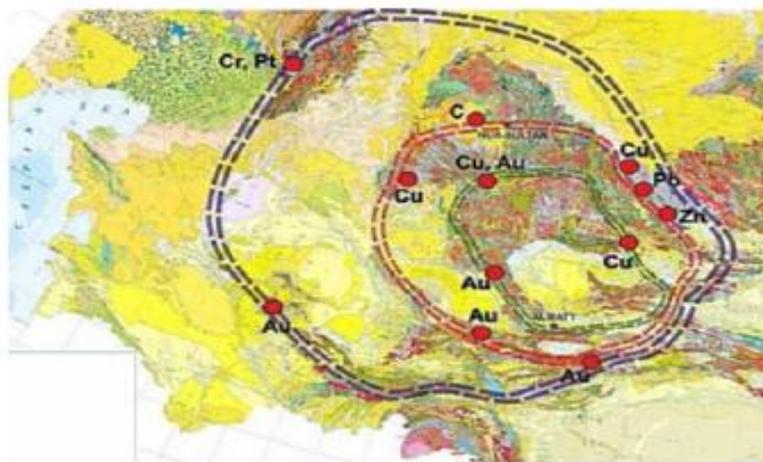


Рисунок 1 - Расположение металлогенических зон с крупнейшими месторождениями полезных ископаемых (по А.Б. Байбатша, 2020)

Прогноз перспективных на промышленные полезные ископаемые участков и рудоконтролирующих структур должен основываться на новой теоретической базе и с применением данных космического зондирования. В свете этого основными задачами исследований можно считать следующее:

- прогноз новых перспективных на полезные ископаемые участков, описание их геологического строения и геодинамики с выявлением признаков потенциальной локализации полезных ископаемых;
- выделение рудоконтролирующих зон с характерными геодинамическими особенностями, геологическими структурами, магматическими проявлениями и признаками оруденения;
- научное описание геологических особенностей, характеристики и признаков перспективных участков;
- исследование геологической природы выделенных на новой теоретической основе перспективных площадей и локализация на них по космогеологическим данным перспективных участков для проведения поисков.

Решение поставленных задач с выработкой поисковых критериев на основе созданной геолого-генетические модели месторождений полезных ископаемых будет служить научной основой для постановки масштабных геологических исследований по прогнозу глубоко залегающих и погребенных участков, перспективных на полезные ископаемые.

### Литература

1. Байбатша А.Б. Инновационные технологии прогноза полезных ископаемых. Алматы, “Асыл кітап”, 2018 – 524 с.
2. Байбатша А. Б. Инновационные технологии поисково-оценочных работ для выявления промышленных месторождений цветных и благородных металлов в Казахстане / А. Б. Байбатша; Каз. нац. техн. ун-т им. К. И. Сатпаева // Вестник КазНТУ. - 2012. - № 1(89). - С. 7-14. - Библиогр.: 7 назв. <https://articlekz.com/article/22019>
3. Байбатша А.Б. Маманов Е.Ж. Перспективы выявления поисковых геологических предпосылок по данным космического зондирования // Вестник КазНТУ им. К. И. Сатпаева. – Алматы, 2015. – № 1. – С. 8-13.
4. Baibatsha A. Geotectonics and geodynamics of paleozoic structures from the perspective of plume tectonics: a case of Kazakhstan. International Journal of GEOMATE, July, 2020, Vol.19, Issue 71, pp. 194-202. ISSN: 2186-2982 (P), 2186-2990 (O), Japan, DOI: <https://doi.org/10.21660/2020.71.31100>. Geotechnique, Construction Materials and Environment.

5. Байбатша А.Б. О новом взгляде на геологическое строение и геодинамическое развитие территории Казахстана // Изв. НАН РК, серия геол., 2008, № 2.– С. 66–74.
6. Pirajno. F. Ore Deposits and Mantle Plumes. 2000. ISBN: 978-0-412-81140-1. - 576 p.
7. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Т. 2. Металлогения. Алматы, 2002. – 272 с.

**D.B. Muratkhanov**

**On innovative approach to geological works for forecasting mineral resources**

**Abstract.** Currently, the mineral resources of the country's readily available deposits are being depleted. This necessitates the application of new technologies for forecasting and searching for deposits based on a new geodynamic model. The use of remote sensing from space in combination with other methods has great prospects for revealing the ore-controlling structures hidden under the Cenozoic formations. The developed prospecting and evaluation criteria and the created geological and genetic models of mineral deposits will serve as a scientific basis for setting up large-scale geological studies to predict deeply buried and buried areas that are promising for minerals.

**Keywords:** forecast, deposit, ore-controlling structures, plume tectonics.

**Д.Б. Муратханов.**

**Пайдалы қазбаларды болжау геологиялық жұмыстарына инновациялық тәсіл**

**Аңдатпа.** Қазіргі уақытта елдегі қол жетімді кенорындардың минерал ресурстары таусылуда. Бұл жағдай жаңа геодинамикалық модель негізде кенорындарды болжауды және іздеуде жаңа технологиялар қолдануды қажет етеді. Ғарыштан қашықтықтан зондылау нәтижелерін басқа әдістермен бірге пайдалану мезозой-кайнозой түзілімдері астындағы жасырын кенбақылаушы құрылымдарды анықтау үшін үлкен перспективаларға ие. Пайдалы қазбалар кенорындарын іздеу критерийлері және жасалған геологиялық-генетикалық модельдер пайдалы қазбаларға перспективалы терендегі және көмілген алаңдарды болжау бойынша ауқымды геологиялық зерттеулер жүргізу үшін ғылыми негіз болады.

**Түйін сөздер:** болжау, кенорын, кенбақылаушы құрылымдар, плюм-тектоника.

УДК 551.7

**С.К.Набиева, М.К. Кембаев**

*Научный руководитель - М.К. Кембаев – доктор PhD, сениор-лектор кафедры Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых Satbayev University г. Алматы, Казахстан*  
[nabieyaa@mail.ru](mailto:nabieyaa@mail.ru)

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА И ГИДРОСЕТИ В РАЙОНЕ  
ЗОЛОТОНОСНОГО БАССЕЙНА РЕКИ ШАР**

**Аннотация.** В статье изложен краткий анализ фондовых материалов по развитию рельефа и геоморфологическим особенностям бассейна реки Шар.

В связи с внедрением закона о старательстве, непосредственно появляется большой интерес к изучению россыпных месторождений. В плане золотоносности, особенно не теряет свою актуальность россыпи Восточного Казахстана.

**Ключевые слова:** золотоносность, денудация, аккумуляция, рельеф.

Западно-Калбинский золотоносный район располагается в центральной части Зайсанской складчатой системы Обь-Зайсанской складчатой области герцинского возраста. Он охватывает северо-западную часть Калба-Нарымского мегасинклинория и вытянут в северо-западном направлении более чем на 300км при ширине от 80 до 150км. На северо-востоке он ограничен Иртышской зоной смятия, на юго-востоке - Нарымским, на юго-западе – Байгузин-Булакским глубинными разломами. Северо-западный и юго-восточный фланги перекрыты кайнозойскими отложениями Прииртышской и Зайсанской впадин.

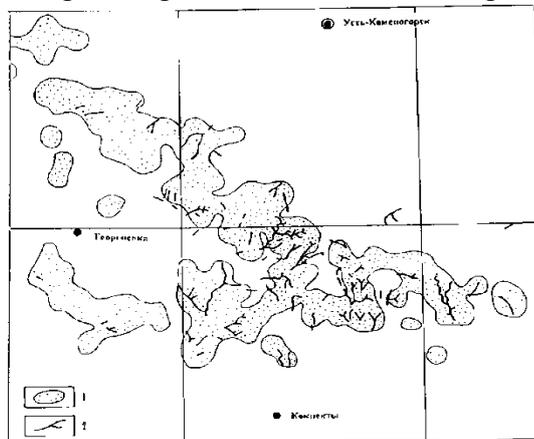
Бассейн реки Шар, охватывающий бассейны рек Агыныкатты и Былкылдак расположен в Западно-Калбинском золотоносном районе Казахстана.

Коренные источники россыпного золота принадлежат *кварцево-жильному золоторудному типу*. Жилы сложены кварцем с примесью карбоната, серицита и сульфидов (до 3-7%). Основные рудные минералы - пирит, арсенопирит и самородное золото, распределение которого гнездо и столбообразное. Золото в рудах на 95% свободное самородное, с размером золотинок от 0,05 до 0,5 мм, встречаются самородки размером до 3 и более см в поперечнике [3].

Золоторудные месторождения и проявления района локализованы в виде пояса шириной от 10-12 до 60-70 км, имеющего сложные границы в соответствии с рисунком 1.

По комплексу ведущих рельефообразующих процессов рельеф Калбинского нагорья подразделяется на три типа: денудационный, эндогенно-экзогенный (эрозионно-тектонический, денудационно-тектонический, мелкосопочный) и аккумулятивный.

Денудационный рельеф – региональная поверхность выравнивания (РПВ) с субгоризонтальной поверхностью, в различной степени расчлененной экзогенными процессами. По данным предшествующих исследователей [1], формирование РПВ происходило в две стадии. Первая охватывала длительный промежуток времени – с верхов раннего мела до раннего эоцена, вторая, менее продолжительная – с верхнего эоцена до раннего олигоцена. К настоящему времени РПВ сохранилась в виде различных по площади пологонаклонных фрагментов в приводораздельных частях нагорья.



1 – ареал развития коренных источников; 2 – россыпи золота.

Рисунок 1 – Размещение россыпей золота различных геолого-генетических типов и возраста относительно структуры коренных источников в Калбинском районе. Составил А.В. Третьяков [2]

В результате поднятий и деструкции поверхности выравнивания на неотектоническом этапе сформированы денудационно-тектонический и эрозионно-тектонический типы рельефа.

Денудационно-тектонический рельеф сформирован на участках относительно незначительной деструкции пенеплена. Он характеризуется слабой расчлененностью, пологими (от 5 до 10°) склонами, округлыми плавными очертаниями водоразделов. Относительные превышения не превышают 100 м.

Эрозионно-тектонический рельеф развит преимущественно на восточном фланге района. Он гораздо более крутосклонный (до 25-30°), относительные превышения достигают 500 м. Здесь эрозия привела к резкому и глубокому расчленению рельефа.

Аккумулятивный рельеф, развитый в межгорных впадинах и долинах крупных рек, представлен днищами речных долин, фрагментами речных террас и аллювиально-пролювиальных равнин.

*История развития рельефа и гидросети.* Важным условием формирования разнообразных и масштабных россыпей является благоприятная история развития рельефа.

По данным [1], началу неотектонических движений на территории Калбы предшествовала продолжительная - с верхов раннего мела до раннего эоцена - эпоха пенепленизации и интенсивного химического выветривания. В этот период формировались зоны окисления золоторудных месторождений, что привело к дезинтеграции руд и высвобождению свободного самородного золота.

В среднем эоцене проявилась первая (южноалтайская) фаза тектонических движений, что привело к орографическому обособлению Калбинского нагорья, активизации эрозионно-денудационных процессов и появлению в коррелятных отложениях обломочных фаций. В описываемом районе россыпи этого возраста к настоящему времени не установлены, в сопредельном же Южно - Алтайском с этой эпохой связано формирование мощных толщ золотоносных кварцевых галечников.

Верхнеэоценовое-нижнеолигоценовое время характеризуется затуханием тектонических подвижек, на смену вертикальной эрозии пришли процессы выравнивания рельефа. Аллювиальные отложения характеризуется преобладанием перестративных фаций.

С началом среднего олигоцена связано проявление второй (нарымской) фазы тектонических движений, обусловившей более четкое оформление и эрозионное расчленение Калбинского поднятия. С этим временем связано как заложение древней гидросети в пределах поднятия, так и грабенообразных впадин на его периферии. Реками переносилось значительное количество обломочного материала, в том числе продуктов разрушения окисленных частей золоторудных месторождений.

Аральское время (нижний-средний миоцен) характеризуется затуханием тектонических подвижек и изменением палеоклимата в сторону аридизации и похолодания.

В верхнем миоцене – нижнем плиоцене проявилась энергичная тарбагатайская фаза тектогенеза, приведшая к формированию на территории Калбы низких гор и возвышенных равнин. Климат был умеренно-теплым и сухим, эрозионная деятельность - интенсивная в начальные периоды с тенденцией к затуханию. Об этом свидетельствует наличие в основании коррелятных отложений пачки песков и галечников, выделенных под названием «сарыбулакских» слоев. Перекрывающие их красноцветные песчанистые глины, с редкими прослоями и линзами щебня (павлодаская свита) являются озерными отложениями [1].

С «сарыбулакским» временем (определяемым автором как ранний плиоцен) в описываемом районе связано формирование погребенных россыпей, выявленных к настоящему времени в палеодолинах рек Жанама, Быклыкдак, Балажал, а так же россыпи Сухой Майкалган в Жолдыбайском грабене.

Характерными образованиями этого возраста являются хорошо окатанные аллювиальные валунно-галечники с супесчаным оранжево-желтым, желто-серым заполнителем. В составе валунно – галечного материала присутствует кварц (до 20-30%), а так же песчаники и алевролиты. Валуны и галька, сложенные терригенными породами, осветлены и выветрелы почти до рыхлого состояния. «Сарыбулакский» аллювий налегает как на породы палеозоя, так и на зеленовато-серые глины аральской свиты миоцена и перекрывается бурыми гравелистыми глинами павлодарской свиты плиоцена. Ранее в аналогичных галечниках, выполняющих древнюю долину р.Чар на сопредельных участках, собраны костные остатки, принадлежащие неогеновому носорогу и мастодонту, на основании чего они датированы плиоценом.

Изложенное свидетельствует о том, что в раннем плиоцене в районе действовала мощная и многоводная гидросеть. Она фиксируется «сарыбулакскими» валунно-галечниками и погребенными палеодолинами, а генеральное направление ее стока совпадало с современным в соответствии с рисунком 2.

Четвертичный этап характеризуется интенсивными подвижками по зонам активизированных разломов [4]. С этим временем на отдельных участках связано заложение новой гидросети, имеющей секущее направление по отношению к древним долинам, а также

формирование четвертичных россыпей золота - преимущественно за счет размыва древнего золотоносного аллювия, в меньшей степени - за счет поступления золота непосредственно из коренных источников.

Таким образом, характер развития рельефа описываемого района в кайнозойское - четвертичное время благоприятен для образования россыпей [4].

Во-первых, благоприятным фактором является наличие длительного периода тектонической стабильности и корообразования: с конца раннего мела до раннего эоцена. В этот отрезок времени произошла глубокая химическая проработка золотосодержащих рудных тел с высвобождением свободного самородного золота.

Во-вторых, нарымская (средний олигоцен) и тарбагатайская (поздний миоцен-ранний плиоцен) фазы тектогенеза обусловили заложение и последующую эрозионную деятельность водотоков на протяжении длительного промежутка времени - по-существу, со середины олигоцена до конца плиоцена.

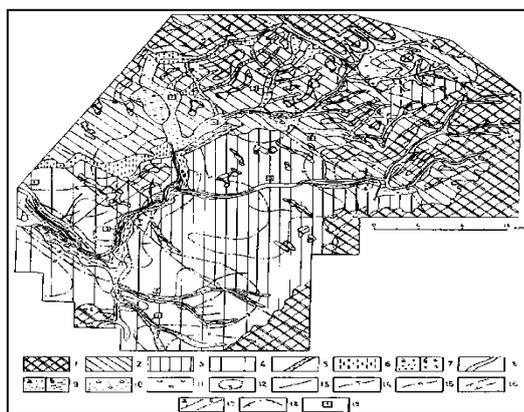


Рисунок 2 – Схема россыпной золотоносности бассейна реки Шар по [2]

И, наконец, в четвертичное время в результате интенсивных неотектонических движений происходит врезание действующих водотоков и заложение новых долин, а также образование четвертичных россыпей как за счет размыва древнего аллювия, так и за счет поступления золота из коренных источников.

### Литература

1. Ерофеев В.С. Геологическая история южной периферии Алтая в палеогене и неогене. - Алма-Ата, 1969. - 165 с.
2. Третьяков А.В. Формирование, закономерности размещения и перспективы россыпной золотоносности Востока Казахстана. – Алматы, 2009. - 296 с.
3. Поисково-оценочные работы на перспективных рудных узлах Восточного и Центрального Казахстана и на россыпях среднего течения р. Иртыш и Юго-Западной Калбы с проходкой горных выработок, скважин поискового бурения и проведением детальных геофизических и геохимических работ (промежуточный). Отчёт о НИР, Рук.: Жаутиков Т.М. и др. - Алматы, 2011. - 48с.
4. Козловский Г.М., Зубов Г.К. Этапы развития рельефа и перспектива древних (дочетвертичных) и четвертичных россыпей Казахстана // Древние и погребенные россыпи СССР. Киев, 1977. - С. 65-71.

**С.К. Набиева, М.К. Кембаев**

**Шар өзенінің алтын кенді бассейні аймағындағы жер бедері мен су тораптарының даму тарихы**

**Аңдатпа.** Мақалада Шар өзенінің алтын кенді бассейнінің жер бедерінің дамуы және геоморфологиялық ерекшеліктері бойынша фондтық материалдарына қысқаша талдау жасалған.

Кен іздеушілік туралы заңның енгізілуіне байланысты әрине шашыранды кен орындарын зерттеуге үлкен қызығушылық туындайды. Алтын кенділік тұрғысынан Шығыс Қазақстанның шашылымдары әсіресе өзектілігін жоғалтпайды.

**Түйін сөздер:** алтын кенді, денудация, аккумуляция, жер бедері.

**S.K. Nabieva, M.K. Kembayev**

### **History of the development of the relief and hydrography in the area of the gold-bearing basin of the Shar River**

**Abstract.** The article presents a brief analysis of the stock materials on the development of the relief and geomorphological features of the Shar River basin.

In connection with the introduction of the law on prospecting, there is a great interest in the study of placer deposits. In terms of gold content, the placer deposits of East Kazakhstan especially do not lose their relevance.

**Keywords:** gold content, denudation, accumulation, relief.

УДК 552.1

**С.К. Набиева, М.К. Кембаев**

*Научный руководитель: М.К. Кембаев – доктор PhD, сениор-лектор кафедры Геологической съемки, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых*

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

*Satbayev University г. Алматы, Казахстан*

### **МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ ШЕГЕЛЕК**

**Аннотация.** В рамках нового Кодекса о «Недрах и недропользовании», в Казахстане официально разрешается добыча золота старательским путем. В связи с этим, установление наличия в песках россыпей значительного количества золота мелких, тонких и пылевидных фракций, ранее не вовлекаемого в оценку на стадии разведки и не извлекаемого в процессе отработки, расширяет перспективы россыпной золотоносности Казахстана и делает актуальным дальнейшее изучение россыпей. В этом плане особый интерес представляют россыпи древних долин и погребенных впадин.

**Ключевые слова:** россыпь, золото, окатанность

Установление наличия в песках россыпей значительного количества золота мелких, тонких и пылевидных фракций, ранее не вовлекаемого в оценку на стадии разведки и не извлекаемого в процессе отработки, расширяет перспективы россыпной золотоносности Казахстана и делает актуальным дальнейшее изучение россыпей. В этом плане особый интерес представляют россыпи древних долин и погребенных впадин. Один из древних впадин является долина реки Шегелек.

Участок Шегелек располагается на южных склонах Калбинского хребта. Долина реки имеет субмеридианальное простирание, общая ее протяженность – не менее 50 км. Долина здесь неглубоко врезана, склоны ее пологие. Здесь развито современное русло, пойма и вторая цокольная правобережная надпойменная терраса высотой около 10м. Ширина террасы – до 150м, протяженность – около 2200м. Мощность аллювия, представленного хорошо окатанным крупным галечником с единичными валунами, достигает 2-2,5м. Обломочный материал уплощен, окатанность хорошая [2]. Плотик сложен песчаниками и алевролитами, дезинтегрированными в спаевой части в соответствии с рисунком 1.



Рисунок 1 - Справа часть разреза аллювия цокольной террасы р. Шегелек. Россыпная золотоносность долины изучена в результате работ Южно-Калбинской ГРП в 1953-1955 годах, Алтайской ГРЭ в 1986-1988 годах [3]

Предшествующими исследователями выявлены русловая и террасовая россыпи золота. Русловая россыпь к настоящему времени отработана. По данным [1] из нее добыто около 109кг золота, запасы золота в техногенных образованиях на участке по данным этих же исследователей составляют 65кг. Кое-где вблизи русла реки Шегелек наблюдаются выходы интенсивно кливжированных углеродистых алевритов [5].

При описании минералогических особенностей состава россыпей участка Шегелек было уделено особое внимание самородному золоту. Проведены замеры и выявлены локальные типоморфные характеристики золота – размеры, уплощенность, окатанность, особенности скульптуры[7].

Класс + 1мм. Состав фракции: 70 об.% - обломки породы, 30 об.% - обломки кристаллов и кристаллы пирита, замещенные гидроксидами железа.

Обломки породы, в основном, бурой окраски умеренно и хорошо окатанные (2-3 балла по шкале А.В. Хабакова) представлены туфогенными песчаниками и алевролитами [7].

Пирит встречается в виде хорошо окатанных (90 отн.%) и неокатанных (10 отн.%) кристаллов кубического габитуса.

На всех зернах отмечаются пленки скрытокристаллических карбонатов и гидрокарбонатов кальция белого, желтого, серо-зеленого цвета. Вероятно, промытый материал был на длительное время изолирован от водного потока в промежуточном коллекторе.

Класс -1+0,25мм. По своим минералогическим характеристикам повторяет класс +1мм. Разница заключается в присутствии во фракции достаточно крупных кристаллов граната двух разновидностей: а) розовато-красного с хорошо развитыми гранями тетрагонтриоктаэдра; б) почти черного ромбододекаэдрического с корродированными гранями и ребрами в соответствии с рисунком 2.



Рисунок 2 - Морфология гранатов. Слева – гранат тетрагонтриоктаэдра. Справа - гранат ромбододекаэдр. Фракция -1+0,25мм

Класс - 0,25мм. В данном классе содержание отчетливо темноцветной части составляет – 10 об.% и относительно светлоцветной – 90 об.%.

Относительно светлоцветная основная масса состоит из слюдисто-хлорит-амфиболовых, эпидот-амфиболовых, пироксен-амфиболовых обломков, иногда с включениями апатита и рутила. Обломки оскольчатые, неокатанные. Диагностика смесей затруднена.

Ильменит – около 6 об.% - представлен шестигранными таблитчатыми кристаллами и мелкими обломками смоляно-черного цвета размером 0,1-0,2 мм. Преобладают абсолютно свежие разновидности (90 отн.%).

Гранаты – около 4 об.% - представлены ромбододекаэдрическими и тетрагонтриоктаэдрическими кристаллами и их обломками размером 0,1-0,2 мм. Цвет варьирует от розового и темно-буро-красного до почти черного. В объеме кристаллов имеются включения черного цвета.

Пирит – представлен кубическими (30 отн.%) и кубопентагондодоэдрическими (70 отн.%) кристаллами и их обломками, замещенными гетитом.

Гетит – помимо псевдоморфоз по пириту, встречается в виде фрагментов натечных корок колломорфного строения смоляно-черного цвета. Размер обломков менее 0,2 мм

Сфен – отмечается в виде конвертообразных и толстотаблитчатых кристаллов и их обломков размером менее 0,2 мм.

Лейкоксен – встречается в виде шестигранных псевдоморфоз по ильмениту, а также их обломков. Отмечается иногда в сростках с пороодообразующими минералами – амфиболом, слюдой. Цвет серо-зеленый, серый. Поверхность шелковистая, матовая.

Шпинель – образует смоляно-черные слабомагнитные октаэдрические кристаллы, реже обломки кристаллов. Тяготеет к пылевой составляющей класса. Поверхности граней часто корродированы, сглажены.

Магнетит – представлен окатанными октаэдрическими кристаллами и бесформенными обломками стально-серого цвета размером менее 0,15 мм.

Циркон – формирует прозрачные тетрагональные кристаллы коротко- и удлиненно-призматического габитуса размером менее 0,15 мм; часто встречается в обломках. Характерен для пылевой составляющей класса [7].

*Особенности самородного золота.* Установлено, что 42,9 отн.% изученных золотин представляют собой фрагменты плоских дендритов, формировавшихся в приоткрытых полостях-трещинах в кварцевых жил (прожилков). Остальные зерна (57,1 отн.%) также формировались в стесненных условиях, но четкими кристаллографическими признаками не обладают. Сростков с кварцем не отмечено, но выявлены пленки и включения гидроксидов железа (80 отн.%). Поверхность самородного золота обычно шагреновая или бугорчато-ямчатая. В западинах зерен встречаются фрагменты ржаво-бурых пленок и включений гидроксидов железа (45,5 отн.%), а на их боковых выступах достаточно часто (36,4 отн.%) наблюдаются элементы огранения и отпечатки вмещающей матрицы. Включения жильного материала в зернах редки (9 отн.%).

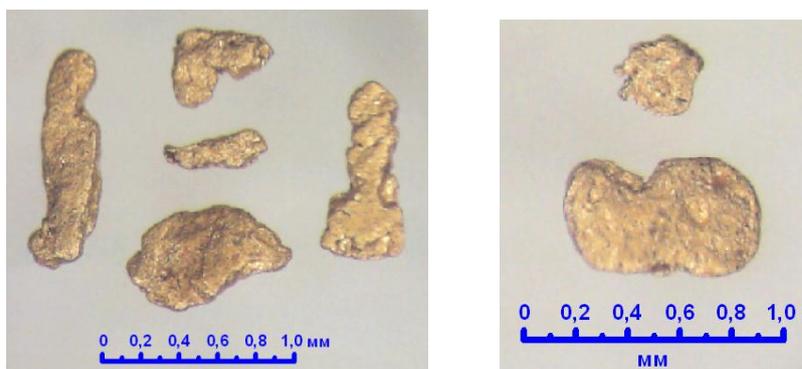


Рисунок 3 - Морфология самородного золота. Участок Шегелек

Средняя крупность зерен (по средней оси) составляет – 0,32мм в соответствии с рисунком 3, средний коэффициент уплощенности составляет 4,26 ед., средняя окатанность самородного золота по шкале А.В.Хабакова составляет 1,3, что говорит об относительной близости источников [4].

Работы по изучению разнотипных россыпей с целью оценки распространенности золота мелких, тонких и пылевидных классов, проведенные на разнотипных россыпях, как правило всегда выявляют широкую распространенность [6]. При использовании новых технологий вход ценного металла удвоится.

### Литература

1. Окунев Э.В. и др. Отчет по теме VII: «Обобщение материалов рудников по золотоносным россыпям Калбы и Южного Алтая». Часть 1. Семипалатинск, 1976, ТГФ.
2. Козловский Г.М., Зубов Г.К. Этапы развития рельефа и перспектива древних (дочетвертичных) и четвертичных россыпей Казахстана // Древние и погребенные россыпи СССР. Киев, 1977. - С. 65-71.
3. Отчет Южно-Калбинской ГРП в 1953-1955 годах, Алтайской ГРЭ в 1986-1988 годах.
4. Жаутиков Т.М. Россыпи золота Казахстана. // Геология и разведка недр Казахстана. - Алматы, 1998г. - №3. - С.2-9.
5. Отчет о результатах работ Никитинской поисково-оценочной партии за 1966 г.: отчет о НИР: рук. Кашапов Т.К., Алексеев А.Г и др. – Алма-Ата, 1979. – 225 с.
6. Третьяков А.В. Формирование, закономерности размещения и перспективы россыпной золотоносности Востока Казахстана. – Алматы, 2009 296 с.
7. Поисково-оценочные работы на перспективных рудных узлах Восточного и Центрального Казахстана и на россыпях среднего течения р. Иртыш и Юго-Западной Калбы с проходкой горных выработок, скважин поискового бурения и проведением детальных геофизических и геохимических работ (промежуточный). Отчёт о НИР, Рук.: Жаутиков Т.М. и др. - Алматы, 2011. - 48с.

**С.К. Набиева, М.К. Кембаев**

#### **Шегелек алтын шашылымының минералогиялық ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** "Жер қойнауы және жер қойнауын пайдалану" туралы жаңа Кодекс шеңберінде Қазақстанда алтынды кеніздеушілік жолымен өндіруге ресми түрде рұқсат етілді. Осыған байланысты, бұрын барлау сатысында бағалауға және өңдеу процесіне алынбаған ұсақ, жұқа және шаң тәрізді фракциялы алтынның едәуір мөлшері анықталған құмдар бар екенін анықтау Қазақстанның алтын қорының келешегін кеңейтеді және шашылымдарды одан әрі зерттеуді өзекті етеді. Бұл тұрғыда ежелгі аңғарлар мен жерленген ойпаттардың шашылымдары ерекше қызығушылық тудырады.

**Түйін сөздер:** шашылым, алтын, өңделген

**S.K. Nabieva, M.K. Kembayev**  
**Mineralogical features of the Shegelek gold-bearing placers**

**Abstract.** Within the framework of the new Code on "Subsurface Resources and Subsurface Use", gold mining is officially allowed in Kazakhstan. In this regard, the establishment of the presence in the sands of placers of a significant amount of gold of small, fine, and dusty fractions, previously not involved in the assessment at the exploration stage and not extracted in the process of mining, expands the prospects for placer gold content of Kazakhstan and makes it relevant to further study of placers. In this regard, the places of ancient valleys and buried depressions are of particular interest.

**Keywords:** placer, gold, roundness

УДК 551.4

**Д.М. Нарымова, А.А. Бекботаева**

*Научный руководитель-А.А. Бекботаева, PhD, Ассоц.профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

*[a.bekbotayeva@satbayev.university](mailto:a.bekbotayeva@satbayev.university), [dinanarym@mail.ru](mailto:dinanarym@mail.ru)*

## **ЗОЛОТО-МЫШЬЯКОВЫЙ УГЛЕРОДИСТЫЙ ФОРМАЦИОННЫЙ ТИП ЗОЛОТОРУДНЫХ ФОРМАЦИЙ КАЗАХСТАНА**

***Аннотация.** В Данной статье рассмотрены золото-мышьяковый углеродистый формационный тип золоторудных формаций Казахстана. Также формирование данного формационного типа, химический состав и локация распространения.*

***Ключевые слова:** золоторудная формация, формационный тип, золото-углеродисто-сульфидная месторождение, углеродистая формация.*

Золотоносные углеродистые отложения в Казахстане имеют широкий возрастной диапазон от раннего протерозоя до верхнего палеозоя и принадлежат к различным формационным типам осадков, сформировавшимся в самых разнообразных геотектонических условиях. Изучением их занимались многочисленные коллективы геологов как научных, так и производственных организаций. Обобщение и анализ данных указанных авторов, а также результаты исследований Умарбекова З.Т. показывают, что золотое оруденение, ассоциирующееся с углеродистыми толщами Казахстана, имеет разную рудноформационную принадлежность.

Золото-мышьяковая углеродистая формация (золото-углеродисто сульфидная) - это самостоятельный промышленно-генетический тип оруденения, которому отвечают рудопроявления и месторождения Калбинского региона Восточного Казахстана, сформировавшиеся в условиях орогенного развития Зайсанской складчатой системы. Проявления формации в этом регионе распространены на разных вертикальных уровнях от среднего визе до верхнего карбона и локализуются в флишоидных и молассовых отложениях. Для отдельных отрезков разреза рудовмещающих отложений района характерны: застойный режим осадконакопления, обусловивший сероводородное заражение палеобассейна; повышенная фосфатность, кремнистость и углеродистость, соответствующие периодам затухания вулканических процессов; частая встречаемость среди рудовмещающих отложений сингенетических накоплений рассеянной золото-сульфидной минерализации. На Бакыршикском рудном поле в 1982 г. Н.А. Фогельман был установлен своеобразный "рудноносный" горизонт, содержащий флору верхнекаменноугольного возраста. Он состоит преимущественно из алевролитов, подчиненных прослоев известковистых песчаников, маломощных линзующихся пропластков сидеритов, сильно известковистых алевро-песчаников и небольших слоек антропоподобных образований или бесструктурных, обогащенных углеродистым веществом, пород. Темносерые алевропелитовые прослои этого горизонта содержат большое количество в разной степени перекристаллизованного глобулярного пирита.

Характерной особенностью рассматриваемых рудовмещающих отложений является наличие линзовидных тел подводно-оползневых брекчий с большим количеством обломков углистых алевролитов и алевропелитов, содержащих линзочки седиментогенных сульфидов.

На основании микроскопических исследований выделяются три основных типа углефицированной органики: 1) обломочно-детритовый от тонкодисперсных частиц до псаммитовой размерности, 2) автохтонный с отчетливо слоистой текстурой пород (мощностью от сотых долей миллиметра до 5-10 см) и 3) миграционный (прожилки, сгустки и гнезда). Последний широко развит в зонах тектонических нарушений и встречается среди различных типов пород. Образование их связано с последующими термическими превращениями рассеянного органического вещества и переотложением вследствие конденсации карбоновых кислот гидротермальными растворами.

Исследования по выяснению природы и роли углеродистого вещества в процессах рудообразования проведены Л.И.Абаулиной, П.В.Иншиным и др., которые пришли к выводу, что углеродистое вещество на месторождениях Восточного Казахстана имеет гетерогенную природу. По мнению авторов, наряду с рассеянным сингенетическим, развиты наложенные эпигенетические формы, образовавшиеся путем метасоматоза (I этап) и гидрогенизации углеродистого вещества в зонах I этапа они связывают с совершенствованием его структуры по схеме антракосолит → шунгит → графит, а во втором сменной высших твердых битумов низшими (процесс "керитизации").

По данным изотопных исследований Н.М.Заири и др. сделано заключение, что углерод антракосолитовых прожилков с вариациями  $\delta^{13}C$  от -22 до -26,8‰, имеет эндогенное происхождение, а рассеянное органическое вещество - типичные для осадочно-биогенных образований параметры  $\delta^{13}C$  (от -14 до -31,8‰).

В региональном плане проявления рассматриваемой формации приурочены к северо-западному простиранию структурно-фациальным зонам, а их узловое размещение определяется местами их пересечения с широтными разломами фундамента. Характерно, что локальными рудовмещающими структурами большинства месторождений являются зоны сдвигово-надвиговых нарушений субширотного или широтного простирания с падением на север или северо-восток под углом 30-60°. Наиболее крупные объекты формируются в зонах с углами падения 45-55°, для которых характерно западное склонение рудных тел под самыми различными углами. Меньше распространены структуры зон "вязких" разломов, с интенсивным проявлением приразломной складчатости.

Анализ тектонической обстановки на проявлениях рассматриваемой формации показывает, что они приурочены к участкам сложного взаимодействия разрывных и пликативных деформаций пород, при широком проявлении шовной складчатости и унаследованной тектонической активности структур. Последняя отразилась в условиях осадконакопления, проявлении крайне угнетенного вулканизма и конседиментационных гидротермальных процессов.

В формировании прожилково-вкрапленного золото-сульфидного оруденения большое значение имеют процессы локального динамометаморфизма пород, проявленные вдоль рудоконтролирующих сдвигонадвиговых нарушений. Здесь, в условиях неравномерного трехосного сжатия происходит не только смятие, брекчирование и рассланцевание породно и широко развиты процессы дифференцированного гидропластического выдавливания и течения углисто-пелитовых слоев, твердое перемещение некоторых минеральных веществ (сульфидов, метаморфизованных углей и др.), будинирования и разлинзования хрупких разновидностей пород. Динамометаморфические преобразования происходили в условиях значительной насыщенности пород флюидными компонентами, что привело к образованию разнотектонических окатышей в полужидкой (разжиженной) массе с удлиненно-эллипсоидными, ромбовидными, округлыми и, реже, остроугольными формами.

На рудных полях золото-углеродисто-сульфидной минерализации Западной Калбы проявлены интрузивные образования, представленные габброидами, диоритами, диоритовыми порфиритами, плагиогранитами, плагиопорфирами, спессартитами, керсантитами и граносиенит-порфирами. Все они прорывают отложения **C\_3** (возможно и **P\_1**)и, в свою очередь, секутся высокоглиноземистыми биотитовыми гранитоидами Калбинского комплекса. В тесной парагенетической ассоциации с ними отмечаются автометасоматическое золото-березитовое (не промышленное) и золото-сульфидно-кварцевое оруденения, являющиеся более поздними по отношению к прожилково-вкрапленному золото-сульфидному. По-видимому, на основании лишь структурного совмещения этих типов оруденения, при наличии значительных минералогических и геохимических отличий руд, объединение их в единую формацию является не рациональным. Интрузивные образования с золотосульфидным оруденением находятся в сложных возрастных взаимоотношениях и не составляют единую парагенетическую ассоциацию.

В геохимическом отношении руды золото-углеродисто-сульфидных месторождений Калбы характеризуются смешанным набором элементов (сидерофильных - Co, Ni, Fe, Mn; халькофильных - Pb, Zn, Cu, Ag, As и др.; литофильных - Sr, B, P, Cl и др.), что подчеркивает полигенный характер рудообразующих процессов. По данным И.И. Овсянникова и А.В.Веселова концентрация наиболее характерных для этих руд элементов-примесей: Ag, Pb, W, Bi, Sb, Mo достигает значений, превышающих кларк его по А.П.Виноградову от 10 до 100 раз, а ККА достигает 2-10 тысяч. Участки с высокими концентрациями золота характеризуются повышенным содержанием As, Ag, Sb, Sn, Ti, убогие руды обогащены Ga, V, Mn, Cr, Zr, W. По максимальным значениям элементов-примесей в направлении продольной оси склонения залежей, дается следующая схема геохимической зональности (сверху вниз):

Hg

Li, Rb, Cs Зона выклинивания оруденения

Ag, Sb

Sr, Ba, As - An - Pb - Mo

Cu, Zn Зона максимального оруденения

Ni, V, Co, Cr Прикорневая зона

Изменение концентрации характерного для этих месторождений элемента мышьяка с абсолютными его содержаниями в рудах до 0,3-1,5% находится в прямой зависимости от минеральной зональности оруденения. М.М. Старова и др. указывают, что в месторождениях Кызыловской группы отмечается преобладание пирита в апикальных частях оруденения и арсенопирита на глубоких горизонтах при переходе от вкрапленной к штокверковой минерализации. Так, на Бақыршикском месторождении, если в верхних частях рудных зон отношение арсенопирита к пириту в среднем составляет 1:3,5, то на нижних оно меняется до 3:1.

Рудные залежи месторождений данной формации характеризуются нестандартным сложным строением, наряду с участками равномерной золотосульфидной минерализации, имеют место кварцево-жильные и штокверкообразные тела, относительно бедные или весьма богатые короткие линзы, отдельные будины или глыбы. Они унаследовали тектоническую неоднородность рудовмещающей структуры, особенно наглядно копируемой участками метасоматического замещения убого-сульфидным кварцем и будинообразными телами даек. Для рудных зон этого типа оруденения характерно преобладающее избирательное замещение пород золотосульфидной вкрапленностью, часто унаследующей слоистость песчаносланцевых образований, неоднородное строение тектонитов и др. Характерна простая ленто- и уплощенно-столбообразная форма рудных тел, при выдержанных параметрах отношений длины по простиранию и падению к мощности.

Резюмируя приведенные данные по золото-мышьяковой формации Восточного Казахстана, необходимо подчеркнуть, что образование промышленных месторождений связано с тремя последовательно проявившимися полигенными процессами.

В седиментогенный этап  $C_{2-3}$  в условиях континентального бассейнового осадконакопления происходит формирование геохимически специализированной углеродисто-песчано-сланцевой толщи с горизонтами черных алевропелитов, обогащенных глобулярным и метаколлоидным пиритом, линзами сидерита и антракосолита. Следующий тектонометаморфогенный этап совмещен с позднегенетическо-катагенетическим преобразованием слаболитифицированных осадков. В данный период вдоль локальных зон смятия происходит интенсивный динамометаморфизм и отделение флюидно-водных компонентов из вмещающих слаболитифицированных пород с формированием рудоносной гидротермальной системы, с динамикой и последовательной эволюцией которой связано образование широкого ореола углеродистых метасоматитов, прожилково-вкрапленных золото-сульфидных руд и зон окварцевания.

С завершающим этапом формирования связана парагенетическая ассоциация малых интрузий и даек габбро-диорит-плагιοгранитного состава ( $C_3-P_1$ ) с постмагматическим гидротермальным оруденением, представленным четырьмя последовательными стадиями: автоберезитовой слабо золотоносной, ранней кварцевой, продуктивной золото-кварц-карбонат-полиметаллической и поздней кварц-антимонитовой. Предлагаемая генетическая схема не только удовлетворительно объясняет многие дискуссионные вопросы золотоносности углеродистой формации, но и приемлема для трактовки происхождения месторождений колчеданных руд, урана, медистых песчаников и др., отличающихся, прежде всего, спецификой геохимического и фациального состава исходных рудогенерирующих пород. При этом, во всех типах и на всех этапах преобразования рудогенерирующих пород важна роль органического вещества как в сингенетическом накоплении металлов, так и последующей миграции, а затем их концентрации.

### Литература

1. Жаутиков Т.М. Закономерности размещения и принципы прогнозирования золотого оруденения Казахстана. Диссертация. Алма-Аты 1987. С.123-168
2. Заири Н.М., Ляшенко Л.Л., Маршак Н.А., Васюта Ю.В. Изотопногеохимическая методика поиска и оконтуривания техногенных углеводородных скоплений // Сборник статей: Прикладная геохимия, выпуск № 2 М.: Экологическая геохимия, ИМГРЭ, 2001. - 136-147 с.
3. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А.П. Виноградов // Геохимия. - 1962. - № 7. - С. 555-571.
4. Умарбекова З.Т. «Золоторудные процессы и прогнозные геологические данные для месторождений Казахстана». 2020.

**D. M. Narymova, A. A. Bekbotaeva**

#### **Gold-arsenic carbon formation type of gold-mining formations of Kazakhstan**

**Abstract.** In this article, the gold-arsenic carbonaceous formation type of the gold ore formations of Kazakhstan is considered. Also, the formation of this formation type, the chemical composition and location of the distribution.

**Keywords:** gold ore formation, formation type, gold-carbon-sulfide deposit, carbon formation..

**Д. М. Нарымова, А. А. Бекботаева**

#### **Қазақстанның алтын кенді формациясының алтын- мышьяқты -көміртекті формация типі**

**Андатпа.** Бұл мақалада Қазақстанның алтын кені түзілімдерінің алтын-мышьяқты көміртекті формациялық түрі қарастырылған. Сондай-ақ, осы формациялық типтің қалыптасуы, химиялық құрамы және таралу орны.

**Түйін сөздер:** алтын кенді формация, формациялық тип, алтын-көміртекті-сульфидті кен орны, көміртекті формация.

УДК 563.1; 564.8; 551.735

**С.С Ноғайәли**

*Ғылыми жетекші – С.Н.Мустапаева, қаумдастырылған профессор-зерттеуші, PhD доктор*

*Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан Геология, мұнай және тау-кен ісі институты*

[s.nogaiali@stud.satbayev.university](mailto:s.nogaiali@stud.satbayev.university), [s.mustapyeva@satbayev.university](mailto:s.mustapyeva@satbayev.university)

## **АҚТӨБЕ ҚИМАСЫНЫҢ ВИЗЕ ЖӘНЕ СЕРПУХОВ ТҮЗІЛІМДЕРІНІҢ ФАУНАЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ. ҮЛКЕН ҚАРАТАУ, ОҢТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН**

**Аңдатпа.** Мақалада Үлкен Қаратау жоталарына қарасты Ақтөбе қимасының визе және серпухов ярустарының фауналық сипаттамасы қарастырылады. Визе және серпухов ярустарын жіктеуде стратиграфиялық маңызы бар брахиоподтар мен фораминифералардың таксондық ерекшеліктері сипатталады.

**Түйін сөздер:** брахиоподтар, фораминифералар, Ақтөбе қимасы, визе, серпухов.

Үлкен Қаратау жоталары ежелгі шөгінді түзілу жағдайын зерттеуге арналған бірегей өңір болып табылады. Мұнда карбонатты платформаның қалыптасуының әртүрлі фациалды жағдайлары көрініс тапқан: шельфтер, рифтер, беткейлер мен бассейндер. Әсіресе, Жанақорған, Ақтөбе және Үшөзен қималарының органикалық қалдықтары мұқият зерттелді.

Ақтөбе қимасы Түркістан облысы Абай алуылынан солтүстікке 2 шақырым жерде, Ақтөбе өзенінің сол жақ жағалауында орналасқа. Ақтөбе қимасы Ақұйық риф кешенінің құрамына ене отырып фораминифералар мен брахиоподтарға бай қабаттардың кен таралғандығымен ерекшеленеді. Қима негізінен тереңсулы түзілімдерден тұрады. Биогемдердің қалыңдығы шамамен 50 м, 30-40 шақырымдық аралық үзілістермен. Биогемдердің жоғарғы жапсары оолиттер, төмегі жапсары қазанбұзар свитасының шельфтік түзілімдерімен шектескен.

Қиманың фауналық сипаттамасы.

### **Визе ярусы**

Визе ярусының түзілімдері Ақтөбе қимасының 1-4 қабаттарын құрайды.

1 қабат құрамында брахиоподтар мен коралдар бар әкті брекчадан тұрады және қабат қалыңдығы 8 м құрайды.

2 қабат вакистоу және пакстоун-грейстоундармен брахиопод, фараминифералардың *Earlandia elegans* (Rauser et Reitlinger), *Eotuberitina* sp., *Tuberitina collosa* (Reitlinger), *Endothyra similis* (Rauser et Reitlinger), *Omphalotis* sp., *Planoendothyra* sp., *Archaediscus pauxillus* (Shlykova), *Pseudoammodiscus* sp. алма-кезек орналасуымен ерекшеленеді. Қабат қалыңдығы 22 м құрайды.

3 қабат – балдырлы биогем. Органикалық қалдықтар негізінен брахиоподтардан және фораминифералардан *Omphalotis timanica* (Durkina), *Endothyranopsis crassa* (Brady), *E. sp.*, *Forschia mikhailovi* Dain, *Lituotubella* sp., *Pseudoendothyra* sp., *Tetrataxis* sp. тұрады. Қабат қалыңдығы 3-5 м.

Қиманың қалыңдығы пакстоун-грейнстоундардың алма-кезек орналасуымен өседі. Қабаттарың төменгі бөлігінде брахиоподтар және фораминифералар *Endothyranopsis* sp., *Omphalotis omphalota* (Rauser et Reitlinger), *Planoendothyra* aff. *rotai* Dain, *Dainella tujmassensis* (Vissarionova), *Asteroarchaediscus baschkiricus* (Krestovnikov et Theodorovich) кездеседі. Бұдан бөлек конодонттар кездеседі. Қабаттар қалыңдығы 30 м [1,2].

### **Серпухов ярусы**

Серпухов түзілімдері 5, 6, 7, 8 қабаттарда кездеседі.

5 қабат - құрамында фораминифералар бар пакстоун-грейстоундардан құралған. *Endothyranopsis convexus* (Rauser), *Eostaffella mosguensis* (Vissarionova), *Pseudoammodiscus volgensis* Rauser, *Mediocris ovalis* (Vissarionova), *Archaeodiscus* sp., *Eoendothyranopsis subtilis* (Solovjeva), *Neoarchaeodiscus parvus* (Rauser). Қабат қалыңдығы 10 м.

6 қабат – құрамында коралдар бар әкті брекчия. Қабат қалыңдығы 5 м.

7 қабат – пакстоун-грейстоундар. Қабат қалыңдығы 10 м.

8 қабат – мшанкалы, брахиоподты әктастар. Қабат қалыңдығы 26 м [3].

Қортындылай келе, Ақтөбе қимасының визе және серпухов ярустарының шекарасын нақтылау жұмыстары жүргізілді. Зерттеу жұмыстарының қортындысын бойынша Ақұйық риф кешенімен байланысты басқа да қималарда жүргізілген стратиграфиялық жұмыстармен салыстыру, корреляциялау бойынша жұмыстар жүргізілуі қажеттілігі туындайды, себебі бұндай бірегей аймақты зерттеу Қазақстанның стратиграфиясын жаңартуды көздейді. Бұл орындалған ғылыми зерттеу жұмыстары карбон таужыныстарың түзілу ерекшеліктерін түсіндіре отырып аймақтық және жаһандық стратиграфиялық мәселелерді шешуге өзіндік үлесін қосуда. Ғылыми жұмыс бойынша алға қойылған мақсаттардың шешілуі әлі де зерттеуді талап ететін мәселелерге баға беріп, болашақ биостратиграфиялық жұмыстарды жоспарлауға негіз болады.

### Әдебиет

1 Жаймина В.Я. Фораминиферы пограничных башкирско-московских и московских отложений Бороталинского синклинория. Известия НАН РК. Серия геологическая, 2005. №1. С. 3-19

2 Зорин А.Е., Жаймина В.Я. Рифовые постройки башкирского возраста в горах Улькенкудук (Южный Казахстан) / Геология и охрана недр. 2005. № 2 (15). С. 11-16

3 Brady H.B. A. Monograph of the Carboniferous and Permian Foraminifera (the genus *Fusulina* excepted) // Monograph Paleontogr. Soc. London. 1876. vol. 30. p. 89. T. VI, fig. II

**С.С Ноғайәли, С.Н Мустапаева**

**Фаунистическая характеристика визе-серпуховских отложений разреза Актөбе. Большой Каратау, Южный Казахстан**

**Аннотация.** В статье рассматривается фаунистическая характеристика визе-серпуховских отложений разреза Актөбе в Большом Каратау. Были описаны брахиоподы и фораминиферы которые стратиграфически важные в расчленении визе и серпуховских ярусов.

**Ключевые слова:** брахиоподы, фораминиферы, разрез Актөбе, визе, серпухов.

**S.S Nogaiali, S.N Mustapaeva**

**Faunistic characteristics of the vise-serpukhovian deposits of the Aktobe section. Bolshoy Karatau, South Kazakhstan**

**Abstract.** The article deals with the faunal characteristics of the Vise-Serpukhov deposits of the Aktobe section in Bolshoy Karatau. Brachiopods and foraminifera have been described that are stratigraphically important in the dissection of the Vise and Serpukhov tiers.

**Keywords:** brachiopods, foraminifera, Aktobe section, Vize, Serpukhov.

УДК 553.077

**Д.Т. Нурмухамбет, М.К. Кембаев**

*Научный руководитель - М.К. Кембаев – доктор PhD, сениор-лектор*

*Satbayev University, г. Алматы, Казахстан.*

*[Dauren260698@gmail.com](mailto:Dauren260698@gmail.com), [k.maksat@mail.ru](mailto:k.maksat@mail.ru).*

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВАСИЛЬЕВСКОЕ

**Аннотация.** В статье изложен краткий анализ фондовых материалов для в рамках грантового проекта «Геолого-структурные особенности и перспективы золоторудного месторождения Васильевское» и исследований по теме магистерской диссертации. Дана краткая характеристика геологической особенности строения юго-восточной части Боко-Васильевского рудного района для дальнейшего исследования и выделение наиболее перспективных участков для дальнейшего исследования.

**Ключевые слова:** жильные, золоторудная минерализация, разлом, дайки

Боко-Васильевское рудное поле расположено в Жарминском районе Семипалатинской области в 30 км южнее районного центра - села Георгиевка и в 35 км к юго-востоку от железнодорожной станции Жангизтобе, с которыми связано грунтовыми дорогами и грейдером. Структурное положение рудного поля определяется узлом пересечения Боко-Акжальского северо-западного, Боко-Ашалинского субширотного и Жаналинского северо-восточного глубинных разломов. В строении рудного поля принимают участие терригенные углеродсодержащие породы буконьской свиты, вулканогенные отложения даубайской свиты, субвулканические, интрузивные и дайковые тела аргимбайского, кунушского и сарыджальского комплексов позднепалеозойского возраста. В рудное поле входят месторождения Боко, Васильевское, проявления Красное, Колорадо и др. [1].

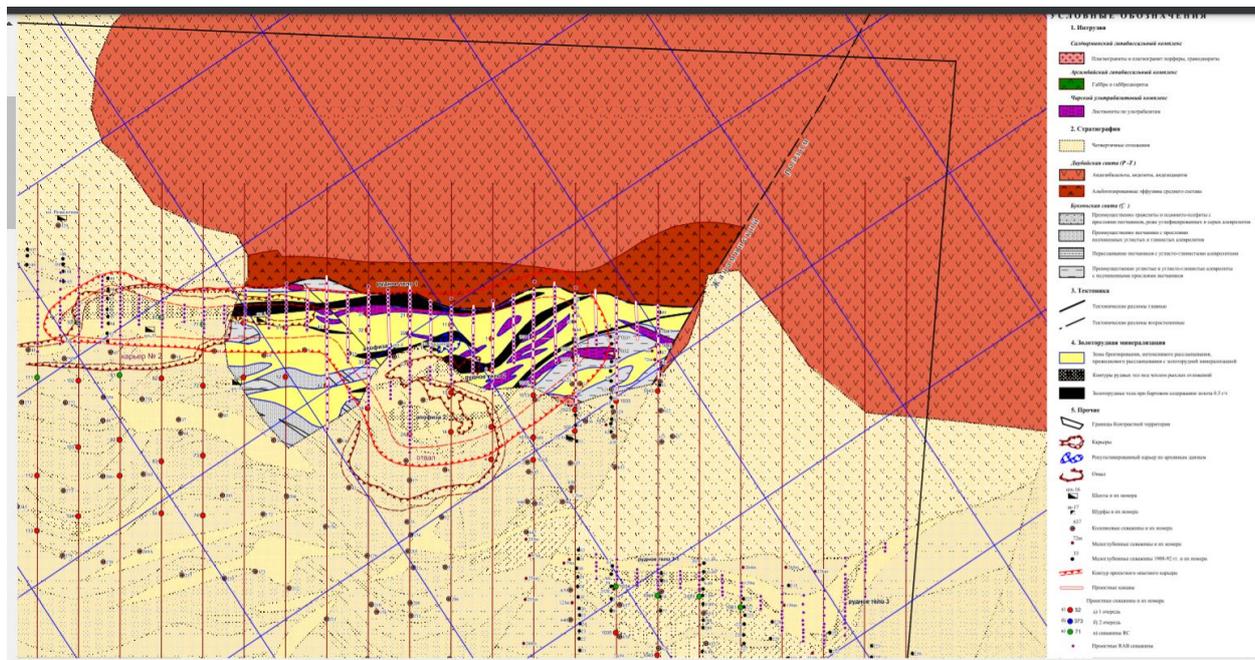


Рисунок 1 - Геологическая карта Васильевского месторождения [4]

Васильевское месторождение расположено в центральной части Боко-Васильевского рудного поля и охватывает участок длиной 2,6 км и шириной 100-300 м вдоль шва Северо-Боконского разлома. В геологическом строении месторождения принимают участие отложения буконьской свиты среднего карбона, надвинутые по Северо-Боконскому разлому на верхнекарбоновые вулканиты даубайской свиты Сарджальской грабен-синклиналиной структуры. Осадочные и вулканогенные породы прорваны дайками аргимбайского и салдырминского комплексов верхнего палеозоя и северо-восточными разломами разбиты на ряд тектонических блоков [1].

Рудовмещающая зона месторождения отличается от окружающих пород по степени тектонической проработки, гидротермально-метасоматических изменений, интенсивности

кварцево-жильной и сульфидной минерализации. Исходный состав пород зоны представлен флишоидным переслаиванием песчаников, алевропесчаников, алевролитов и алевропелитов буконьской свиты. Контакты зоны контролируются поясами даек висячего и лежачего боков. Дайки лежачего бока на всем протяжении месторождения тяготеют к шву надвига, располагаясь на расстоянии 3-10 м от него, и лишь в районе профилей №№ 10-20, расстояние увеличивается до 60 до 250 м. Дайки висячего бока расположены кулисообразно, иногда с перерывами по простиранию до 50-150 м. Их мощность обычно не превышает 10 м [3].

Рудовмещающая структура детально изучена до глубины 400 м на протяжении около 3500 м. Генеральное простирание ее северо-западное по азимуту 300-310°, падение на юго-запад под углами 40-50°. Мощность зоны варьирует от 100 м в пережимах до 300 м и более в раздувах. По нормали, от лежачего бока к висячему, во внутренней структуре зоны выделяются подзоны: интенсивного дробления и милонитизации, даек лежачего бока, рудовмещающая, окварцевания, слабого окварцевания и пропилитизации, даек висячего бока [3].

Месторождение Васильевское представляет собой крупный линейный штокверк прожилково-вкрапленных золотосодержащих руд, внутри которого стержневое положение занимают жилы и зоны интенсивного прожилкового окварцевания. Границы рудных тел определяются только по данным опробования и имеют постепенный характер контакта с вмещающими породами. Золотое оруденение характеризуется выдержанностью по простиранию и падению, одинаковым вещественным составом [1].

Все промышленные запасы месторождения локализованы вблизи нижнего шва надвига на удалении от него не более чем в 50-70 м. Зона золоторудной минерализации, при бортовом содержании золота 0,1 г/т, практически непрерывно прослежена на всем протяжении рудоконтролирующей структуры и имеет достаточно сложное строение, обусловленное раздувами (рудными столбами) и пережимами как по простиранию, так и по падению зоны. В раздувах мощность оруденелых пород колеблется от 50 до 160 м и именно в них локализованы все рудные тела месторождения [2].

На Васильевском месторождении установлено два природных типа руд - окисленные и первичные. Зона полного окисления на месторождении развита до глубины 20-30 м. Ниже располагается транзитная зона с частично окисленными рудами, переходящая в зону первичного оруденения [2].

На Васильевском месторождении установлено два технологических типа руд - окисленные и первичные. Окисленные руды по предварительным данным могут перерабатываться методом кучного выщелачивания. Главным компонентом, который может оказать существенное влияние на эффективность процесса кучного выщелачивания, на месторождении является свободный углерод (0,27-0,3%). Поэтому к окисленному технологическому типу следует относить руды, в которых полному окислению подверглись не только сульфидные минералы, но и свободное углеродистое вещество [2].

Компонент	Ед. изм.	Содержания компонентов
Au	г/т	2,5
Ag	г/т	4,6
Pt	г/т	0,006
Cu	%	0,04
Pb	%	0,01
Zn	%	0,03
Fe	%	4,17
C	%	0,27

As	%	0,1
SiO <sub>2</sub>	%	73,88
S общ.	%	0,24
S сульфат.	%	0,19
Ca	%	0,65
Sb	%	0,006
Pd	г/т	0,006

Таблица 1 - Химический состав окисленной руды рудного тела №5 Васильевского месторождения [2].

### Литература

1. Баранов С.Ф. «Отчет по поисково-оценочным работам на Акжал-Боконском рудном поле за 1984-85гг.» ВКПГО, Усть-Каменогорск, 1985.
2. Воронцов С.Н. «Геологическое строение и полезные ископаемые Акжал-Боконского рудного поля. Отчет Тарбагатайской партии по геологической съемке и доизучению масштаба 1:50 000 за 1983-87 гг. На участке Акжальский». ВКПГО, Усть-Каменогорск, 1987.
3. Горбунов Ю.Д. «Отчет о проведении в 1976-78гг. детальных поисков на Акжал-Боконском участке». ВКТГУ, Усть-Каменогорск, 1978.
4. Ермоленко А.Е. Отчет по теме 91-2/110 «Составление прогнозно-металлогенических карт м-ба 1:50 000 с картами-врезками м-ба 1:10 000 по центральной части Золотой Калбы». ВКТГУ, Усть-Каменогорск, 19наг.

**D.T. Nurmukhambet, M.K. Kembayev**

#### **Geological and structural features of the Vasilyevskoye gold deposit.**

**Abstract.** The article presents a brief analysis of the stock materials for the grant project "Geological and structural features and prospects of the Vasilyevskoye gold deposit" and research on the topic of the master's thesis. A brief description of the geological features of the structure of the south-eastern part of the Bokon-Vasilyevskoye ore region for further research and the selection of the most promising areas for further research is given.

**Keywords:** vein, gold mineralization, fault, dikes

**Д.Т. Нурмухамбет, М.К. Кембаев**

#### **Васильевское кен орны құрылысының геологиялық ерекшеліктері.**

**Аңдатпа.** Мақалада "Васильевское кенорнының геологиялық-құрылымдық ерекшеліктері мен кендену заңдылықтары" гранттық жобасы және магистрлік диссертация тақырыбы бойынша зерттеулер үшін қор материалдарына қысқаша талдау жасалған. Ары қарай зерттеу жұмыстарын жүргізу үшін неғұрлым перспективалы учаскелерді бөлу мәселесі бойынша Боко - Васильевское кенді ауданының батыс бөлігінің геологиялық құрылыс ерекшелігіне қысқаша сипаттама берілді.

**Түйін сөздер:** желілі, алтынды кендену, жарылым, дайкалар.

УДК 552.31

**Е. Оразов**

*Научный руководитель - Г.М. Омарова, доктор PhD*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы.*

[Yerlan.Orazov@stud.satbayev.University](mailto:Yerlan.Orazov@stud.satbayev.University)

### **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРНОГО СКЛОНА КЫРГЫЗСКОГО ХРЕБТА**

**Аннотация.** Статья является обобщением фондовых материалов по северному склону Кыргызского хребта. Дается краткое описание геологического строения по наиболее поздним работам исследователей по месторождению Коккия, изучение закономерностей распределения рудных компонентов на золоторудных месторождениях, расположенных на

северных склонах Киргизского хребта и являющихся перспективными на обнаружение золотосодержащих руд.

**Ключевые слова:** золото, золоторудные месторождения, рудоконтролирующие разломы.

Северные склоны Киргизского хребта находятся в пределах Талдыбулакской зоны Киргизско-Кунгейского золоторудного пояса. Протяженность зоны – 80 км, ширина – 4-15 км. Для рудной зоны характерна резко выраженная медно-золоторудная специализация и очень высокая степень рудоносности: зона объединяет 52 золоторудных объекта, группирующихся в пяти рудных полях (Алмалинское, Чонурское, Коккинское, Талдыбулак-Андашское, Акташское), в том числе 11 месторождений и 17 рудопроявлений. Золоторудная минерализация скарнового, медно-порфирового и кварцево-жильного типов локализуется среди андезито-базальтовых вулканогенно-осадочных толщ кембро-ордовика и девона и прорывающих их массивов гранитоидов ордовика, силура и девона (Рисунок 1).

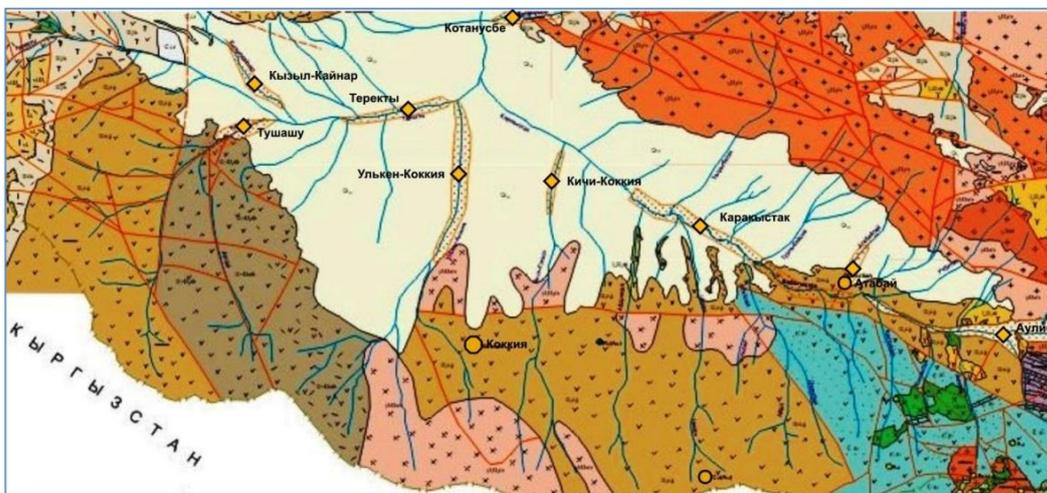


Рисунок 1 - Геологическая карта северного склона Киргизского хребта

В региональном плане район месторождения Коккия принадлежит Кыргызско-Терской структурно-формационной зоне, сложенной разновозрастными отложениями различной формационной принадлежности и различного состава. Месторождение Коккия расположено в водораздельной части, на северных склонах Киргизского хребта, в южной части бассейна р. Улькен Коккия.

Геологическая позиция месторождения определяется приуроченностью его к кровле массива гранодиоритов верхнедевонского интрузивного комплекса. Стратифицированные образования представлены терригенными и вулканогенными образованиями аксайской свиты ( $D_{1-2ak}$ ), обнаженными на западном фланге участка и кислыми кристалловитрокластическими туфами и конгломератами талдысуской свиты ( $D_{3ts}$ ), которые слагают центральную большую часть участка. Элементы залегания их определяются в редких случаях, из-за отсутствия или слабого проявления признаков слоистости [1].

Первые научные сведения о строении региона, в который входит территория изученного района, появились после посещения этой горной страны Н.С. Семеновым-Тянь-Шанским в 1856-57 гг. В результате исследований Н.С. Семенова-Тянь-Шанского (1856-57 гг.), И.А. Северцова (1864-68 гг.), И.В. Мушкетова и Г.В. Романовского (1874-81 гг.) была составлена первая геологическая карта Северного Тянь-Шаня масштаба 30 верст в дюйме, изданная в 1884 г. В 1921-1932 гг. геологические исследования региона проводил В.А. Николаев, составивший геологическую карту масштаба 1:42000 и предложивший стратиграфическую схему Северного Тянь-Шаня.

Интрузивные породы палеозоя, приуроченные к геосутурным зонам, слагают значительную часть рассматриваемой территории и образуют следующие комплексы: 1) позднекембрийский-раннеордовикский (караарчинский); 2) среднеордовикский (алмалинский); 3) позднеордовикский-силурийский (актасский); 4) среднедевонский; 5) позднедевонский субвулканический; 6) позднедевонский (меркенский) и также Девонский вулканоплутонический пояс.

В тектоническом плане изучаемая территория охватывает Кыргызско-Терскойскую структурно-формационную зону (СФЗ). Кроме того, вся восточная часть Кыргызско-Терской СФЗ, в пределах изученной площади, сложена вулканоплутоническим комплексом, относящимся к самостоятельному девонскому вулканоплутоническому поясу. Каждая из СФЗ сложена определенным набором структурно-вещественных и плутонических комплексов. Структурно-вещественные комплексы (СВК) – это геологические тела, сложенные ассоциациями осадочных и вулканических стратифицированных пород (формаций), характеризующихся специфической структурой и, сформировавшихся в определенных геологических обстановках. Плутонические комплексы (ПК) представляют собой индивиды формаций или ассоциаций интрузивных пород и их производных, занимающих секующее положение по отношению к стратифицированным СВК, слагающих отдельные тела и их совокупности, обладающих определенными особенностями состава, строения и структурными постмагматическими особенностями.

Разрывные нарушения являясь важной частью процесса деформации, играют важную роль в формировании структурного плана района. Имеющиеся на изученной территории разрывные нарушения подразделены на главные и второстепенные [2, с. 221].

По времени заложения самыми ранними являются разломы субмеридионального направления, более поздними – широтные и самые молодые разломы северо-западного направления. При этом следует учесть, что в альпийской фазе тектогенеза, в период развития горст-антиклинория Кыргызского хребта, произошло подновление большинства древних разломов, и были заложены новые (например, надвиги).

На исследованной территории было выделено семь главных разломов, которые принадлежат всем трем основным направлениям района широтному, северо-западному и субмеридиональному, протяженных, ограничивающих гетерогенные блоки разного возраста СВК, и представляют зону геосутур второй кольцевой структуры Казахстана. Главному горообразующему Северо-Киргизскому разлому длительного заложения соподчинены второстепенные разломы широтного, субширотного простираний [3]. Их протяженность составляет первые десятки километров. Разломы северо-западного простирания, которые получили основное распространение в восточной части площади, являются наиболее поздними и протяженными. Они служат границами различных СВК и вдоль них нарушены шарьированные пластины позднепалеозойских квазиplatformенных комплексов. Сплошность рыхлых отложений неогенового и раннечетвертичного периода нарушена по ним в предгорной части. Сдвиговые деформации наблюдаются в некоторых случаях. Таким образом, активность и блочность геоструктурной зоны II кольцевой структуры отражает описанная система глубинных разломов. Её окончательный геотектонический облик обусловлен активным альпийским орогенезом.

Киргизский хребет обладает специфическими особенностями геологического строения, которые обусловили формирование разнообразных полезных ископаемых. Так важную роль играют месторождения металлов, строительных материалов, некоторых видов нерудного сырья. И, что особенно важно для Республики Казахстан, месторождения подземных и лечебных вод.

Месторождения полезных ископаемых распределены в Киргизском хребте неравномерно. Металлические рудные ископаемые (золото, медь, свинец и др.) приурочены в основном к выходам на поверхность палеозойского фундамента. Неметаллические

полезные ископаемые (гранат, мусковит, графит, алмазы, кварциты и др.) связаны с метаморфогенными породами протерозой раннекембрийского возраста. Месторождения обломочных строительных материалов (песчано-гравийные смеси, песок, кирпичные суглинки) развиты среди четвертичных аллювиальных, аллювиально-пролювиальных и лессовых отложений предгорной равнины и используются для нужд местной промышленности. Разведанные месторождения подземных вод Киргизского хребта представлены месторождениями грунтовых и напорных вод аллювиально-пролювиальных отложений предгорных равнин (конусов выноса).

Поисковой моделью и объектом поисков на площади служили в первую очередь золоторудные объекты эпи-мезотермального и порфирирового типов оруденения. Месторождения, проявления и точки минерализации, относящиеся к группе золоторудных формаций, широко представлены на исследуемой территории. К ним относятся пять мелких коренных месторождений и одно россыпное, 47 коренных проявлений, 5 россыпных проявлений, 16 пунктов минерализации.

На изученной территории к настоящему времени известно 152 объекта полезных ископаемых [4]. Эти объекты включают:

- Пять мелких коренных месторождений золота (Алмалы, Актас, Северный Актас, Аулие, Коккия);
- россыпное месторождение золота Каракыстак;
- отработанное золото-полиметаллическое месторождение Гранитогорское;
- восемь месторождений кирпичных суглинков (Улькен-Алмалы, Тектурмас, Малдыбайское, Луговское, Луговское-I, Меркенское, Меркенское-2, 3);
- пять месторождений песчано-гравийных материалов (Каменское, Луговское, Каракыстакское, Меркенское-II, III);
- месторождение строительного песка Меркенское;
- месторождение флюсовых кварцитов Макбелское;
- месторождение мусковита Каиынды;
- пять месторождений подземных вод (Аспаринское, Меркенское, Луговское, Подгорненское, Михайловское);
- месторождение лечебных родоновых вод Меркенское.

### **Литература**

1. Гутермахер М.М., Гилев Ю.Н., Базанов Е.Н. и др. Геологическое доизучение масштаба 1:200000 в Киргизском хребте. Алматы, 2007. - Том II –243 с.
2. Авдеев А.В. Составление геодинамической карты Южного Казахстана. Масштаб 1:1000000. Алматы 1990 г.
3. Baibatsha A.B., Omarova G., Dyussebayeva K.Sh., Kassenova A.T., SGEM 2016. Kokkiya - a promising for Kazakhstan gold-metasomatic type of deposit// 16<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM, Albena, Bulgaria. 2016. - PP. 289-296
4. Никоноров В.В. Новый тип золотого оруденения в Кыргызстане. // "Геология рудных месторождений". - 1993. -Том 35. - № 5. - С. 450-454.

**Е. Оразов, Г.М. Омарова**

#### **Кыргыз жотасының солтүстік беткейінің геологиялық ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Мақала - кыргыз жотасының солтүстік беткейінің қор материалдарын жалпылау болып табылады. Коккия кен орны бойынша зерттеушілердің соңғы жұмыстарына сүйене отырып геологиялық құрылымына қысқаша сипаттама берілген, кыргыз жотасының солтүстік беткейлерінде орналасқан және кен орындарының болашағы бар алтын кен орындарындағы кен компоненттерінің таралу заңдылықтарын зерттеу келтірілген.

**Түйін сөздер:** алтын, алтын кен орындары, кенбақылаушы жарылымдар.

**E. Orazov, G.M. Omarova**

### Geological features of the northern slope of the Kyrgyz ridge

**Abstract.** The article is a generalization of archival materials on the northern slope of the Kyrgyz ridge. A brief description of the geological structure is given based on the most recent work of researchers on the Kokkia deposit, the study of the regularities of the distribution of ore components in gold deposits located on the northern slopes of the Kyrgyz ridge and which are promising for the discovery of gold-bearing ores.

**Keywords:** gold, gold deposits, ore-controlling faults.

УДК 553.3

**С.О. Отарбай**

*Научный руководитель - А.А. Жунусов, ассоциированный профессор кафедры  
ГСПуРМПИ*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

*[Samal.Otarbay@stud.satbayev.university](mailto:Samal.Otarbay@stud.satbayev.university)*

### ФОРМИРОВАНИЕ ЭНДОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ ТОЛЩАХ

**Аннотация.** Эндогенные месторождения золота в черносланцевых толщах находятся в пространственной ассоциации с интрузиями габбро-плагиогранитной формации. Формирование этих месторождений связывают с воздействием на черносланцевые толщи гидротермально-флюидных систем, которые сопровождали становление из единой родоначальной базальтовой магмы родственных дунит-пироксенит-габбровой, габбро-диабаз-диоритовой и габбро-плагиогранитной формаций.

**Ключевые слова:** золото, Западная Калба, флюиды, добатолитовая формация.

Анализ размещения проявлений золота в геологическом пространстве золоторудной Калбы устанавливает четкие пространственные связи с добатолитовыми магматическими формациями, широко проявленными на рудных полях. Для золоторудных месторождений, залегающих среди черносланцевых толщ, эти связи выражены в преимущественной локализации золотопроявлений как в эффузивах, так и в эндоконтактах добатолитовых интрузий, главным образом габбро-плагиогранитовой формации. Во всех рудных полях установлены геофизическими методами слепые интрузии гранитоидов повышенной основности, проявленные в верхнем структурном этаже ореолами слабого ороговикования, в надинтрузивной части которых сосредоточено 80% всех проявлений золота и все месторождения золота. Наиболее ранними являются протрузии гипербазитов, возраст которых определяется считается визейским (Михайлов, 1958; Севрюгин, 1965; Нехорошее, 1966; Хен, 1973 и др.); Интрузии габбро-диабаз-диоритовой формации комагматичны эффузивам девона - визе и среднего карбона. Штоки и дайки сложены габбро, габбродиоритами, диоритами, гранодиоритами, плагиогранитами, плагиограниг-порфирами. Золотое оруденение накладывается на автометасоматически измененные штоки и дайки габбро-плагиогранитовой формации (СЗ) и срезаются позднеорогенными гранитами батолитового типа (Р).

Пространственная совмещенность раннеорогенных интрузий с зонами автометасоматических и гидротермальных изменений и золотого оруденения, наблюдаемые на большинстве рудных полей, свидетельствует о единстве путей движения магмы, постмагматических флюидов и, наконец, гидротермальных растворов и общности их источника. Таким источником являлись, видимо, слепые интрузии или более глубокие магматические камеры. Исследования, проведенные с использованием манганотитанового модуля (В.Н.Богдецкий, 1975) доказывают единство магматических источников для всех добатолитовых магматических формаций региона. Анализ литературных данных по другим

золоторудным регионам, приуроченных к черносланцевым толщам, показывает, что во многих из них золоторудные тела пространственно ассоциируют с гипербазитами или дорудными дайками габброплагиогранитной формации (Аккаргинское рудное поле на Южном Урале, рудные поля Мурунтау, Кокпатас, Каракутан в Западном Узбекистане, Мазер Лод в Калифорнии, Джуно-Тредвел на Аляске). Золоторудные районы в черносланцевых толщах Восточного Казахстана очень тесно ассоциируют с выявленными при дешифрировании космических и аэрофотоснимков кольцевых структур и их фрагментов весьма небольших размеров (МКС) диаметром от десятков и сотен метров до первых километров (МКС Ш и II) и до первых десятков километров (МКС I), в пределах которых расположены зоны и поля метасоматитов и рудные проявления золота. Им часто соответствуют отрицательные кольцевые магнитные аномалии (интенсивность последних наиболее велика у (МКС Ш), а также участки с высокой поляризуемостью и пониженным электрическим сопротивлением пород. Это свидетельствует об интенсивных метасоматических преобразованиях в пределах кольцевых структур - выщелачивании магнитных минералов и образовании вкрапленности сульфидов. Метасоматические явления в земной коре привели к образованию рудометасоматических колонн. В нижних частях таких колонн распространены калиевонатриевые автометасоматиты, выше по разрезу - березиты-листвениты, пропилиты, аргиллизиты и руды различных типов.

Фоновая золотоносность добатолитовых магматических формаций колеблется от 1,9 до 3,3 мг/т в эффузивных фациях и от 1,9 до 4,2 мг/т в интрузиях, достигая 7 мг/т в дайках плагиогранит-порфиров, и превышает более чем в два раза фоновую золотоносность интрузий гранитов батолитового типа (1,3-1,7 мг/т). Данные о распределении золота в гранитоидах, залегающих среди черносланцевых толщ других золоторудных регионов, дают основание сделать вывод, что все петрографические разности гранитоидов имеют умеренные и близких фоновым содержания золота - 1-6 мг/т. В то же время для габброидов, гранодиоритов, плагиогранитов и диорит-лампрофиров этих интрузий устанавливаются более устойчивые умеренно повышенные фоновые значения золота (2,7-24 мг/т) для рудных полей всех отмеченных регионов.

Таким образом, гранитоиды потенциально наиболее продуктивной на золото габбро-плагиогранитной формации характеризуются повышенными содержащими золота. Анализ накопления золота от неизменных пород к метасоматитам и рудам свидетельствует о систематическом увеличении коэффициентов накопления: неизменные породы (1,0) → автометасоматиты: пропилиты, альбититы (1,0-0,8) → березиты-листвениты без сульфидов (1,3-8,8) → березиты-листвениты с сульфидами (29-562) → прожилково-вкрапленные, кварцево-жильные, штокверковые руды (1025-3490). Это свидетельствует об отсутствии областей выноса золота на уровне формирования месторождений. Аналогичные результаты получены при исследованиях золотоносности интрузий и метасоматитов в других золотоносных регионах, сложенных черносланцевыми толщами.

Промышленное золотосульфидное оруденение формируется лишь при пространственном совмещении продуктов всех фаз внедрения интрузий в пределах зон смятия, сопряженных с глубинными разломами, по которым могли поступать растворы из глубинных источников, т.е. связь оруденения с добатолитовыми малыми интрузиями парагенетическая, их общим источником являются, возможно, слепые интрузии гранитоидов повышенной основности. Расчеты показали, что на наиболее крупных рудных полях количество золота, выносимого с флюидной фазой при дифференциации базальтовой магмы из объемов, соответствующих слепым интрузиям, не может обеспечить формирование известных рудных тел. Необходимое количество золота возможно получить лишь при допущении более высокой (в 1,8-2,2 раза) его концентрации в исходном расплаве по сравнению с продуктами кристаллизации или при дополнительном его приносе флюидами из более глубинных источников.

Последовательность геологических событий при формировании золоторудных месторождений региона представляется следующим образом.

1. Возникновение в верхней мантии очага базальтовых магм, обогащенных флюидами в результате мантийного метасоматоза.

2. Проникновение мантийных базальтовых магм по глубинным разломам в вышележащие горизонты земной коры с образованием промежуточных очагов - камер на глубинах 20-5 км от поверхности. Обогащение золотом магм при подтоке глубинных флюидов (мантийный флюидный поток), выщелачивавших его из мантийного вещества.

3. Подъем базальтовых магм из промежуточных очагов - камер по глубинным разломам в верхние горизонты земной коры и формирование всех добатолитовых магматических формаций. Длительно функционировавшие магматические очаги обеспечили устойчивые тепловые и флюидные потоки и, как следствие, высокую степень дифференцированности и насыщенности магматитов сероносными, углеродистыми и металлоносными флюидами.

4. Кристаллизация магм в верхних частях земной коры с образованием интрузивных тел, в том числе штоков и даек добатолитовой габбро-плагиогранитовой формации (С<sub>3</sub>).

5. Отделение флюидной фазы, формирование гидротермальных растворов, образование рудно-метасоматических колонн с калиево-натриевыми метасоматитами в нижних частях колонн, выше - березитов, листовенитов, пропицитов, аргиллитов и руд различных минеральных и структурно-морфологических типов при окисляющем воздействии свободных вод в верхней части термогидроколонны на глубинные флюиды восстановительной обстановки.

### Литература

1. Анищенко А.М., Масленников В.В. О рудных концентрациях золота в черносланцевых толщах // Проблемы стратиформных месторождений. Часть II, Чита; 1990. С.147-148.

2. Коробейников А.Ф., Пшеничкин А.Я., Масленников В.В., Трубачев С.А. Проявление рудно-метасоматической зональности в рудном поле черносланцевой толщи карбона // Геол. и геофизика, 1989, №10. С.43-52.

3. Коробейников А.Ф., Масленников В.В., Ермоленко А.Е. Золотоносные интрузивные комплексы черносланцевых толщ Северо-Восточного Казахстана // Геология и геофизика, 1992, №10. С.75-85.

4. Коробейников А.Ф., Масленников В.В. Закономерности формирования и размещения месторождений благородных металлов в черносланцевых толщах Северо-Восточного Казахстана // Томск: Изд-во Томск. Ун-та, 1994. 337с.

5. Масленников В.В., Дьячков Б.А., Нахтигаль Г.П., Титов В.И. Золоторудные пояса Юго-Западного Алтая // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. Алма-Ата; 1975. С.29-36.

### С.О.Отарбай, А.А.Жүнісов

#### Алтын эндогенді кен орындарының көміртекті қалыңдықтарда қалыптасуы

**Аңдатпа.** Көміртекті қалыңдықтарда орналасқан алтын кен орындарын боталиттерден дейінгі формацияларымен байланыстырады. Сол көміртекті қалыңдықтарға кезінде гидротермалды флюидтер әсер еткен деп саналады. Құрамы әр түрлі формациялар бір базальтты магмадан пайда болғаны дәлелденген.

**Түйін сөздер:** алтын, Батыс Қалба, флюидтер, добациттерге дейінгі формациялары.

### S.O.Otarbay, A.A.Zhunusov

#### The formation of endogenous gold deposits in carbonaceous shale strata

**Abstract.** Endogenous deposits of gold in carbonaceous shale strata are spatially related with intrusions of gabbro-plagiogranite formation. The formation of these deposits is associated with the impact of hydrothermal-fluid systems on carbonaceous shale strata. These systems accompanied the formation of related dunite-pyroxenite-gabbroic, gabbro-diorite and gabbro-plagiogranite formations from a single basaltic magma.

**Keywords:** gold, The West Kalba, fluid, pre-atholitic formation.

**О.Е. Пустовит<sup>1</sup>**

*Научный руководитель - Ю.В. Попов<sup>2</sup>, к.г.-м.н.*

<sup>1</sup>ООО «ГеоБазисПроект», Россия, 344018, г. Ростов-на-Дону, ул. Текучева, д. 246, офис 39.

<sup>2</sup>Южный федеральный университет, Россия, 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Р. Зорге, 40, [popov@sfedu.ru](mailto:popov@sfedu.ru)

## **ТИПОХИМИЗМ ХРОМШПИНЕЛИДОВ СЕРПЕНТИНИТОВ ЗОНЫ ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

***Аннотация.** Электронно-зондовые исследования зональных хромшпинелидов Передового хребта Большого Кавказа позволили выявить различные условия метаморфизма серпентинитовых тел и соответствие реликтовых участков ядер составам, характерным для офиолитов супра- или надсубдукционных зон.*

***Ключевые слова:** хромшпинелиды, серпентинитовый меланж.*

В составе герцинской структурно-формационной зоны Передового хребта представлены серпентинитовые тела, пространственно ассоциирующие с пластинами тектонических покровов или блоковыми поднятиями ранее-среднепалеозойских кристаллических пород. Полная серпентинизация протолита и бескорневой характер залегания затрудняют определение возраста, формационной и геодинамической типизации апогипербазитовых комплексов. До настоящего времени эти вопросы остаются дискуссионными. Ситуация осложняется слабой минералогической изученностью этих пород, основывающейся, главным образом, на данных оптической микроскопии и силикатных анализах, содержащихся в фондовых работах и немногочисленных обобщающих работах [5].

Информативными для обсуждения ряда вышеотмеченных вопросов являются типохимические особенности аксессуарных хромшпинелидов, используемые как для реконструкции параметров метаморфических преобразований [8; 12], так для восстановления природы исходных пород (если обосновано сохранение реликтовых составов), включая характер протолита и геодинамическую природу исходных комплексов [6; 9; 13].

Для определения особенностей строения и состава хромшпинелидов проведено их изучение в шлифах электронно-зондовыми методами, включающими микроструктурные исследования зерен, микроанализ и элементное картирование с целью выявления характера зональности. Изучение выполнено с использованием электронного микроскопа Tescan VEGA II LMU, оснащенного анализаторами INCA Energy 450/XT и INCA Wave 700. Дополнительно проводилось изучение состава серпентинитов методами синхронного термического и рентгенофазового анализа. Работы выполнены на базе «Центра исследований минерального сырья и состояния окружающей среды» ЮФУ.

Изучены серпентиниты трех участков, в которых серпентиниты занимают разную структурную позицию и наиболее слабо изучены. В составе Даховского горстового поднятия они образуют небольшие линзовидные тела, секущиеся малыми интрузиями завершившей фазы герцинского гранитоидного магматизма (PZ<sub>3</sub>) и входящие в зону крупного тектонического меланжа [4]. Южнее, по р. Киша пластина серпентинитов залегает между крупными герцинскими тектоническими покровами. На северной периферии центральной части Передового хребта серпентиниты образуют небольшой Нижнетебердинский массив, контактирующий с девонскими породами тектонического покрова.

Во всех выходах установлено присутствие зональных зерен хромшпинелидов. При этом зональность имеет разный характер, что, соответственно, отражает разную метаморфическую историю пород. В нижнетебердинских хромшпинелидах изменение

состава зерен отвечает общему тренду метаморфических преобразований в коровых условиях (по [3]). Ядра в части зерен по составу соответствуют хромпикотитам, их оторочки – хроммагнетитам (рис. 1.1); в породе преобладают однородные алюмохромитовые зерна; фрагментарно отмечаются магнетитовые каемки. Близкий состав имеют кишинские хромшпинелиды. Их ядра образованы алюмохромитом с реликтами хромпикотита, каймы - феррихромитом – хроммагнетитом; редко отмечаются тонкие оторочки магнетита. Иное строение характерно для хромшпинелидов из серпентинитов фланга Даховского выступа: в них центральные области зерен соответствуют субферрохромитам, постепенно переходящим в хромиты; обычно развиты магнетитовые оторочки. Значение Mg# (отражающее степень метаморфизма [8]) и иные особенности состава указывают на преобразование тебердинских и кишинских хромшпинелидов на уровне границы зеленосланцевой – амфиболитовой фации метаморфизма. Это согласуется с антигоритовым ( $\pm$  брусит) составом серпентинитов. Развитие хорошо оформленных феррихромитовых каемок вокруг богатых алюминием ядер в кишинских зернах указывает на длительный прогрев пород после процесса серпентинизации [10], а образование хроммагнетита, а не хромита, - на пониженное отношение флюид/порода [8]. Даховские хромшпинелиды отвечают области зеленосланцевой фации. Это согласуется с лизардит-хризотилловым составом пород и широким развитием образованной  $\beta$ -лизардитом микропетельчатой структуры [4].

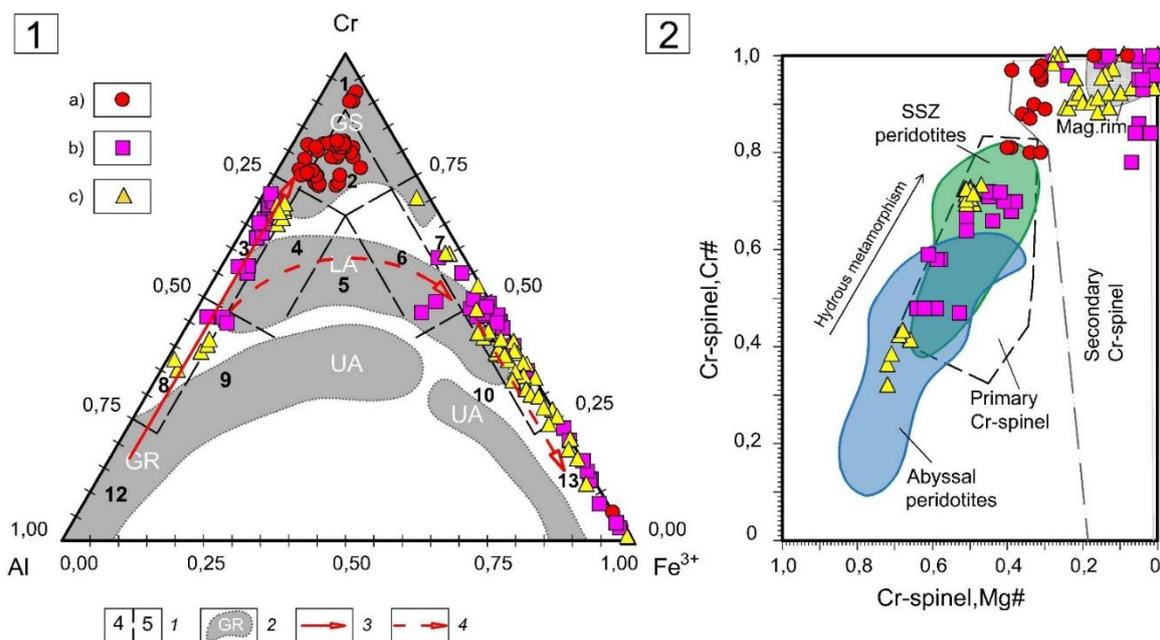


Рисунок 1 - Положение составов хромшпинелидов: 1) на диаграмме Al - Cr - Fe<sup>3+</sup>; 2) на диаграмме Cr# - Mg#, относительно составов первичных и метаморфических хромшпинелидов (по [9]), абиссальных (по [7]) и океанических надсубдукционных (по [11]) перidotитов.

1 – поля составов в соответствии классификацией Н.В. Павлова [2]; 2 - стадии метаморфизма [12]: GS – зеленосланцевая, LA – низкотемпературная амфиболитовая, UA – высокотемпературная амфиболитовая, GR - гранулитовая; 3 – первичный тренд дифференциации в верхней мантии; 4 – тренд метаморфического преобразования в коровых условиях [3]. Составы хромшпинелидов: а- Даховского выступа, б – Кишинского массива, с – Нижнетебердинского массива

Наличие реликтовых ядер, отвечающих обычному составу магматических хромшпинелидов (рис. 1.2), и укладывающихся в тренд дифференциации в верхней мантии (рис. 1.1), позволяет использовать типохимические особенности ядер для реконструкции условий формирования протолита. Ядра хромпикотит – алюмохромит – хромитового тренда соответствуют свойственным ультрабазитам офиолитовых ассоциаций (рис. 2.1). По ряду петрохимических параметров они обнаруживают сходство с типом офиолитов супра- или

надсубдукционных зон (SSZ) и близки к хромшпинелидам преддуговых офиолитов (рис. 2.1, 2.3). Полученные данные служат новым аргументом в дискуссии о природе серпентинитовых массивов, подтверждая их отнесение к тектоническим меланжам офиолитовой ассоциации. В пользу этого свидетельствуют и присутствие в герцинских кристаллических комплексах высокобарических минеральных парагенезисов, включая эклогитовые.

При сравнении с составами типичных рудоносных комплексов рассматриваемые хромшпинелиды не укладываются в их поля, что отражает относительно низкую потенциальную платино- и хромитоновость (рис. 2.2).

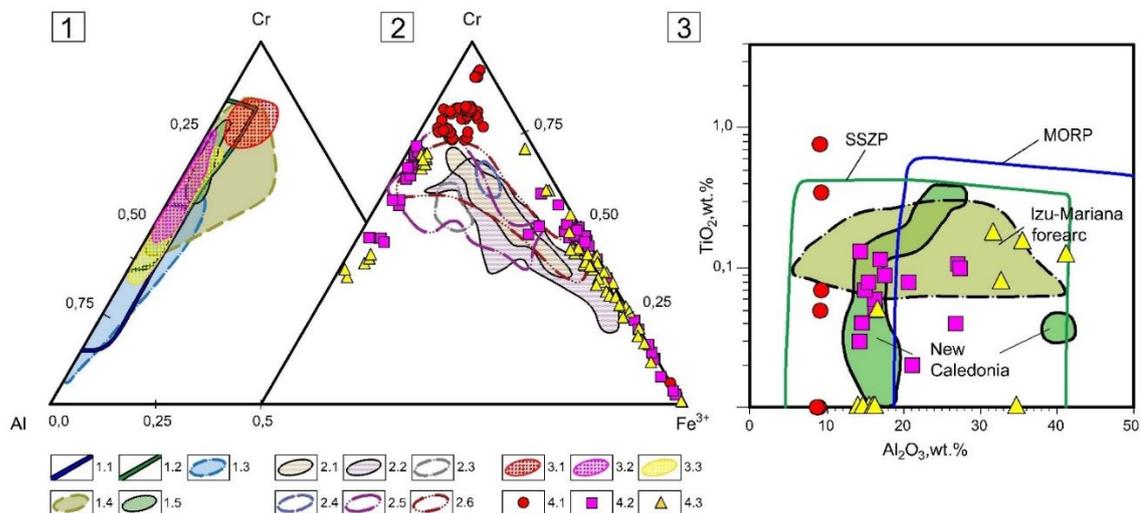


Рисунок 2 - Положение составов изученных хромшпинелидов на диаграммах Al - Cr - Fe<sup>3+</sup> относительно полей составов: 1) хромшпинелидов из ультрамафитов разных геодинамических обстановок (по [6, 13] и др.) и 2) хромшпинелидов рудоносных массивов (по [1]); 3) на диаграмме Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – TiO<sub>2</sub>.

1.1 - абиссальные перидотиты, 1.2 перидотиты островных дуг, 1.3 - ультрамафиты COX, 1.4 - ультрамафиты глубоководных желобов, 1.5 - серпентинитовые диапиры фронтальных частей Марианской и Идзу-Бонинской островных дуг; 2.1 - дуниты концентрически-зональных Конжаковского, Косьювинского и Нижнетагильского массивов Платиноносного пояса Урала; 2.2 - массивы аляскинского типа запада Северной Америки; 2.3 - дуниты Сарановского массива (Средний Урал), 2.4 – Гальмознанский массив (Корякское нагорье), 2.5- хромитоновые расслоенные интрузии; 2.6 - концентрически-зональные массивы; 3-4 – составы хромшпинелидов: 3.1 - составы внутренних частей хромшпинелидов Даховского поднятия, 3.2 - ядра хромшпинелидов Кишинского массива, 3.3 - ядра хромшпинелидов Нижнетебердинского массива

В целом, анализ полученных данных позволяет сформулировать следующие заключения. 1) Рассматриваемые апогипербазиты претерпели герцинский региональный метаморфизм с разными параметрами. Нижнетебердинские и кишинские зональные хромшпинелиды изменены на уровне высокотемпературной зоны зеленосланцевой фации. При этом кишинские подверглись более длительному преобразованию в условиях пониженной флюидонасыщенности геологической среды. Можно предполагать, что эти различия отражают характер деформаций в ходе обдукции. Даховские ультрабазиты преобразовывались на уровне низкотемпературной зеленосланцевой фации при участии окислительных флюидов. 2) Состав реликтовых ядер хромшпинелидов типичен для вариаций, свойственных офиолитовым комплексам. По типохимическим данным они наиболее близки офиолитам SSZ-типа. В герцинском структурном плане серпентиниты ассоциируют с тектоническими пластинами, имеющими островодужную природу, что может косвенно указывать на генетическую (и временную) связь этих ассоциаций. 3) Судя по составу и направленности метаморфического изменения хромшпинелидов, серпентинитовые массивы не рассматриваются как характеризующиеся высокой перспективной рудоносностью.

## Литература

1. Гушин А.В., Гусев Г.С. Место платиноносных массивов в группе уральских ультрамафитов: диагностическая роль хромшпинелидов // Разведка и охрана недр. – 2012. – № 2. – С. 24–29.
2. Павлов Н.В. Химический состав хромшпинелидов в связи с петрографическим составом пород ультраосновных интрузивов // Тр. Ин-та геол. Наук АН СССР. - 1949. - В. 103, серия рудных месторождений. №13. С.10-35.
3. Перевозчиков Б. В., Плотников А. В., Макиев Т. Т. Природа вариаций состава рудной и аксессуарной хромшпинели ультрабазитового массива Сыум-Кеу (Полярный Урал) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: науч. Чтения памяти П. Н. Чирвинского. Вып. 6. Пермь: Перм. ун-т, 2004. С. 170–180.
4. Попов Ю.В., Жабин А.В., Пустовит О.Е. Минеральный состав серпентинитов тектонического меланжа Даховского кристаллического выступа (Большой Кавказ) // Геология и геофизика Юга России. – 2019. – Т. 9. – № 4. – С. 38-48. DOI: 10.23671/VNC.2019.4.44487.
5. Снежко Е.А. Петрохимические типы ультрабазитов Северного Кавказа и их структурная позиция. – М.: ВИНТИ, – 1985. – Деп. рук. № 7884-85. – 162 с.
6. Barnes S. J. Roeder P. L. The range of spinel compositions in terrestrial mafic and ultramafic rocks. J. Petrol. – 2001. – Vol. 42. – Pp. 2279-2302.
7. Dick, J.B., Bullen, T. Chromian spinel as a petrogenetic indicator in abyssal and alpine-type peridotites and spatially associated lavas. Contrib. Miner. Petrol. – 1984. - Vol. 86, Pp.54–76.
8. Gervilla, F., Padrón-Navarta, J.A., Kerestedjian, T., Sergeeva, I., González-Jiménez, J.M., Fanlo, I. Formation of ferrian chromite in podiform chromitites from the Golyamo Kamennyane serpentinite, Eastern Rhodopes, SE Bulgaria: A two-stage process // Contributions to Mineralogy and Petrology. - 2012. - Vol. 164 (4). - Pp. 643-657.
9. Grieco, G., Merlini, A. Chromite alteration processes within Vourinos ophiolite // International Journal of Earth Sciences. - 2012. – Vol. 101 (6). -Pp. 1523-1533.
10. Kapsiotis, A. Composition and alteration of cr-spinels from milia and pefki serpentinitized mantle peridotites (Pindos ophiolite complex, Greece) // Geologica Carpathica. – 2014. – Vol. 65 (1). – Pp. 83-95. DOI: 10.2478/geoca-2013-0006
11. Parkinson, I.J., Pearce, J.A. Peridotites from the Izu–Bonin–Mariana Forearc (ODP Leg 125): Evidence for Mantle Melting and Melt-Mantle Interaction in a SupraSubduction Zone Setting. J. Petrol. – 1998. - Vol. 39 (9), Pp.1577–1618.
12. Saumur, B.M., Hattori, K. Zoned Cr-spinel and ferritchromite alteration in forearc mantle serpentinites of the Rio San Juan Complex, Dominican Republic // Mineralogical Magazine. – 2012. – 77 (1). Pp. 117-136. DOI: 10.1180/minmag.2013.077.1.11
13. Zaeimnia, F., Kananian, A., Arai, S., Mirmohammadi, M., Imamali-pour, A., Khedr, M.Z., Miura, M., Abbou-Kebir, K. Mineral chemistry and petrogenesis of chromitites from the Khoy ophiolite complex, Northwestern Iran: Implications for aggregation of two ophiolites // Island Arc. – 2017. – 26 (6). – № e12211. DOI: 10.1111/iar.12211

**О.Е. Пустовит, Ю.В. Попов**

### **Үлкен Кавказдың алдыңғы сілемдері аймағындағы серпентиниттер хромшпинелидтерінің типохимиясы.**

**Аңдатпа.** Үлкен Кавказдың алдыңғы жотасының аймақтық Ст-шпинельдерін электронды зондтық зерттеу серпентинді денелердің метаморфизмінің әр түрлі жағдайларын және реликт ядролық аймақтарының супра-немесе супра-субдукция аймақтарының офиолиттеріне тән композицияларға сәйкестігін ашуға мүмкіндік берді.

**Түйін сөздер:** хромшпинелидтер, серпентиниттік меландж.

**O.E. Pustovit, Yu.V. Popov**

### **Typochemistry of chromespinelids of serpentinites of the zone of the Front Range of the Greater Caucasus.**

**Abstract.** Electron microprobe studies of zoned Cr-spinels of the Peredovoy Range of the Greater Caucasus made it possible to reveal different conditions of metamorphism of serpentinite bodies and the correspondence of relict sites of cores to the compositions characteristic of ophiolites of supra-subduction zones.

**Keywords:** chromespinelides, serpentinite mélange.

УДК 624.131.3

**С.О. Рыжков**

*Научный руководитель – В.С. Портнов, профессор, доктор технических наук  
Карагандинский технический университет, Казахстан, г. Караганда  
[ice2@inbox.ru](mailto:ice2@inbox.ru)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЕСТЕСТВЕННЫХ ГРУНТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ БОЗШАКОЛЬСКОГО ГОРНО- ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА**

**Аннотация.** Данная работа посвящена исследованию геологических условий, стратиграфии и тектоники естественных грунтов территории промышленной площадки Бозшакольского горно-обогатительного комбината, в котором приведены и кратко описаны изученные разновозрастные породы. Тезис может служить основой для более углубленного изучения геологии территории, для разработки инженерно-геологических отчетов при проведении работ, связанных с техногенными воздействиями и хозяйственной деятельностью человека (проекты по отвалам, хвостохранилищам и т.д.) и индексации возрастов пород по ним.

**Ключевые слова:** геология, стратиграфия, тектоника, грунт, промышленная площадка, геологический возраст, интрузивные породы.

В геологическом строении изученной территории (в пределах хвостохранилища и прилегающих к нему участков) принимают участие различные по возрасту, генезису и литолого-петрографическому составу протерозойской, кембрийской, ордовикской, силурийской, девонской, каменноугольной, палеогеновой, неогеновой и четвертичной систем. На территории также имеются интрузивные образования.

### **Стратиграфия.**

#### *Интрузивные породы.*

Занимают незначительную (до 10%) часть территории, но весьма разнообразны. На основании геологических съемок масштаба 1:50000 выделяются следующие интрузивные комплексы:

1 – позднепротерозойский ультрамафит-мафитовый комплекс ( $v, \sigma PR$ ) – метагабброиды шпинелевые, вебстериты ( $v$ ), серпентиниты ( $\sigma$ ) и ажейский сиенит-ультрамафит, мафитовый стратиморфный комплекс ( $v\eta Va$ ) – габбро и габбро-нориты ( $v$ ), сиено-габбро-амфиболиты, анортозиты ( $\eta$ ).

2 – раннекембрийский габбро-тоналит-плагиогранитовый комплекс – жиландинские и бозшакольские малые интрузии ( $\gamma\delta, \rho\gamma, \delta, v, v\delta C_1\check{z}$  и  $\gamma\delta, \rho\gamma, \delta\pi, q\delta C_1b$ ): тоналиты ( $\gamma\delta$ ), плагиограниты ( $\rho\gamma$ ), диоритовые порфириты ( $\delta\pi$ ), кварцевые диориты ( $q\delta$ ), биотит-роговообманковые диориты ( $\delta$ ), габбро ( $v$ ), габбро-диориты ( $v\delta$ ).

3 – среднекембрийский габбро-диоритовый комплекс ( $v\pi, \delta\pi C_2$ ): габбро-порфириты ( $v\pi$ ), диоритовые порфириты ( $\delta\pi$ ).

4 – среднеордовикский комплекс - жаумбайский субщелочной ультрамафит-сиенитовый комплекс ( $\xi, \xi\pi, \mu\pi O_2\check{z}m$ ): сиениты ( $\xi$ ), сиенитпорфиры ( $\xi\pi$ ), монцонит-порфиры ( $\mu\pi$ ) и кварцевые диориты ( $q\delta$ ), диоритовые порфиры ( $\delta\pi$ ), габбро ( $v$ ), габбровые порфириты ( $v\pi$ ) первой интрузивной фазы ( $q\delta, \delta\pi, v, v\pi O_2$ ), биотитовые и биотитроговообманковые

гранодиориты второй интрузивной фазы ( $\gamma\delta O_2$ ), дайки и штоки диоритовых порфиритов третьей интрузивной фазы ( $\delta\pi O_2$ ).

5 - позднеордовикский-раннесилурийский диорит-гранодиорит-гранитовый комплекс ( $\delta\pi$ ,  $\gamma\delta\pi$ ,  $\nu\gamma$ ,  $q\delta$ ,  $\mu O_3-S_1$ ) – диоритовые порфириты ( $\delta\pi$ ), гранодиорит-порфиры ( $\gamma\delta\pi$ ), лейкограниты ( $\nu\gamma$ ), кварцевые диориты ( $q\delta$ ), монцониты ( $\mu$ ).

#### *Протерозой (PR).*

Образования протерозоя выходят на дневную поверхность, слагают ядро Джангабульской антиклинали и представлены кемерской свитой нижнего протерозоя (PR1km): биотитовые, гранит-биотитовые, биотитроговообманковые сланцы с прослоями бластосаммитовых кварцитов. Мощность свиты 685 м.

#### *Кембрий (Є).*

Отложения кембрия представлены нижним, средним и верхним отделами.

Коксорская серия. Кескенсорская свита (Є<sub>1ks</sub>): пикробазальты, прослой яшм. Мощность свиты 220-520 м. Кинийская свита (Є<sub>1kns</sub>): яшмы, яшмовидные кремнистые породы с прослоями хемогенных известняков. Мощность отложений около 350 м. Субвулканические образования коксорской серии представлены габбро-порфиритами ( $\nu\pi$ ).

Бозшакольская серия. Иткалганская свита (Є<sub>1it</sub>): вулканомиктовые песчаники, алевролиты, гравелиты, когломераты, переслаивающиеся с туфами, тефроидами, песчаниками, алевролитами. Обнажаются на крыльях Жаркудукской брахисинклинали (лист М-43-5-Г) и Каиндинской синклинали. Мощность отложений 1230 м. Бескудукская свита (Є<sub>1bs</sub>) сложена преимущественно грубообломочными туфами, тефритами базальтового состава. Залегают согласно на отложениях иткалганской свиты. Мощность отложений свиты 650 м. Жаркудукская свита (Є<sub>1-2žt</sub>): лавы и туфы андезитов, туфопесчаники, туфоконгломераты, песчаники, конгломераты. Субвулканические образования бозшакольской серии соответствуют вулканизму бескудукского времени и представлены дайками базальтов.

#### *Амгинский ярус*

Жангабульская свита (Є<sub>2žn</sub>) сложена лавами, туфами базальтового, реже андезитобазальтового, трахибазальтового, трахиандезитового и андезитового состава, тефрогенно-осадочными породами, широко развитыми в Жаркудукской брахисинклинали. Согласно залегают на отложениях бескудукской свиты. Мощность свиты 600-700 м. Субвулканические образования пространственно и генетически связаны с жангабульской свитой и представлены дацитами ( $\zeta$ ), андезиодацитами ( $\alpha\zeta$ ), базальтами ( $\beta$ ), трахибазальтами ( $\tau\beta$ ).

Майданская свита (Є<sub>2md</sub>) существенно терригенная и сложена полимиктовыми и вулканомиктовыми песчаниками, алевролитами с прослоями известняков, туфопесчаников, кремнистых алевропелитов. Залегают в ядре южно-торткудукской синклинали. Мощность отложений 690 м.

#### *Майский ярус*

Кзылкаиндинская свита (Є<sub>2kžk</sub>) сложена тремя подсвитами: трахибазальты, трахиандезиты и их туфы с прослоями тефropесчаников, полимиктовых песчаников (Є<sub>2kžk<sub>3</sub></sub>), туфы, лавы андезитового состава, прослой андезитов, полимиктовых песчаников (Є<sub>2kžk<sub>2</sub></sub>), туфы базальтов, линзы известняков (Є<sub>2kžk<sub>1</sub></sub>). Породы субвулканической фации майского яруса представлены дацитами ( $\zeta$ ), трахиандезитами ( $\tau\alpha$ ), андезитами ( $\alpha$ ), трахибазальтами ( $\tau\beta$ ).

Торткудукская серия. Куяндинская свита (Є<sub>3kn</sub>): известковистые полимиктовые песчаники, алевролиты, алевропесчаники с прослоями известняков и лав основного состава. Залегают с резким угловым несогласием на донгальской свите. Мощность отложений 116 м.

#### *Четвертичная система.*

Средний и верхний отделы (Q<sub>II-III</sub>) объединяют два генетических типа: делювиально-пролювиальные отложения, представленные бурыми глинами и суглинками с примесью и прослоями песка, дресвы и щебня мощностью до 5-10 м и аллювиальные отложения, слагающие вторую надпойменную террасу р. Оленты и представленные галечниками, песками, супесями, глинами мощностью до 10-15 м.

Верхний и современный отделы (Q<sub>III-IV</sub>) представлены аллювиальными отложениями первой надпойменной террасы р. Оленты и р. Шидерты и сложены галечниками, песками, супесями мощностью до 5-10 м. Делювиально-пролювиальные отложения русел временных водотоков представлены суглинками с прослоями щебня и дресвы мощностью до 3 м.

Современный отдел (Q<sub>IV</sub>) представлен тремя генетическими типами: аллювиальными – пойма р. Оленты и р. Шидерты, сложенными галечниками, гравием с прослоями и линзами песков и супесей мощностью до 3-5 м, делювиально-пролювиальными - развитыми в пределах мелкосопочника, сложенными суглинками со щебнем мощностью до 2 м, чаще 0,8–1,0 м и озерными, выполняющими днища озерных котловин и представленными глинами, суглинками, илами мощностью до 5 м.

### ***Тектоника.***

В тектоническом строении описываемой площади принимают участие 4 структурных этажа, каждый из которых отделяется друг от друга крупными складчатыми угловыми несогласиями, несопадением плана складчатых структур, степенью дислоцированности и метаморфизма относимых к ним отложений.

Первый структурный этаж сложен среднерифейской диабазовой формацией и нижнекембрийской кремнисто-терригенной формацией коксорской серии, разделенных между собой стратиграфическим перерывом. Для этого этажа характерно единство структурного плана. Главным структурным элементом этажа является широтно-вытянутая антиклинальная складка, слагающая ядро в западной части Джангабульского антиклинория.

Второй структурный этаж сложен ниже-среднекембрийскими, преимущественно вулканогенными образованиями. Этот структурный этаж подразделяется на два подэтажа, один из которых сложен спилитокератофировой формацией, а ко второму отнесена терригенноэффузивная формация среднего кембрия и представлен крупным джангабульским антиклинорием, вытянутым в широтном направлении более чем на 80 км. На западе он доходит до р. Оленты, в восточном направлении за пределами территории постепенно погружается под среднеордовикские отложения. С севера и юга ограничен разрывными нарушениями. На всем протяжении антиклинория отмечаются мелкие интрузии преимущественно основного и ультраосновного состава, а на глубине 150 м по геофизике фиксируется поверхность вытянутой в широтном направлении интрузии габброидного состава, по форме, напоминающей лакколиту.

Третий структурный этаж сложен верхнекембрийскими нижеордовикскими вулканогенно-осадочными породами и образованиями грауввакково-флишевой формации. Этот структурный этаж угловыми несогласиями разделяется на два подэтажа. Первый образован отложениями верхнего кембрия (осадочно-туфовая формация) и тремадокского яруса нижнего ордовика, второй – нерасчлененными ниже-среднеордовикскими породами (прибрежно-терригенная формация). В структурном плане отложения этажа слагают Карасор-Майсорскую и Ащикольскую антиклинали. Ащикольская антиклиналь расположена в северной части района и сложена вулканитами ащикольской свиты. Вытянута в юго-западном направлении на 70 км и переходит в Карасор-Майсорскую антиклиналь. На юго-востоке по линиям тектонических разломов она граничит с Акжарской грабенсинклиналью, сложенной породами среднего-верхнего ордовика. В крайней северо-западной части северное крыло антиклинали с угловым несогласием перекрывает Коксорская синклиналь, сложенная туфогенноосадочными породами среднего ордовика каратальской свиты.

Четвертый структурный этаж сложен средне-верхнеордовикскими образованиями граувакково-флишевой формации. Этот структурный этаж сохраняет основные структурные особенности кембрийского структурного этажа. Отделен этот этаж крупным региональным несогласием, отвечающим перерыву на границе среднего ордовика.

### Литература

1. Технический отчет о результатах геотехнических работ на месторождении Бозшаколь, расположенном в Павлодарской области. Караганда, 2010г.
2. THE BRANCH OF JOINT STOCK COMPANY ALSIM ALARKO SANAYI TESISLERI VE TICARET IN EKIBASTUZ BOZSHAKOL COPPER PLANT PROJECT GEOTECHNICAL REPORT Kazakhstan Branch Office of Zemin Teknolojisi Uluslararası A.Ş. June, 2012.

**S. O. Ryzhkov, V. S. Portnov**

#### **The study of the geological conditions of the natural soils of the industrial site of the Bozshakol mining and Processing Plant**

**Abstract.** This work is devoted to the study of geological conditions, stratigraphy and tectonics of natural soils on the territory of the industrial site of the Bozshakol mining and processing plant, in which the studied rocks of different ages are presented and briefly described. The thesis can serve as a basis for a more in-depth study of the geology of the territory, for the development of engineering and geological reports when carrying out works related to man-made impacts and human economic activities (projects on dumps, tailings dumps, etc.) and indexing the ages of rocks on them.

**Keywords:** Geology, stratigraphy, tectonics, soil, industrial site, geological age, intrusive rocks.

**С.О. Рыжков, В.С. Портнов,**

#### **Бозшакөл кен байыту комбинатының өнеркәсіптік алаңының табиғи топырақтарының геологиялық жағдайларын зерттеу**

**Аңдатпа.** Бұл жұмыс Бозшакөл тау-кен байыту комбинатының өнеркәсіптік алаңы аумағындағы геологиялық жағдайларды, стратиграфияны және табиғи Топырақтардың тектоникасын зерттеуге арналған, онда әртүрлі жастағы зерттелген жыныстар қысқаша сипатталған. Тезис аумақтың геологиясын неғұрлым тереңдетіп зерделеу, адамның техногендік әсерлеріне және шаруашылық қызметіне байланысты жұмыстарды (үйінділер, қалдықтар қоймалары бойынша жобалар және т.б.) жүргізу кезінде инженерлік-геологиялық есептерді әзірлеу және олар бойынша жыныстардың жасын индекстеу үшін негіз бола алады.

**Түйін сөздер:** Геология, стратиграфия, тектоника, топырақ, өнеркәсіптік алаң, геологиялық жас, интрузивті жыныстар.

УДК 553.4:551

**А.Л. Сейдали**

*Научный руководитель - С.К. Асубаева, кан.геол.-минерал.наук, лектор кафедры  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[sejdaliev96@mail.ru](mailto:sejdaliev96@mail.ru)*

### **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВОЛЬФРАМ-ОЛОВЯННОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАГАЙЛЫ-АКТАС**

**Аннотация.** В данной статье изложена краткая географо-геологическая характеристика месторождения Карагайлы-Актас, история его развития, а также геолого-структурные условия локализации месторождения. Проанализированы характерные особенности и вещественный состав.

**Ключевые слова:** месторождение, геологическое строение, разрывные нарушения, оруденение, вольфрам, олово.

Под районом месторождения Карагайлы-Актас подразумевается широтная полоса, охватывающая северные отроги Терекей-Ала-Тау, в междуречье нарынкол, Баянкол, Улькен-Кокпак и Каркара.

Карагайлы-Актасское вольфрам-оловянное месторождение расположено в Нарынкольском районе, Алматинской области. Открыто в 1954 году геологом М.Г.Поповым. Месторождение изучалось как бериллиевое, но проведенными работами, (в 1958 г.) было установлено, что руды трудно обогатимы и низкие содержания окиси бериллия. Тогда же были установлены повышенные концентрации олова и вольфрама. Геологоразведочные работы были прекращены.

С 1965 по 1972 года месторождение изучалось как оловянное - со значительными объемами горных работ. Объект оказался очень сложным, состоящим из рудных тел невыдержанных по мощности, протяженности и неравномерных по содержанию олова и вольфрама. По этой причине геологоразведочные работы были приостановлены, по результатам работ составлен сводный геологический отчет (Салимбаев и др., 1973).

В период 1974-75гг. на месторождении были проведены тематические работы. В результате их выявлены закономерности распределения попутных компонентов в оловянных рудах, таких как литий, рубидий, цезий, тантал, ниобий, бериллий, иттрий и т.п. Тогда же был сделан вывод о возможности комплексного использования руд месторождения [1].

В 1978 году была проведена геолого-экономическая оценка месторождения Карагайлы-Актас (Салимбаев А.С. и др., 1978). Общие разведанные запасы позволяет отнести месторождение Карагайлы-Актас к разряду крупных.

Месторождение состоит из пяти участков. Участок Центральный (месторождение Карагайлы-Актас) и генетически родственные рудопроявления (участки Восточный, Новый, Лесной и Дальний) составляет единое рудное поле, которое прослеживается с востока на запад до 10 км.

В геолого-структурном плане район рассматривается как единый антиклинорий, вытянутый в субширотном направлении и получивший название Восточно-Терскойский. Геологические структуры более высоких порядков и разрывные нарушения, в основном, северо-западного простирания, осложняют общее геологическое строение.

В региональном плане площадь принадлежит юго-восточной оконечности Казахстанско-Таньшанского массива каледонской консолидации и располагается на восточном фланге терекейского антиклинория, ядро которого сложено венд-кембрийскими образованиями прорванными крупным батолитом гранитоидов.

Из геологических образований наибольшим развитием пользуются магматические породы каледонского времени, образующие крупные массивы гранитоидов [1].

Современная структура рудного поля сформировалась в результате длительных и сложных геологических процессов от нижнего палеозоя до верхнего, когда тектоническая деятельность выявилась в подновлении ранее заложенных нарушений. Движения продолжались и в последующее время. В пределах рудного поля наиболее отчетливо проявлены два структурных этажа. Нижний представлен образованиями Баянкольской свиты, слагающих южное крыло крупной антиклинальной складки. Падение крутое к югу. Породы значительно метаморфизованы, повсеместно проявлен каледонский магматизм.

Интрузивные породы занимают 54% площади района и почти целиком представлены гранитоидами нижне-среднепалеозойского возраста, объединяющиеся в два комплекса: Акташский и Баянкольский.

Район характеризуется преимущественным развитием золоторедкометальной минерализации. Здесь присутствует целая группа золоторудных и вольфрам-оловянных проявлений. В районе известны проявления полиметаллов, меди, флюорита и др. мелкие по масштабам [1].

Район характеризуется весьма сложным геологическим строением, обусловленным наличием нескольких структурных этажей, где каждый из них обладает определенной степенью метаморфизма, типом складчатости, широким проявлением пликативных и разрывных нарушений.

Крупные разломы прослеживаются в направлении с юга-востока на северо-запад через всю территорию, уходя далеко за ее пределы. Все они сопровождаются сериями оперяющих и параллельных разломов более высоких порядков. Наиболее крупными разрывными нарушениями являются Карагайлинский, Байменсайский и Актасский разломы. Первый является основной рудоконтролирующей и рудолокализирующей структурой, а два других обусловили грабенную структуру рудного поля, тем самым предопределив сохранность рудовмещающих нижнепалеозойских образований.

Наибольший практический интерес представляет Центральный участок, который расположен в центральной части рудного поля Карагайлы-Актас, в горах Терскей-Алатау. Участок сложен образованиями Баянкольской свиты, представленной терригенно-карбонатными и эффузивно-осадочными породами венд-нижнего кембрия, прорванными дайкой-апофизой гранитов Баянкольского комплекса. Дайка прослеживается через всю площадь месторождения с востока на запад, залечивая зону Карагайлинского разлома [1].

Рудные тела в грейзенизированных гранатах являются основными для месторождения, локализуя 85-90% учтенных запасов оловянных руд. Оруденение локализуется как в жилах, так и в гранатах. Рудные тела представлены зонами рудных жил и прожилков кварцевого, кварц-слюдяного, кварц-топаз-слюдяного, реже кварц-полевшпатового состава с касситеритом и вольфрамитом.

Редкометалльно-оловянное оруденение локализуется как в жилах, так и в грейзенизированных гранитах. Рудные тела в гранитах оконтурены при трех вариантах бортовых содержаний олова: 0.07%, 0.10%, 0.15%. По каждому из вариантов выделено шесть рудных тел, приуроченных к эндоконтактам дайки грейзенизированных гранитов и характеризующихся сложной морфологией. Основной полезный компонент олово, представленное касситеритом с крайне неравномерным распределением. Среднее содержание олова в рудах месторождения, в зависимости от варианта бортового содержания, колеблется от 0.27 до 0.48%. Попутными компонентами являются вольфрам и литий. Среднее содержание трех-оксида вольфрама по вариантам бортовых содержаний составляют 0.07-0.12%, окиси лития-0.26-0.56% [1-2].

К прочим попутным компонентам относятся тантал и ниобий, входящие в состав, касситерита и вольфрамита с содержаниями 0.1-0.5%, иттрий, бериллий, редкие земли.

Основной компонент-олово, минеральная форма его-касситерит; попутные-вольфрамит и литий содержащие слюды [1-3].

## Литература

1. Сулыгин А.С., Чепчев С.Г. Отчет о результатах предварительной разведки Центрального участка рудного поля Карагайлы-Актас за 1980-1983 г.г. Стр. 181-182.
2. L. Issayeva, S. Assubayeva, M. Kembayev, K. Togizov, Asan Khadis. The thermodynamic model of the Syymbet rare-metal deposit (North Kazakhstan) // International multidisciplinary scientific geoconference - SGEM 2020, Science and technologies in geology, exploration and mining. 2020. Albena, Bulgaria. p. 341-348.
3. Хамзин Б.С., Губайдуллин Р.А. перспективы укрепления и увеличения минерально-сырьевой базы редких металлов Казахстана. 2013. Стр. 16-19.

Сейдали С. К., Асубаева А.Л.

### Қарағайлы-Ақтас вольфрам-қалайы кен орнының геологиялық құрылысының ерекшеліктері

**Аңдатпа.** Бұл мақалада Қарағайлы-Ақтас кен орнының қысқаша географиялық-геологиялық сипаттамасы, оның даму тарихы, сондай-ақ кен орнын оқшаулаудың геологиялық-құрылымдық жағдайлары баяндалған. Сипаттамалық ерекшеліктері мен материалдық құрамы талданады.

**Түйін сөздер:** кен орны, геологиялық құрылымы, жарылу бұзылыстары, кенденуі, вольфрам, олово.

Seidali A. L., Asubaeva S. K.

### Features of the geological structure of the Karagaily-Aktas tungsten-tin deposit

**Abstract.** This article presents a brief geographical and geological characteristics of the Karagaily-Aktas deposit, the history of the study, as well as the geological and structural conditions of the deposit localization. The characteristic features and material composition are analyzed.

**Keywords:** deposit, geological structure, explosive disturbances, ore deposits, tungsten, tin.

УДК 553.072

**Б.Т. Сулейменов, М.К. Кембаев**

*Научный руководитель - М.К. Кембаев – доктор PhD, сениор-лектор*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

[backup.98@inbox.ru](mailto:backup.98@inbox.ru), [k.maksat@mail.ru](mailto:k.maksat@mail.ru)

## **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОКТЕНКОЛЬ**

**Аннотация:** В статье изложены особенности геологического строения вольфрам-молибденового месторождения Коктенколь. Выделяются и описываются характерные данные о типах руд, морфологии рудных тел, генезисе месторождения и условиях рудообразования на месторождении Коктенколь. Дается краткая характеристика о содержаниях полезных компонентов в рудах месторождения Коктенколь.

**Ключевые слова:** Месторождение Коктенколь, вольфрам, молибден, штокверк, жильная.

В современном мире вольфрам и молибден является широко используемым видом полезного ископаемого, который в большом количестве применяется в качестве легирующих металлов. Применяет обширное использование в качестве износостойчивых, термостойких и кислотоупорных сплавов для улучшения физико-химических характеристик других металлов. Благодаря этим качествам актуальность добычи данных твердых полезных ископаемых становится еще важнее.

Коктенкольское месторождения находится в Центральном Казахстане, Карагандинской области в 75 км от западной части Аксу-Аюлы и в нескольких километрах от аула Коктенколь. Данное месторождение зафиксировалась в 1956 году Бедровым Г.И. Коктенколь является штокверковым типом месторождения, который располагался на крае вулканического пояса в западной части Успенского прогиба и в северной части Ортауского глубинного разлома. В основном руды месторождения Коктенколь по происхождению являются вулканогенно-осадочными горными породами, которые относятся к среднему и верхнему девону и сложено седиментогенными породами фаменского яруса. Центральная часть месторождения образует выемку из-за синклинальной структуры, а южная и северная часть месторождения отличаются повышенной структурой из-за антиклинальной складки. Северная часть месторождения Коктенколь имеет поверхностный выход гранитов с возрастом верхний Пермь, который покрывает 150 000 м<sup>2</sup> площади.

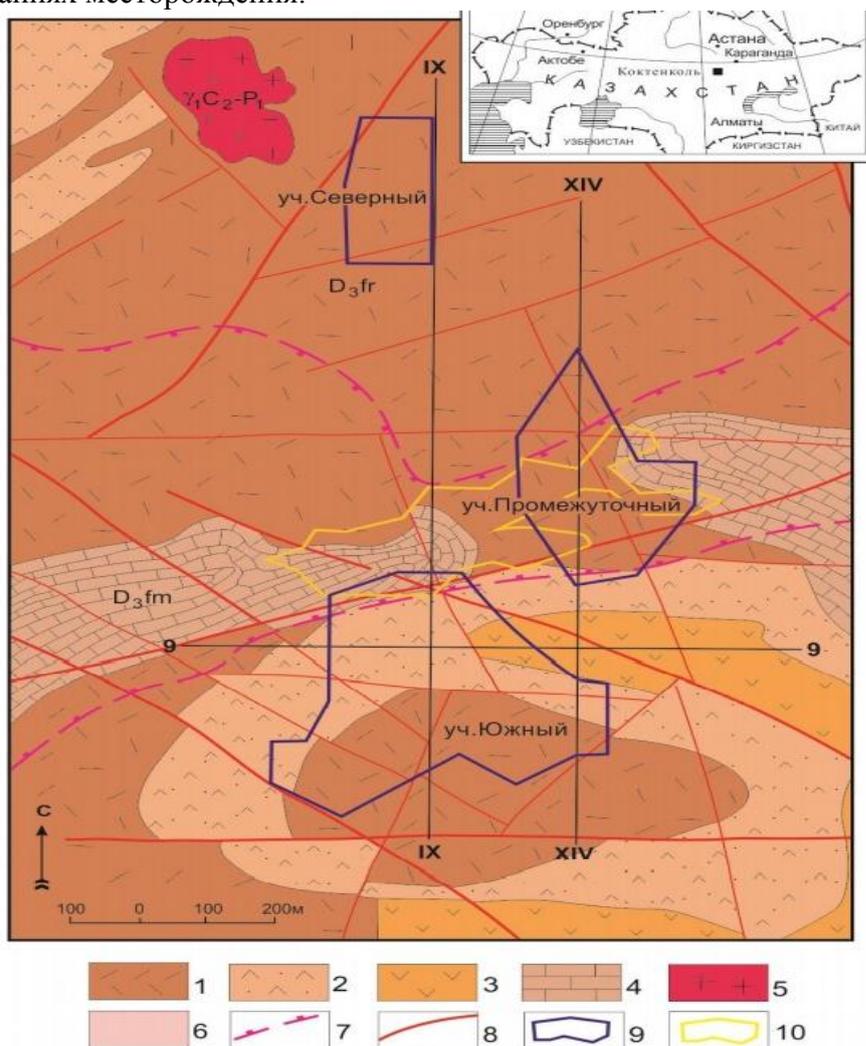
Рудная часть данного месторождения располагается на месте, где пересекаются субмеридиональная Ортауская и продольная субширотная зона редких металлов. Основная часть структуры различаются вулканогенно-осадочными и вулканогенными (дациты и андезиты) породами среднего — верхнего девона, которые перекрыты фаменскими породами и породами нижнего карбона (аргиллиты, углистые и кремнистые алевролиты, алевролиты и известняки), а они в свою очередь в виде мульд заполняют центральную часть Успенского трога.

На месторождении выделяется четыре типа руд: смешанный молибденовый, штокверковый молибденовый, скарново-шеелитовый и вольфрамоносной коры выветривания. Смешанные молибденовые руды развиты в зоне окисления рудных тел.

Состоят из первичных молибденовых руд, молибденовых окислов (6-7%), глинистых минералов и лимонитовых охр. На долю смешанных руд приходится около 2% от общих запасов молибдена месторождения.

Густая сеть жил и прожилков создает рудный штокверк. Самыми распространенными (около 90%) являются крутопадающие (60 - 90°) прожилки, которые в подавляющем виде простирается на северо-восточной стороне (около 70%) с падением в обе стороны; менее развиты северо-западные, также с разными падениями; отмечаются и пологозалегающие системы. Мощность прожилков колеблется от самых маленьких до средних размеров, в основном пару миллиметров и до 20 см (в среднем около 1см), а их густота достигает 10–15 на 1 м. Штокверк приурочен к гребню рудоносных гранитов и его куполам, располагается преимущественно в надинтрузивной зоне и в тело гранитного массива проникает лишь на 100–150 м (рис.2).

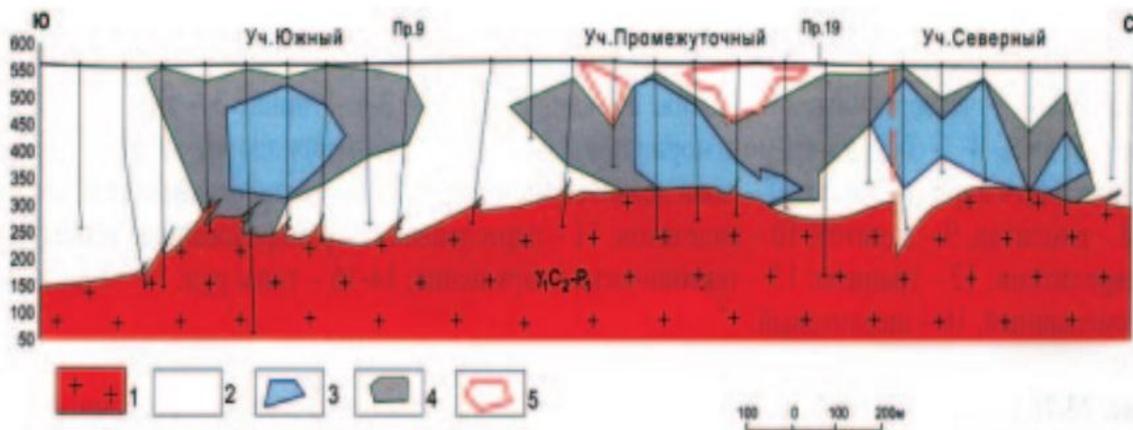
Генезис месторождения рассматривался многими исследователями (Г.И. Бедров, Г.А.Паркадзе, В.Т. Покалов, Г.Н. Щерба и др.). Все исследователи связывали происхождение месторождения с интрузией лейкократовых гранитов. Доказательством этого считали тесную пространственную связь гранитов и оруденения при отсутствии других более молодых интрузивных пород; одинаковое проявление постмагматических процессов как в материнской интрузии, так и вмещающих ее породах с образованием в них сети прожилков, более или менее тождественных по строению, составу и характеру околожилных изменений; наличие одних и тех же минералов в составе интрузии (аксессуарных) и в жильных образованиях месторождения.



1 – риолиты; 2 – дациты; 3 – андезиты; биотизированных кристаллотуфов 1-3; 4 – известняки мраморизированные; 5 – лейкократовых главных фаз; 6 – жильных; 5-6 гранитов; 7 – линии кор выветривания; 8 – тектонические сдвиги; 9 – границы балансов молибденовых руд; 10 – границы кор выветривания вольфрамовых руд

Рисунок 1 - Геологическая карта месторождения Коктенколь

Температура, химизм растворов и стадийность минералообразования позволяют провести полную аналогию Коктенкольского месторождения с рудными штокверками Центрального Казахстана, формирование которых протекало в течение ряда последовательных стадий, с каждой из которых связан свой минеральный парагенезис, отражающий закономерно изменяющиеся физико-химические условия рудоотложения.



1 – гранитный слой; 2 – биотизированные горные породы вулканогенно-осадочные; 3-4 – балансовые и забалансовые руды молибдена; 5 – коры выветривания вольфрамовых руд

Рисунок 2 - Геологический разрез месторождения Коктенколь



1 – неоген, глины; 2 – границы рудных штокверков; 3 – изоглубины расположения внешней кромки plutона Коктенколь (по геофизическим данным): а) гранодиоритового; б) лейкогранитового (рудноносного); 4 – изогипсы распространения лейкогранитового интрузива на глубину; в км (по геофизическим данным); 5 – изоглубины поверхности гребневидного выступа лейкогранитового интрузива Коктенколь, сечение через 50 м

(по данным бурения); 6 – I фаза, главный интрузив: крупнозернистые лейкограниты; 7 – I фаза, дополнительный интрузив; мелко зернистые резко порфиоровидные лейкограниты; 8 – I фаза, пластообразные тела мелкозернистых аплитовидных лейкогранитов

Рисунок 3 - Геологическая модель месторождения Коктенколь

### Литература

1. Щерба Г.Н., Кудряшов А.В., Сенчило Н.П. Редкометалльное оруденение Казахстана. Алма-Ата, Наука, 1988. [1].
2. Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И. и др. Геологическое строение Казахстана. Алматы: Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан, 2000. [2].
3. Щерба Г.Н., Лаумулин Т.М., Кудряшов А.В. и др. Геолого-генетические модели главных типов эндогенных редкометалльных месторождений Казахстана// Генетические модели эндогенных рудных формаций. - Новосибирск: Наука, 1983. -Т.2. -С.3-14. [3].
4. Исаева Л. Д., Абилаханова И.Т. Выделение штокверковых зон по результатам магниторазведочных работ на месторождении Коктенколь. [4].
5. Копобаева А. Н. Исследование закономерностей распределения редких элементов (Be, W, Mo) в горных породах Центрального Казахстана. [5].

**Б.Т. Сулейменов, М.К. Кембаев**

#### **Көктенкөл кен орнының геологиялық құрылыс ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада Көктенкөл вольфрам-молибден кен орнының геологиялық құрылымының ерекшеліктері сипатталған. Рудалардың типтері, кен денелерінің морфологиясы, кен орнының генезисі және Көктенкөл кен орнында кен пайда болу шарттары туралы сипаттамалық мәліметтер анықталған және сипатталған. Көктенкөл кен орнындағы пайдалы компоненттердің мазмұнына қысқаша сипаттама берілген.

**Түйін сөздер:** Көктенкөл кен орны, вольфрам, молибден, штокверк, желілі.

**B.T. Suleimenov, M.K. Kembayev**

#### **Geological features of the structure of the Koktenkol deposit**

**Abstract.** The article describes the features of the geological structure of the Koktenkol tungsten-molybdenum deposit. The characteristic data on the types of ores, morphology of ore bodies, genesis of the deposit and the conditions of ore formation at the Koktenkol deposit are identified and described. A brief description of the content of useful components in the ores of the Koktenkol deposit is given.

**Keywords:** Koktenkol deposit, tungsten, molybdenum, stockwork, vein.

УДК 550.85

**С.Ш. Туғамбай**

*Научный руководитель - С.К. Асубаева, к.г.м.н., Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[s.tugambai@mail.ru](mailto:s.tugambai@mail.ru)

### **ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ Cu-Ni РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЮЖНЫЙ МАКСУТ**

**Аннотация.** В данной статье изложена краткая географо-геологическая характеристика месторождения Южный Максут, история его развития, а также геолого-структурные условия локализации месторождения. Проанализированы характерные особенности медно-никелевых руд.

**Ключевые слова:** месторождение, оруденение, пирротин-халькопирит-пентландитовая минерализация, медно-никелевые руды

Месторождение Максут расположено в пределах Жарминского синклиория, сложенного терригенно-осадочными образованиями каменноугольного возраста (кокпектинская и буконьская свиты). Оруденение представлено вкрапленной пирротин-халькопирит-пентландитовой минерализацией, образующей промышленные скопления

медно-никелевых руд в подошвенной эндоконтактной части габброидных интрузий, приурочено к меланократовым разностям габброидов, имеющих мощность от 120м до 150м.

Район работ характеризуется довольно сложным тектоническим строением. С северо-востока ограничен Акжальским разломом, на юго-западе – Жартасским дизъюнктивом. Непосредственно через площадь месторождения проходят Северо-Максутский и Южно-Максутский тектонические разрывы северо-восточного простирания.

Зона Акжальского разлома характеризуется северо-западным простиранием. С поверхности перекрыта рыхлыми отложениями. Фиксируется повышенной трещиноватостью и зонами тектонических срывов с зеркалами скольжения.

В геологическом строении месторождения и его флангов принимают участие осадочные отложения палеозойского возраста, прорванные магматическими образованиями ассоциации  $S_1$  и аргимбайского комплексов. На осадочных породах палеозоя и габброидах аргимбайского комплекса в конце мезозоя были сформированы коры выветривания, материал которых в последствии был переотложен при образовании неогеновых глин. На площади месторождения значительно развиты рыхлые песчано-глинистые отложения кайнозойского возраста. Наибольшее их развитие наблюдается над породами аргимбайского интрузивного массива.

Сульфидные (медно-никелевые) руды месторождения Максуд генетически связаны с дифференцированным массивом габброидов аргимбайского интрузивного комплекса. По морфологии габброидная интрузия представляет собой гарполит. Восточная часть гарполита в поперечных разрезах имеет чашеобразную форму лежачего контакта. Внутреннее строение гарполита представляется весьма сложным, что обусловлено многофазной историей его формирования. В составе интрузии выделяются 3 основные разности: лейкократовые габбро, нориты, габбро-нориты, габбро-диабазы; меланократовые габбро, габбро-диабазы, нориты, габбро-нориты; троктолиты.

Лейкократовые габброиды слагают большую часть массива, меланократовые - локализируются в подошвенной части интрузии. В экзоконтакте массива осадочные породы ороговикованы и скарнированы. В эндоконтакте отмечается большое количество ксенолитов ороговикованных песчаников и алевролитов. [1]

Зоны медно-никелевой сульфидной минерализации приурочены исключительно к меланократовым габброидам подошвенной части интрузии. Мощность зоны минерализации в центральной части достигает 120-150м.

Наибольший интерес представляют интрузивные образования, которые отнесены к аргимбайскому комплексу позднекаменноугольного возраста, так как с ними связано месторождение медно-никелевых руд. К нему отнесено небольшое тело габброидов, выходящее на эрозионный срез в виде овала, вытянутого в восточном направлении на участке Южный Максуд, а также интрузии Северного и Западного массивов. Буровыми работами массив Южный Максуд детально изучен на глубину. По форме он представлен гарполитом с падением западного контакта под углами  $70-80^{\circ}$  в западных румбах и более пологим падением ( $40-55^{\circ}$ ) восточного контакта также в западных румбах. В поперечном разрезе форма массива чашеобразная с вогнутыми внутрь краями. Падение южного и северного контактов к центру массива крутое ( $70-80^{\circ}$ ). В массиве выделены три фазы: первая фаза – лейкократовые габбро-нориты; вторая фаза – меланократовые габбро, габбро-нориты, габбро-диабазы; третья фаза – троктолиты, оливинные габбро-нориты.

Оруденение вкрапленного и прожилково-вкрапленного типа представлено пирротин-халькопирит-пентландитовой минерализацией. Количество сульфидов достигает 15-40%. Иногда отмечаются мелкие линзы сплошных руд мощностью 10-30см, реже - 50-80см.

Промышленные руды, как правило, на участке Южный месторождения Максуд образуют «висячие» залежи, реже - локализованы непосредственно в донной части гарполита, образуя «донные» залежи.

На участке Южный 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 [2].

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).

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 [3].

Как показали исследования, первоначальное содержание серы в магме было близко к 0,005%. Жидкость, богатая сульфидом меди, начинает отделяться от силикатной магмы при содержании в ней серы 0,01% и меди 0,02%. По мере застывания силикатной части расплава в процессе фракционирования содержание меди и серы в сульфидном расплаве возрастает, а содержание никеля падает в связи с вхождением его в решетку породообразующих минералов. Сера имеет разные сродства по отношению к различным металлам. С небольшим количеством серы в магмах формируется расплав сульфида меди, с которым она наиболее похожа. В расплаве сохраняется железо, помогает его растворению и остановит формирование крупных месторождений.

На участке Южный Максут разведаны залежи, локализация которых происходила обоими способами, а для руд участка Северный Максут подходит больше первый способ.

По своим петрохимическим характеристикам вмещающие оруденение габброиды месторождения Максут очень близки к аналогичным породам месторождений Норильской группы.

Формирование промышленных медно-никелевых руд месторождения Максут в результате глубинной ликвации происходило с первоначальным внедрением и ликвационно-кристаллизационной дифференциацией слаборудоносного силикатного расплава и последующим внедрением (вдоль основания застывающего массива) сульфидного расплава, формирующего более богатые руды донных частей массива.

Наиболее характерными примерами таких месторождений являются: Норильская группа в Красноярском крае, Монча-Тундра и Печенег на Кольском полуострове; из зарубежных – крупное месторождение Содбери (Канада), ряд более мелких месторождений: США (Стиллуотер), Южной Африки (Инисизва), Китая (провинции Сычуань), Австралии (Калгурли), ЮАР (Пиландсберг). Образовались в большом диапазоне давлений и глубин. Давления могли достигать 5000 Мпа. Температура формирования этой группы также меняется от 1500<sup>0</sup>С до 300<sup>0</sup>С. Как отмечает М.Годлевский, сульфиды Норильска кристаллизовались после распада титаномагнетита (600-700<sup>0</sup>С). Более того, А. Бетехтин считает, что температура отложения некоторой части сульфидов таких месторождений снижается до 300<sup>0</sup>С, а по данным В. Василенко, температура декрепитации пирротина из некоторых месторождений понижается до 200<sup>0</sup>С [4].

## Литература

1. Крейтер В.М. «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» М.

Госгеолтехиздат.

2. Смирнов А. П. и др. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. Москва, 1960 г., 671 с.

3. Методические указания к экологическому обоснованию проектов кондиций на минеральное сырье, Алматы, 1995 г., 30с.

4. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Алматы, 1996 г., 16с.

**С.Ш. Туғамбай, Асубаева С.К.**

**Оңтүстік Максұт кенорнындағы Cu-Ni кендік минерализацияның қалыптасу ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада Оңтүстік Максұт кенорнының қысқаша географиялық-геологиялық сипаттамасы, оның даму тарихы, сондай-ақ кен орнын оқшаулаудың геологиялық-құрылымдық жағдайлары баяндалған. Құрамында мыс-никельге тән ерекшеліктері мен заттай құрамы талданды.

**Түйін сөздер:** кенорын, кендену, пирротин-халькопирит-пентландит минерализациясы, мыс-никельді руда.

**S.Sh.Tugambay, S.K. Asubaeva**

**Specific of the formation of Cu-Ni ore mineralization at the south Maksut deposit**

**Abstract.** This article presents a brief geographical and geological characteristics of the South Maksut deposit, the history of its development, as well as the geological and structural conditions for the localization of the deposit. The characteristic features and material composition of copper-nickel ores are analyzed.

**Keywords:** deposit, mineralization, pyrrhotite-chalcopyrite-pentlandite mineralization, copper-nickel ores.

УДК 550.81, 553.411.622.7 (470)

**Б.Н. Урунов**

*Университет геологических наук, доктор философии (PhD) по геолого-минералогическим наукам, Узбекистан, г. Ташкент,  
[urunovbaxrom@mail.ru](mailto:urunovbaxrom@mail.ru)*

**ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТОРУДНЫХ ОБЪЕКТОВ  
БУКАНТАУСКОГО РЕГИОНА И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 3D  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Аннотация.** *Предлагается геолого-структурная систематика золоторудных месторождений гор Букантау, подчеркивается значительное развитие зоны гипергенеза и ее влияние на процессы геологической документации и опробования и как следствие – качества конечной геологической информации. Результаты блочного 3D моделирования конкретных золоторудных месторождений региона позволяют авторам достаточно обоснованно высказать мнения геолого-методического характера, напрямую предопределяющих достоверность оценки изученных объектов (разведанность, оконтуривание и оценка).*

**Ключевые слова:** *Букантау, месторождения, оруденения, структура, модель, оценка.*

Букантауский горнорудный район является вторым после Тамдытауского в Кызылкумском горно-экономическом регионе по наличию промышленных рудных месторождений и в первую очередь - благороднометалльных. В процессе осуществления геологоразведочных работ в 70-80 годы прошлого столетия геологи преследовали единственную цель – оценить ресурсную базу более технологичных окисленных золотосодержащих руд месторождений Кокпатаского рудного поля, обычно имеющих вертикальный размах в 20-30 (редко до 50) метров. Были разведаны и подсчитаны также запасы смешанных и первичных золото-сульфидных руд до глубин в среднем до 80-120 м от поверхности. В этих регионах за последние годы возникли определенные затруднения в подготовке активных запасов и добыче технологичных золотосодержащих руд. Оперативное

перепрофилирование схем обогащения и поиск более рациональных их технологических решений позволили наладить освоение первичных неокисленных сульфидных золотосодержащих руд залегающих ниже окисленных зон более чем двух десятков месторождений Кокпатаасского рудного поля, а также некоторых месторождений Центральных Кызылкумов. Поиски эффективных технологий передела упорных руд продолжаются.

Исследования с применением ГИС технологий осуществлены в пределах сферы деятельности производственных подразделений НГМК, результаты которых являются более востребованными, чем таковые за пределами горных отводов.

При создании объемных моделей золоторудных месторождений авторы пользовались программным продуктом Micromine, данными геологоразведочных работ и собственных наблюдений. Сказанное позволяют констатировать следующие:

1. Золотоносные зоны в пределах новых участков и месторождений, выявленных в центральной части гор Букантау, имея в целом схожие позиции, все же имеют некоторые отличительные особенности в степени интенсивности проявления. Золоторудной минерализации и ее состава, а также и сопровождающих процесс околорудных изменений [2].

2. Основными факторами, предопределяющими позиции рудных зон и их масштабы, являются геолого-структурные, развивающиеся на фоне литологических [1]. Структурные факторы - разрывные нарушения, зоны их сочетаний, дробление и другие проявлены в самых разнообразных вариантах, зачастую в преобладании одного (редко двух) из их элементов.

Обследованные месторождения и рудопроявления, исходя из комплекса особенностей проявления и локализации золоторудной минерализации можно сгруппировать по следующему: согласные; секущие и сложные.

Установлено, что интенсивность проявления процессов минералообразования возрастают в тех геолого-структурных позициях, где по надвигу на карашахские сланцы надвинуты горизонты плотных кремней – пород, способных видимо создать более совершенный экран, а также на интервалах, где расстояния между рудоносным межформационным контактом и зоной надвига значительно сокращены.

В процессе оконтуривания рудной зоны геологи применяли известные методические приемы, существующие в действующих нормативных документах, основы которых исходят из известных методических разработок Смирнова (1956г.). Эти рекомендации носят «общий характер» и при их применении в конкретных случаях требуется творческий подход, учитывающий все особенности геологического строения рудной зоны, интервалов с высоким содержанием полезного компонента и в особенности при установлении таковых в глубоких – менее разведанных частях месторождения.

Таким образом, данные 3D моделирования позволяют:

1. Предположить о возможно более сложной и прерывистой невыдержанной форме рудных залежей. В данной ситуации видимо, недооценена роль разрывных нарушений и недооценен «затушевывающий» фактор последствий проявления гипергенеза.

2. Возможно, что большинство моделированных объектов недоизученными на глубокие горизонты, иногда и на фланги.

3. Характерная черта золотого оруденения гор Букантау приуроченность их к телам гидротермально измененных зачастую «минерализованных» пород. Содержание золота в этих измененных минерализованных породах обычно в несколько раз превышает «фоновое» по региону, хотя в преобладающем большинстве случаев оно ниже минимально-промышленного.

Минерализованные тела, как правило, охватывают несколько сходных по морфологии и геолого-структурным особенностям промышленные рудные тела различной формы, объединяемых между собой сплошной массой измененных пород. Несмотря на тесную

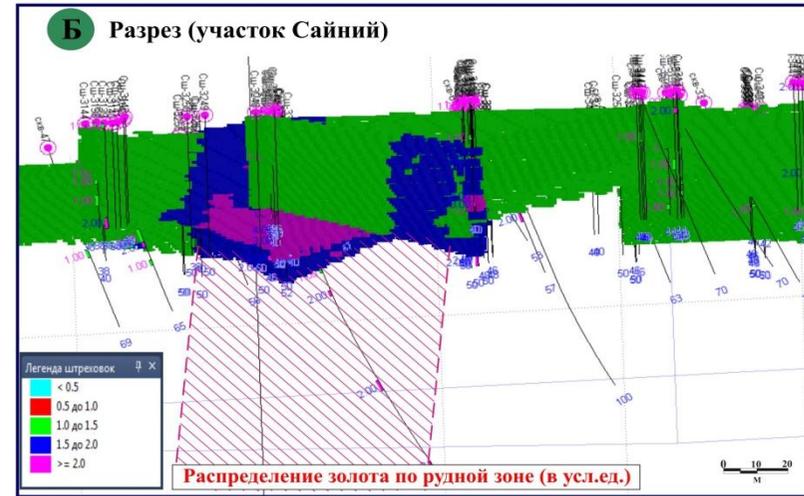
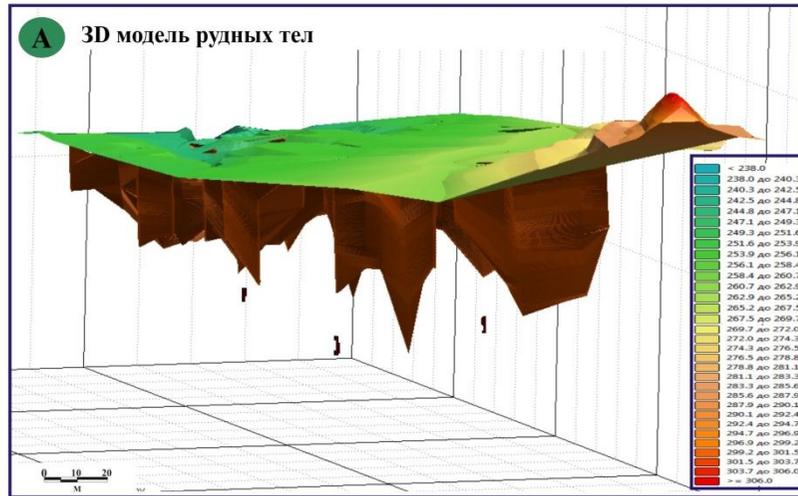
пространственную связь рудных тел с телами минерализованных пород, для тех и других характерны свои геолого-структурные факторы локализации и масштабы проявления этих факторов. Очевидно, между телами минерализованных пород и рудными телами существуют определенные связи, выявление и изучение которых может дать дополнительные надежные критерии при поисках и разведке. Но при этом можно утверждать, что промышленные рудные тела подчеркивают неоднородность внутреннего строения тел минерализованных пород и зон. Контуры промышленных рудных тел внутри общего контура рудоносных тел гидротермально измененных пород обычно отражают кондиции.

Результаты 3D моделирования, выполненные по результатам поисково-разведочного бурения ряда объектов (Рудная зона №2, Сайний и др.) наводит на мысль о том, что почти все опоскованные объекты остались недоизученными на глубокие горизонты, а иногда и на фланги.

Это объясняется видимо тем, что основной акцент задавался на оценку запасов приповерхностных – окисленных руд. И это имело место вразрез одному из основных принципов разведки – ***принципу полноты исследований***.

Так на построенных объемных моделях месторождений видны, что границы развития золотого оруденения (в т.ч. окисленного и смешанного составов) с содержаниями выше 2,0; 3,0 и 4% (в у.е.) имеют явное продолжение и остаются недоразведанными, что подтверждается данными опробования стадии детальной оценки ГРР (рис. 1).

### Участок Сайний



### Участок Сардор

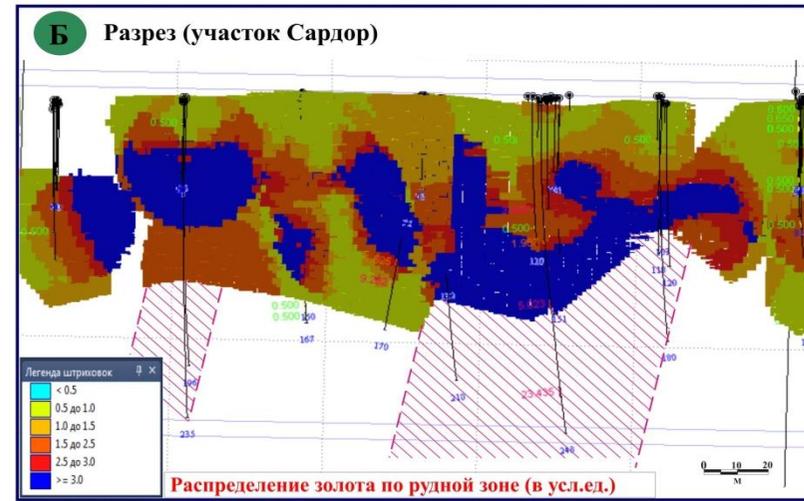
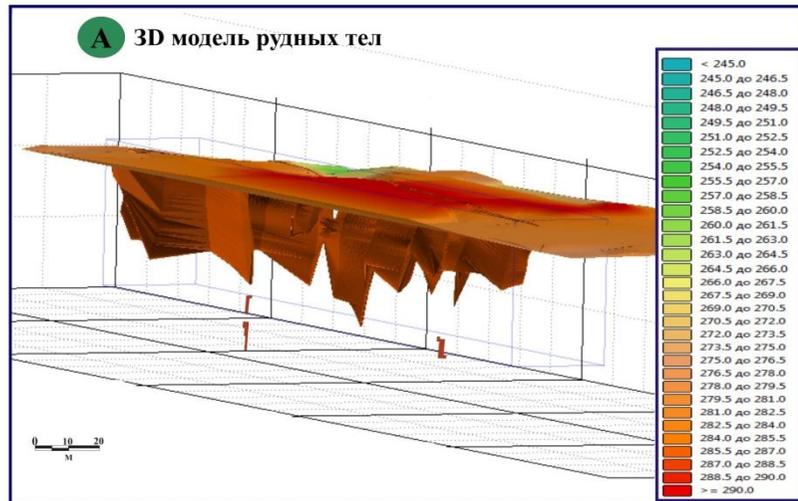


Рисунок 1 - Примеры 3D моделей рудных тел и разрезов (А-3D модели рудных тел, Б-разрез)

Об этом же свидетельствуют «неестественные границы» развития рудных тел по данным опробования, принятое «выклинивание» которых явно противоречат логике процессов рудообразования и формирования рудных тел.

Во всех случаях, видимо имеет место развитие столбообразных, достаточно крутопадающих рудоносных зон, локализация которых определяется развитием сложно сочетающихся разрывных структур. В подобных позициях отмечаются возрастание интенсивности и увеличение вертикального размаха окисленных руд (до 70-100 и более метров).

Как справедливо подчеркивают некоторые исследователи с углублением добычи вскрываются все более сложные не только горнотехнические условия объекта, но и более сложные геологические параметры промышленного оруденения [1].

Игнорированием принципа, полноты исследований («или полных пересечений») в процессе разведки, видимо объясняются некоторые из сложностей, проявившихся при эксплуатационной разведке и эксплуатации объекта:

1. Наличие существенных (до 20-30%) расхождений между контурами запасов по блоку категории  $C_1-C_2$  (результаты ГРП) и таковыми по данным сортового опробования (эксплуатационная разведка). Подобное заключение вполне согласуется с выводами некоторых предыдущая исследователей (Зималина В.Я., Исакова М.У. и др. 2002г.).

Величины этих расхождений минимальны в верхних горизонтах месторождений. С углублением уже на 20-30 м границы развития богатых промышленных руд заметно неукладываются, не только в контуры подсчетного геологического блока, но и местами уходят за борт эксплуатационного карьера.

Очевидно, в процессах оценки и оконтуривания рудных зон (тел) геологи применяли известные «шаблонные» методические приёмы, существующие в действующих нормативных документах.

Таким образом, вышеизложенные положения позволяют допустить, что геологи-разведчики при геологоразведочных работах на стадиях оценки, доразведки и даже эксплуатационной разведки имеют дело не с контурами рудных тел, а с контурами тел минерализованных пород подтвержденных, при этом, интенсивным гипергенным процессам. Тогда как горняки обрабатывают тела минерализованных пород. Особенности развития последних, еще требуют своего доизучения. А применительно к ним должна быть усовершенствована методика разведки и опробования, и как следствие – оценка объекта. Становится очевидным, что в стадиях детальной оценки объекта и доразведочных работ, осуществляемых в зоне горного отвода эксплуатируемых месторождений при определении густоты сети, целесообразно учет опыта эксплуатационной разведки и выявленных при этом особенностей локализации золотого оруденения.

## **Литература**

1. Исаходжаев Б.А. Современное состояние и задачи обеспечения достоверности прогноза, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых. «Актуальные задачи обеспечения достоверности результатов поисков, оценки и разведки месторождений полезных ископаемых» Труды Республиканского научно-технического семинара-совещания. – Ташкент, 2010 г. С. 24-29

2. Урунов Б.Н. Об особенностях размещения рудных зон и некоторые вопросы методики бурения и опробования месторождений гор Букантау. Республиканская молодежная конференция. «Инновационные идеи молодых ученых геологов и специалистов в развитии минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан» Ташкент, 2010 г. С. 92-94.

3. Хамроев И.О. и др. – Проблемы геологоразведочных работ и пути их решения научно-производственными центрами Республики. «Материалы республиканской научно-технической конференции» 17 декабрь 2013 г. Стр. 33-3

**Б.Н. Урунов**

**Аңдатпа.** Бұқантау тауларындағы алтын кен орындарының геологиялық және құрылымдық жүйелілігі ұсынылады, гипергенезия аймағының айтарлықтай дамуы және оның геологиялық құжаттама мен сынамаларды іріктеу процестеріне әсері және соның салдарынан соңғы геологиялық ақпараттың сапасы баса назар аударылады. Аймақтағы нақты алтын кен орындарын блоктық 3D модельдеу нәтижелері авторларға зерттелетін объектілерді бағалаудың (барлау, бөлу және бағалау) сенімділігін тікелей алдын-ала анықтайтын геологиялық-әдістемелік сипаттағы пікірлерін орынды білдіруге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** Бұқантау, кен орындары, минералдану, құрылымы, моделі, бағалау.

**B.N. Urunov**

**Geological and structural types of gold ore objects of the Bukantau region and some results of 3D modeling**

**Abstract.** Geologo-structural systematisation gold the ore deposits of mountains Bukantau is offered, considerable development of a zone gipergeneses and its influence on processes of the geological documentation and approbation and as consequence - qualities of the final geological information is underlined. Results block 3D modeling concrete золоторудных region deposits allow authors enough обоснованно to express of opinion of geologo-methodical character directly predetermining reliability of an estimation of the studied objects (investigation, contour and estimation).

**Keywords:** Bukantau, deposits, mineralization, structure, model, assessment.

УДК 553,31 (574)

**А. Фруг<sup>1</sup>, Е.А. Уралбаев<sup>2</sup>**

*Ғылыми жетекші - А.А. Жүнісов, геол.минералогия ғылымдарының кандидаты*

*<sup>1</sup> Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

*<sup>2</sup> Қ.И.Сәтбаев атындағы Геологиялық ғылымдар институтының инженері*

*[abduhaqfrogh97@gmail.com](mailto:abduhaqfrogh97@gmail.com), [erboluralbaev@mail.ru](mailto:erboluralbaev@mail.ru)*

## **ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАН ДОКЕМБРИЙЛІК ТЕМІРЛІ-КРЕМНИЙЛІ ФОРМАЦИЯСЫ КЕНОРЫНДАРЫНЫҢ СТРАТИГРАФИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЛИТОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ**

**Аңдатпа.** Мақалада республикамыздың қара металлургиясының болашағы болып саналатын докембрийлік темірлі-кремнийлі формациясының Орталық Қазақстандағы кенорындарының стратиграфиясы мен литологиясы жайлы қысқаша мәліметтер берілген. Кенорындар негізінен төменгі және жоғарғы протерозойдың бектұрған, қарсақбай, майтөбе серияларының жекелеген свиталарымен байланысты. Кен сыйыстырушы кварцты-серицитті тақтатастар, кварциттер, порфиритоидтар, көгілдір түсті туфогенді тақтатастар, ал кенді белдеудің солтүстігі хлорит-плагиоклазды және хлорит-кварц-плагиоклазды, слюдалы-варцты тақтатастардан болып табылады.

**Түйін сөздер:** Қарсақбай-Ұлытау ауданы, темірлі-кремнийлі формация, кварц-серицитті тақтатастар, стратиграфия, литология, темірлі кварциттер, серия, свита.

Докембрийлік темірлі – кварцитті формация экономикалық және ғылыми тұрғыдан алып қарағанда жер қыртысындағы қызықтыда, маңызды нысананың біріне жатады. Жердің геологиялық тарихында темірдің аса ірі қоры осы формация түзілімдерімен байланысты. Олар континенттердің кратонды қалқандарында бірнеше жүз метрлерден бастап километрлерге шейін созылған қабаттарын құраған стратиграфиялық горизонттар түзеді. Осы темірлі формацияның басым бөлігі төменгі сапалы темір рудасы – таконит түрінде, ал бір бөлігі жоғары сапалы темірдің қалыптасуына негіз болатын материал ретінде пайдаланылады.

Жинақталған темір қоры мөлшері жағынан докембрийлік темірлі кварцитті формация фанерозойдың барлық генетикалық типтерінің қосылған қорынан мыңдаған есе көп болып келеді. Оның басым бөлігі жоғары протерозой кезеңімен байланысты көрінеді.

Темірілі-кремнийлі докембрийлік формацияның литологиялық жағынан да ерекшелігі бар екен, яғни темірлі қосылыстар мен кремнеземнің дифференциалдылығының ырғақты-қабаттылыққа, тіпті ұсақ қатқабаттылық бітіммен сәйкестенуі. Мұндай жағдай фанерозой қабаттарында осындай ірі көлемде байқалған емес. Зерттеушілер жер қыртысында докембрийлік темір шоғырының аса зор көлемде кездесуі мен темірлі кварциттердің пайда болуы механизмі өте күрделі болып, байырғы заман литогенезінің әлі де толық ашылмаған мәселесінің бірі болып саналады дейді.

Темірлі кварциттердің ірі қоры Қарсақбай синклинориындағы аттас серия таужыныстарымен байланысты дамыған.

Қарсақбай сериясы джеспилитті жасыл түсті тақтатасты спилитті формацияның докембрий қимасындағы айқын бөлінетін метаморфталған вулканиттердің аса кеңінен таралуымен ерекшеленеді. Оның құрамы базальтты, одан аздау андезитті лавалар мен туфтар арқылы дамыған порфиритоидтар, алғашқы түйіртпекті жыныстар есебінен жаралған кварц-далашпатты тақтатасттар, серицитті филлиттер, мәрмерлер, микроквциттер мен темірлі кварциттер: аздап риолитті-дацитті порфиroidтар. Серия құрамында төрт свитаға сәйкес келетін төрт макроритмдер бөлінеді. Әрбір макроритм метаморфталған базальтты вулканогенді жыныстардан басталады, оның жоғарғы бөлігі андезитті-базальтты құрамды (порфиритоидты буда) будадан басталып, метаморфталған шөгінді-терригенді және хемогенді таужыныстар (кварцитті-тақтатасты буда) будасымен аяқталады.

Кварциттермен, жасыл түсті туфогенді, графитті, кварц-серицитті тақтатастар мен темірлі кварциттермен берілген.

Темірлі кварциттердің әр түрлі литологиялық құрамды болып келетіндігіне мысал ретінде Қарсақбай темірлі белдеуінің оңтүстік шетінде орналасқан Белеуті және Жиде кен білінімдерін алуға болады. Жиде кенбілінімінде кенді буда биіт свитасының кварц-серицитті, кварц-серицит-далашпатты, амфиболды тақтатасты амфиболиттер мен порфиroidтардан, Белеутіде – кварц-серицитті, серицит-кварцты тақтатастармен байлынысты екендігі анықталды.

Кесте №1. Темірлі-кремнийлі формацияның Майтөбе антиклинориді, Қарсақбай синклинориді мен Солтүстік Ұлытаудағы стратиграфиялық орыны мен литологиясы берілген.

Майтөбе антиклинориді (шығыс қанаты)			Қарсақбай синклинориді		Солтүстік Ұлытау		Кенді қатқабат	Негізгі кен нысаналары
серия	свита	серия	свита	серия	свита			
Боздақ	Надырбай ≥400	Боздақ	Қарасай ≥500	Боздақ	Қарасай 600м	Боздақ	Еламан	Ащытасты Қолдыбайшоқы
	Белқұдық 1270м		Белқұдық 1000м					
	Қумола 1800м				Жусалы		Карбонатты-тақтатасты Серицитті-кварцты тақтатасты	
Майтөбе	Қолдыбай ≥600м			Майтөбе		Майтөбе	Ащытасты	Қараторғай
	Тұмырза ≥150м				Байқожа		Филлитті-тақтатасты Карбонатты-кремнийлі	
	Жыланды 3100м				Үңгүлі			
	Жаунқар 800м						Кварцитті-тақтатасты	
Жиде	Дүйсенбай ≥2500м			Жиде				Дүйсенбай

		Қособа 1000м								
Төменгі протерозой (2600- 1900млн/лет)			Қарсақбай	Биіт 1000м	Қарсақлай	Жақсы- қайыңды	Кварц-серитті тақтатастар, амфиболиттер	Жиде		
				Шағарлы 900м						
				Балбырауын 700м						
				Бұрмашы 725м						
			Аралбай	Үнгіршат 1800м	Аралбай			Дүйсен		Балбырауы н Керегетас Еламан
				Кужарма ≥500м						
			Бектұрған	Айтек ≥500м	Бектұрған	Савин	Талайрық Белеуі		Кремнийлі- тақтатасты амфиболитті	
		Талайрық								

Темірлі кварциттер кенорындары мен кенбілінімдері әртүрлі формацияларда қалыптасып өзіндік ерекшеліктермен сипатталады.

1. Төменгі протерозойдың эвгеосинклиндік зоналарындағы кремнилі-спилит-тақтатасты формацияларда ең ірі кенорындар (Балбырауын, Керегетас, Жетіқыз ж.т.б.) орналасқан. Олар қарсақбай сериясының кварцит-тақтатасты будаларында кендердің ірі қабаттарын түзеді. Кендер негізінен кремний-гематитті.

2. Солтүстік Ұлытаудың порфиритоид-тақтатасты формациясында Ащытасты және т.б. кенорындар белгілі. Мұндағы магнетит-гематитті кенді денелер майтөбе сериясының ащытасты свитасының карбонатты-слюдалы-кремнийлі будасы құрамында анықталған. Кейіннен палеозойлық гранитоидтар әсерінен кендердің регенерациялануы жүріп бай магнетитті кендер скарнды минералдармен ассоциациясында пайда болған.

3. Қарсақбай – Ұлытау зонасының темірлі-кремнийлі түзілімдері аймақтық докембрийлік екі гелогиялық формацияларымен- кремнийлі-спилит-жасыл түсті тақтатастар мен карбонатты кремнийлі терригенді байланысты қалыптасқан.

Сонымен, Қарсақбай-Ұлытау ауданының темірлі-кремнийлі формациясының докембрийлік кремнийлі-тақтатасты серияларының жекелеген свиталарының литологиялық құрамы жағынан әр түрлі горизонттарға орналасуы олардың перспективтік мүмкіндігін ұлғайтып геологиялық іздеу-барлау жұмыстарын жүргізу қажеттілігін тудырады.

## Әдебиет

1. А.А.Жунусов. Литологические особенности рудовмещающих толщ проявлений железа Белеуы и Джиде. Литология и осадочная геология докембрия. Издательство «Наука».Алма-Ата, 1981.
2. Металлогения Казахстана. Рудные формации. Месторождения руд железа и марганца. Издательство «Наука» КазССР, Алма-Ата, 1982.
3. Новохатский И.П. Железисто-кремнистые формации докембрия Казахстана. В кн: «Геология и генезис докембрийских железисто-кремнистых и марганцевых формации мира».Киев, «Наукова Думка»,1972.
4. Розанов С.Б., Филатова Л.И. О железорудных формациях Улытау. В кн: «Проблемы осадочной геологии докембрия». Москва, «Недра», 1967.

А. Фруг, Е.А. Уралбаев, А.А. Жунусов

Стратиграфо-литологические особенности месторождений докембрийской железисто-кремнистой формации Центрального Казахстана

**Аннотация.** Будущее черной металлургии республики связано с месторождениями железисто-кремнистой формации Центрального Казахстана, которые приурочены к различным свитам бектурганской, карсакпайской и майтобинской серии Карсакпайского синклинория и Северного Улытау. Рудовмещающими толщами являются кварцито-серицитовые сланцы, кварциты, порфириитоиды зеленокаменные туфогенные сланцы, а на северной половине рудной зоны хлорит-плагиоклазовые и хлорит-кварц-плагиоклазовые слюдястые-кварцевые сланцы.

**Ключевые слова:** Карсакпай-Улытауский район, железисто-кремнистый формация, кварц-серицитовой сланцы, стратиграфия, литология, железистый кварциты, серия, свита.

A.Froogh, E.A. Uralbayev, A.A. Zhunussov

### **Stratigraphic and lithological features of the iron-silicon formation of Central Kazakhstan**

**Abstract.** The article provides brief information on the stratigraphy and lithology of deposits of the Precambrian iron-silicon formation in Central Kazakhstan, which is the future of ferrous metallurgy in the country. The deposits are mainly associated with separate formations of the Lower and Upper Proterozoic Bekturgan, Karsakbay, Maitobe series. The ore-bearing quartz-sericite shales, quartzites, porphyritoids, blue tuffogenic shales, and the northern part of the ore belt are chlorite-plagioclase and chlorite-quartz-plagioclase, mica-wartz shales.

**Keywords:** Karsakbay-Ulytau district, iron-silicon formation, quartz-sericite shale, strigography, lithology, iron quartzites, series, suite.

УДК 553(043)

**Г. Г. Хабиби**

*Ғылыми жетекші - А.П. Байбоз, PhD доктор*  
*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*  
[gh.jilani.habibi@gmail.com](mailto:gh.jilani.habibi@gmail.com)

## **БАТЫС АЙНАҚ МЫС КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ ТАУЖЫНЫСТАРЫНДАҒЫ МИНЕРАЛДАРДЫҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАРАЛУЫ**

**Аңдатпа.** Айнақ мыс кенорны Кабулдан оңтүстік-шығысқа қарай 30 км жерде орналасқан. Оның әлемдегі ең ірі кенішті қосқандағы қоры 12 миллион тоннадан асады. Кеніш бірнеше ірі бөлімшелерге бөлінеді, онда минералды заттар мен минералды минералдардың мөлшері әр түрлі болады. Осы мақалада біз өнеркәсіптік минералдардың минералдануы мен минералды құрамын талқыладық. Мыс кенішінде борнит пен скелкопириттің негізгі минералдары кездеседі, олар минералды борит және скелкопирит түрлеріне бөледі, сонымен қатар пирит, цефалерит, молибденит және басқалары бар.

**Түйін сөздер:** доломит, кальцит, кварц, борнит, Айнақ, тотығу.

### **Айнақ кен орындарындағы таужыныстүзуші минералдар.**

Айнақ кен орны Ауғанстанның экономикалық тұрғыдан дамыған аймақтарының бірінде орналасқанына карамастан, геологтар тарапынан 1973 жылға дейін өте аз зерттелді. Ауданы 3 және 2 км<sup>2</sup> аумақтағы Орталық және Батыс аймақтарды біріктіретін Айнақ мыс кен орны Кабулдан оңтүстік және оңтүстік-шығысқа қарай 35 км жерде, Логар провинциясының Гүлхамид және Айнақ ауылдарының маңында, Лога мен Бутхак өзендерінің су бөлгішінің орталық бөлігінде орналасқан. Кен орындарында доломит, кальцит, кварц, далалық шпатель, скополис, биотит, мусцит, көміртекес заттар және амфиболдар таралған [1].

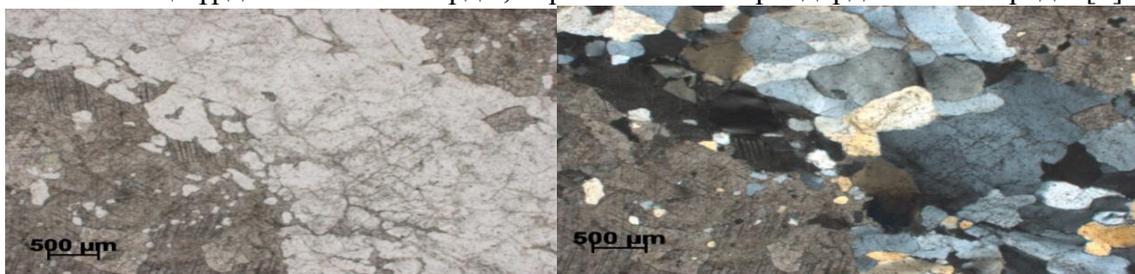
**Доломит** - доломит мәрмәрларын, метатастар цементін және қиыршық тастарды құрайды, қайта кристалдану аймақтарында кең таралған, тамыр түзілімдерін құрайды. Бастапқы доломит мөлшері шамамен 0,5-3 мм болатын ұзартылған дәндермен ұсынылған, оларда үнемі дерлік көміртекті заттың бөлшектері, биотит, турмалин және рутил ұсақ қабыршықтарының қосындылары болады.

Жаңадан пайда болған доломит скаполит пен биотитпен бейнеленеді, дақтар, ұялар мен жолақтар түзеді, биотит пен альбитті метасоматикалық түрде алмастырады, кейде үздіксіз екінші реттік доломит пен кварц-доломит жыныстарын құрайды.

**Кальцит** - батыс бөлімінің кенінде азырақ кездестіріледі. Кальцит мәрмәрдің жеке қабаттарын құрайды. Кальциттердің кейінгі генерациясы актинолит пен тремолит, хлорит, эпигенетикалық сульфид минералдары мен субсоматикалық жолақтар құрайды.

Тас жолақтарында карбонатты минералдар арасында арагонит, анкорит, родохрозит, кейде палигорскит, ангидрит т.б. байқалады.

**Кварц** - доломиттен кейінгі екінші минерал, ал оның құрамы 1 пайыздан 88 пайызға дейін ауытқиды [2]. Ол құрамында кварц бар сланец, метаграмма, метагролдар, мәрмәрларда таралады. Альбитпен, биотитпен, борнитпен, халькопиритпен, пирритпен, пиритпен бірге екі генерациядан кейін жаңадан пайда болған кварцтар. Ол сызықтардан, жолақтардан, метасоматикалық түрде плагиокластарды, карбонатты минералдарды алмастырады [2].



а. Анализаторсыз

б. Анализатормен

Сурет- 1. Глобин сынамасындағы кварцты (көктамырда) және доломитті 389М сынамада әзірлеу.

**Плагиоклаз** - 10% -ке дейінгі мөлшерде кездеседі, негізінен метақұмтастарда және доломиттерде таралады, оларда кристалды олигоклаз-андезінің реликт дәндері байқалады. Оларды кейінірек доломит, скаполит, кварц, хлорит, серицит алмастырады.

Аутигендік плагиоклаз (альбит) кең таралмаған, ол жаңадан пайда болған кварцпен бірге кездеседі, оқшауланған жағдайларда - микроклин, биотит, борнит, халькопирит.

**Калий далалық шпаты** - негізінен кластогендік дисперсиямен, метақұмтастар мен доломит мраморларында, оның дәндерінде кварц, слюда қосындылары болады. Жаңадан қалыптасатын микроклин-пертит №339 және №335 ұңғымаларда орнатылады [3], ұсақ ұяларда оқшауланады, альбитпен, кварцпен, биотитпен байланысты өмір сүреді. Плагиокласты ауыстырады, өз кезегінде скаполитке, ильменитке ауысады.

**Скаполит**- дипирамен көрсетіледі, негізінен плагиоклазаны ауыстырады, жекелеген учаскелерде 2-3%, кейде мономинерталкөктер мен жолақтардан құралған. Ол жаңадан пайда болған субморфты доломитпен және биотитпен бірге қалыптасады, 2 мм-ге дейінгі субпризмалық поимилобласттық бөлінділерді қалыптастырады, құрамында сериктикалық плагиоклазаның реликті, кварцтың, рутилдің, турмалиннің, доломиттің ұсақ қосындылары, флоптондар бар.

**Биотит**- тұқымдарда 2-3%-дан аспайтын мөлшерде, сплиттердегі спред-жарандар, мета-спазмдар, халькопиритпен байланысты карбонатты тұқымдар табылған, оның қабыршақтарын клеенкамен өсіреді; периферия бойынша биотит мускит, хлоритпен ауыстырылады.

Жаңадан пайда болған слюд айырмашылықтары лепидомеладан және флогопиттен тұрады. Соңғысы биотиттің бұрынғы айырмашылығын ауыстырады, доломитпен, скополиспен, клавиштің жарылуларымен байланысты дамиды.

**Мусковит пен серикит** - барлық тұқымдарда таралған, олардың құрамы 5-6 пайыздан аспайды [4]. Ол кварц, сирек үлкен (0,7 мм-ге дейін) гаммаларда, жолақтар тәрізді кластерлерде, линзаларда ұсақ (0,1 мм-ге дейін) қосындыларды қалыптастырады, серикитпен, борнитпен және галькопиритпен байланысты далалық бөліктерді, биотитті ауыстырады.

**Хлорит** — клеткалы-хлор және антигорит арқылы алынған жаңадан пайда болған минерал. Бірінші қалыптар жеке таразыларды, 0,5 мм дейінгі пластиналарды, ағынды,

көктамыр тәріздес және ұя тәріздес кластерлерді, оның сульфидтерінің, кальциттерінің шекарасында орналасқан доломиймен бірге Борнит пен халькопиритті алып жүреді.

**Көміртекті зат (шунгит)** - рентгенологиялық зерттеу деректері бойынша [9] шамамен 1% мөлшеріндегі стратификацияланған горизонттардағы ішінара графит, микроквалиттер, доло-миттер - оларда әдетте тендірілген немесе линза тәрізді шоғырлар, оринет тәрізді жыныстар, көбінесе - таужыныстүзуші минералдар дәндерінің ішінде немесе олардың түйіспелерінде орналасқан.



а. Анализаторсыз



б. Анализатормен

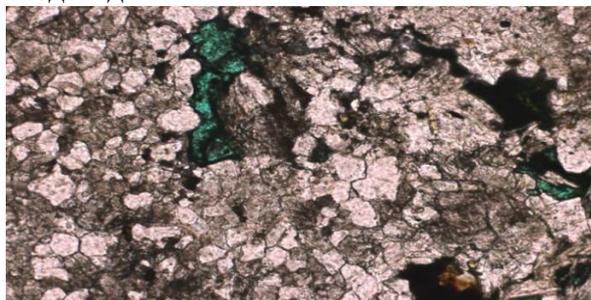
Сурет 2 - Биотит - липидтік құрылымы бар кварц тақтасы, тереңдігі 15 м, 10-х ұлғайтылған.

**Амфиболдар** - горнблендит, актинолит және тремолит арқылы көрсетіледі. Магнетит айырмашылығымен алдын ала ыдыраған, доломит пен кальцитке ауыстырылған байланыс минералы [5]. Актинолит және тремолит - жаңадан пайда болған минералдар. Біріншісі халькопирит пен борнитқа жақынырақ, сондай-ақ кальций, хлорит, мусковит пен бірге жолақтар түзеді. Екіншісі кварцсыз доломиттарда кездеседі, диопсидты ауыстырады.

**Турмалин** - барлық жерде таралған, кендерде көп кездеседі, оның мазмұны маңызды емес. Детритальды турмалин дөңгелектенген немесе жартылай дөңгелектелген дәндермен және жасыл кристалдармен немесе аудандастырылған ядросымен ұсынылған. Жаңа пайда болған, сары түсті минералдар кварцпен, мусковитпен, борнитпен, халькопиритпен байланысты жеке кристалдар немесе олардың шоғырлары түрінде кең таралған [6].

**Пироксендер** - эгирин-авгит және диопсидпен ұсынылған. Соңғысы, мүйіз тәрізді, жанаспалы минерал, изометриялық немесе тұрақты емес пішінді тұнба түзеді, мөлшері 0,3 мм-ге дейін жетеді [7], интенсивті түрде карбонат, турмалин және хлоритпен алмастырылады.

**Эпидот** - кендерде субпризматикалық дәндер түзеді, оның орнын хлорит, карбонат, скаполит алады. Серицит, хлорит, сульфидті минералдармен байланысты эпидоттың кейінгі ұрпағы. Рутил мен сфена, гранат, циркон және ортит батыс қимасының кендерінде де аздап кездеседі.



а. Анализаторсыз



б. Анализатормен

Сурет 3 - Орташа ірі түйіршікті құрылымы бар кварцты құмтас, 10-х ұлғаюмен.

## Қорытынды

Осы мақалада айнақ мыс кенішінің минералдануы мен минералды құрамын және олардың салыстырмалы таралуын зерттедік. Доломит пен кварц минералдары кең таралған

минералдар қатарына жатқызылды, сонымен қатар осы минералдармен қатар кальцит, плагиоклаз, скаполит, биотит және басқа минералдардың жиі кездесетіні келтірілді.

#### Әдебиет

1. ESCAP, 1995. Atlas of Mineral Resources of the ESCAP Region: Geology and Mineral Resources of Afghanistan, Vol. 11. 1995. United Nations 85 pp.
2. Mennessier G., 1963: Sur l'âge la serie salifere de Namakab en Afghanistan. C.R. Acad. Sci., 256, 5, 6, p. 1390–3120. Paris.
3. Siehl A., 1967: Zur Stratigraphie und palaeogeographie des perm in Afghanistan. Geol. Rundsch., 56/3, 795–812, Stuttgart.
4. Afghanistan, USGS Open-File Report 02- 110 available at <http://geopubs.wr.usgs.gov/openfile/of02-110/>.
5. Blaise J., 1968: La structure de la region de Maidan a'l Ouest de Kabul. "Compt. Rend. Acad. Scien". V.226, S.D.N, 19, Paris.
6. Fischer J., 1971: Report about geology of Koho Safi near Kabul. Neues Jahrbuch Geol. Paleont. Abh., 139, 267-215.
7. Griesbach, C.L., 1885: Afghanistan fields notes. AGS Archive, Kabul, Afghanistan 97 pp.
8. В.Н. Зайцев, А.Е. Березий, Е.Н. Бушмелев, А.Ф. Кермов и др. Отчет о результатах предварительной разведки Западного участка Айнакского месторождения меди с подсчетом запасов по состоянию на 01.07.1987г.
9. С.Б. Ящинин, Е.В. Бакарасов, В.С. Могилин и др. Отчет о детальной разведке Центрального участка Айнакского месторождения меди с подсчетом запасов по состоянию на 01. 04. 1978 г.
10. Электронные ресурсы- режим доступа:  
<http://www.geology.gov.kz/ru/informatsiya/spravochnik-mestorozhdenij-kazakhstan/tverdye-poleznye-iskopaemye/item/жезказган-6>

**Gh.g. Habibi, A.R. Baiboz**

#### **Relative distribution of minerals in the rocks of western Ainak copper deposits**

**Abstract.** The Ainak copper deposit is located 30 km southeast of Kabul. Its reserves, including the largest in the world, are more than 12 million tons. The mine is subdivided into several large units, with different content of minerals and minerals. In the article above, we discussed the mineralization and mineral composition of industrial minerals. Copper ore contains the main minerals of borite and skelcopyrite, which are subdivided into types of mineral borite and skelcopyrite, as well as pyrite, cephalerite, molybdenite and others.

**Keywords:** dolomite, calcite, quartz, bornite, Ainak, oxidation.

**Г. Г. Хабиби, А.Р. Байбоз.**

#### **Относительное распределение минералов в породах западных месторождений меди Айнак**

**Аннотация.** месторождение меди Айнак находится в 30 км к юго-востоку от Кабула. Его запасы составляют более 12 миллионов тонн. Шахта подразделяется на несколько крупных единиц, с различным содержанием минералов. В статье выше мы изучили минерализацию и минеральный состав промышленных полезных ископаемых. Медная руда содержит основные минералы борита и скелкопирита, которые подразделяются на типы минералов: борит и скелкопирит, а также пирит, цефалерит, молибденит и другие.

**Ключевые слова:** доломит, кальцит, кварц, борнит, Айнак, окисления.

УДК 551.1

**К. С. Чонгидис**

*Научный руководитель - Г.М. Омарова, доктор PhD Satbayev University, Казахстан, г. Алматы.*

[kristina2001mi@gmail.com](mailto:kristina2001mi@gmail.com)

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕГМАТИТОВ**

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы формирования пегматитов. Вопрос роста крупных кристаллов всегда вызывал вопросы и являлся предметом для дискуссий в научных кругах. В статье приводится краткий анализ исследования принципов образования пегматитов, причин роста гигантских кристаллов, зональности тел и гипотез их образования.*

***Ключевые слова:** пегматит, летучие вещества, графическая структура, состав магмы.*

Многие поколения ученых и геологов размышляли над загадкой образования пегматитов, ставя перед собой вопросы об их росте и возникновении. Нашли ли великие ученые ответы на все вопросы? Пегматит - крупнозернистая магматическая порода, обычно гранитного состава, отдельные кристаллы которой иногда достигают длины более 1 м, а могут быть и намного больше.

Считается, что размер кристаллов связан со скоростью охлаждения магматической системы. В быстро охлаждаемых системах породы характеризуются мелкозернистыми агрегатами, и, наоборот, в породах с меньшей скоростью охлаждения преобладают более крупнозернистые кристаллы. Это объясняется тем, что при меньшей скорости охлаждения к минеральным агрегатам дольше и в большем количестве поступает вещество для роста. Но есть и исключения. К таким исключениям можно отнести пегматиты. Они характеризуются крупными кристаллами, при этом размер пегматитовых тел невелик. Это свидетельствует о том, что системы быстро охлаждались [1].

Вопросом о том, почему именно кристаллы пегматитов вырастают до столь внушительных размеров, задавались многие ученые с древних времен. Данный рост изначально связывали только с чрезвычайно медленной скоростью охлаждения расплава, но вскоре, при увеличении базы знаний, данная теория частично опроверглась и подала новую тему для изучения. Геологи Ричард Янс и Уэйн Бернхэм были заинтересованы данной темой и попытались ответить на некоторые вопросы. Они провели множество экспериментов с искусственными магмами и пришли к выводу, что факторами для такого роста кристаллов является не только быстрота охлаждения, но и наличие большого количества воды и летучих газов в пегматитовой магме.

К такому же выводу пришли профессора геологии Университета Райса. «Мы исследовали кристаллы шириной полдюйма и длиной более дюйма», - сказал Фелпс. «Мы показали, что они выросли за считанные часы, и нет никаких оснований предполагать, что физика будет иной в более крупных кристаллах, длина которых составляет метр или более. На основании того, что мы обнаружили, более крупные кристаллы, подобные этому, могли вырасти за несколько дней". Вода, застрявшая в корке, растворяется в расплаве. «В конце концов, остается так много воды, что она становится больше жидкостью с преобладанием воды, чем жидкостью с преобладанием расплава», - сказал Фелпс. «Оставшиеся элементы в этой водянистой смеси теперь могут перемещаться намного быстрее. Скорость химической диффузии в жидкостях намного выше, и жидкости имеют тенденцию течь быстрее. Поэтому, когда кристалл начинает формироваться, элементы могут добраться до него быстрее, а это значит, что может расти быстрее" [2].

На основе выше указанных исследований можно сделать вывод, что основными факторами для роста кристаллов является вода и летучие компоненты. Вода снижает вязкость расплава, увеличивает скорость диффузии, снижает полимеризацию и температуру кристаллизации, при этом увеличивая транспортировку расплава. Магма, в которой растворены летучие вещества, разделяется на водянистые пузыри газа и окружающую их магму. Самые большие кристаллы формируются именно из пузырей. Также можно наблюдать немалую роль у термического шока, который происходит во время резкого внедрения пегматитов в холодные вмещающие породы. Если провести сравнение тел

пегматитов в различных вмещающих породах, то можно прийти к выводу: основная масса пегматитов располагается в более холодных вмещающих породах.

На сегодняшний день существует великое множество гипотез о генезисе пегматитов. Но все исследователи единодушны в том, что процесс формирования их является очень сложным, длительным, протекавшим в изменившихся физико-химических условиях. Классический труд о происхождении пегматитов принадлежит Ферсману (1931), модель которого был усовершенствована Янсом (1953, 1955) и Бернхэммом (1969) [3].

1) Согласно этой гипотезе, пегматиты являются продуктами затвердевания обособленной от магматического очага остаточной магмы, обогащенной летучими компонентами –  $H_2O$ , F, Cl, B,  $CO_2$  и др. Полная эволюция этого расплава происходит в замкнутой системе. В начале кристаллизуются типичные магматические минералы, которые затем подвергаются воздействию летучих минерализаторов, создающих пневматолито-гидротермальные растворы. Первичные минералы частично замещаются и возникают новые.

Однако у данной теории есть и слабые стороны. Возникают трудности объяснения зональности (Рисунок 1). Проблематично объяснить (если система была закрытой) пересечение пегматитов жильными минералами поздних стадий. Не учитывался тектонический фактор, который раскрывал системы, а также факт ограниченной растворимости  $H_2O$  в магме (10%).

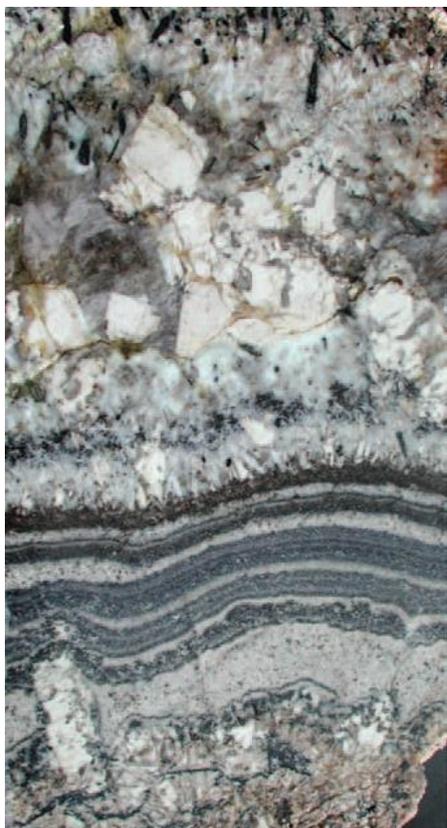


Рисунок 1 - В пегматитах могут чередоваться и повторяться различные текстурные зоны

2) Гипотеза остаточного расплава и метасоматического раствора. Ее авторы (Р. Джонс, Ф. Хесс и др.) считают, что пегматиты формировались в два этапа - магматический и метасоматический. На первом этапе из расплава кристаллизуются зональные пегматиты, на втором под воздействием газовой-водных минерализованных глубинных растворов осуществляется метасоматическая переработка ранее отложенных минералов с выносом отдельных компонентов. Так возникают метасоматические части пегматитов, содержащие кварц, альбит, мусковит, минералы редких металлов.

3) Гипотеза метасоматического раствора А.Н. Заварицкого и Н.Н. Никитина и др., авторы которой отрицают значение остаточного магматического расплава и ведущую роль в становлении пегматитов отдают процессам собирательной перекристаллизации близких к гранитным пегматитам пород (гранитов, аплитов). Перекристаллизация осуществляется под воздействием горячих газовой-водных растворов и приводит к формированию крупно- и гигантозернистых минеральных агрегатов. На следующем этапе могут происходить их метасоматические преобразования.

К слабым сторонам данной теории относится то, что не все пегматиты сопровождаются изменениями вокруг них и сложно объяснить образование однотипных пегматитов в разнообразных по составу породах кровли интрузива.

4) Гипотеза метаморфогенного образования (Рамберг, Ю.М. Соколова, Н.Г. Судовикова и др.), согласно которой пегматиты формируются на разных стадиях метаморфического преобразования, преимущественно докембрийских пород, и по особенностям состава

соответствуют фазе метаморфизма вмещающих пород. Вероятнее всего, в различной геологической обстановке процесс пегматитообразования может протекать различными путями. Но при этом все пегматитовые месторождения обладают характерным набором общих геологических, минералогических и геохимических признаков [4].

Одной из последних является гипотеза Д. Лондона, согласно которой гранитные пегматиты формируются за счет магматических расплавов, обогащенных летучими компонентами. По содержанию петрогенных и рассеянных компонентов эти расплавы мало отличаются от обычных интрузивных пород. Рост крупных кристаллов и графических зон обусловлен термическим шоком, летучие компоненты формируют сложные растворы-расплавы и гели, которые концентрируют рассеянные компоненты. При кристаллизации этих растворов-расплавов могут образовываться редкие и драгоценные минералы. Ключевую роль в формировании пегматитов играет сложный состав флюидных компонентов, включающий H, F, Cl, P, S, B.



Рисунок 2 - Графический пегматит. Кан-озеро, Кольский п-ов.

Для пегматитов характерна графическая или письменная структура (Рисунок 2). Экспериментальные исследования Свонсона и Фенна (1986) по кристаллизации кварца в гранитных расплавах показывают, что графическая структура отражает быстрый кристаллический рост из сильно переохлажденного расплава, что полностью отражает технологию роста пегматитов. Она формируется в условиях умеренных глубин в широком температурном диапазоне в конце магматического и начала гидротермального процесса при высокой активности летучих компонентов. Данная структура формируется за счет клиновидного срастания двух минералов (в данном случае это кварц и полевои шпат). Механизм включает непрерывную диффузию на короткие расстояния компонентов, образующих кварц и полевои шпат, к кристаллизующей поверхности, содержащей оба компонента. Ученые предполагают, что кварц зародился на поверхности роста кристаллов полевои шпата.

### **Заключение**

Образование пегматитов очень сложный и длительный химический процесс. Рост больших кристаллов связан с содержанием флюидов и воды в пегматитовой магме, которые снижают вязкость расплава и увеличивают скорость поступления вещества для роста к кристаллам. Так же немало важен эффект термического шока при внедрении магмы в холодные вмещающие породы. С начала изучения пегматитов появились множество гипотез о их формировании, однако ни одна не объясняет их формирование на сто процентов. Но многие из современных гипотез сводится к тому что пегматиты образуются из остаточных магматических расплавов обогащенных летучими компонентами. Так же для пегматитовых тел характерна зональность, которая характеризуется постепенным увеличиванием размеров

кристаллов к центру плутона. С данными породами связано большое количество ценных компонентов, они являются главным источником мусковита, керамического сырья, пьезосырья (флюорит, кварц), редких металлов (Ta, Nb, Be, Li, Rb, Cs, Zr, Hf и др.), именно из-за этого они и представляют такой интерес [5].

Пегматитовая магма представляет собой очень жидкий, водянистый раствор, исключительно обогащенный элементами. Так же во время движения и кристаллизации магмы уже образованные минералы могут вернуться в раствор за счет метасоматоза и усложнить его состав. Именно за счет таких преобразований пегматиты богаты ценными компонентами и представляют интерес для их разработки.

### **Литература**

1. Хейс Б. «Земля выращивает крупные кристаллы и редкие элементы за считанные минуты.» Новости науки UPI. Размещено на upi.com 7 октября 2020 г., по состоянию на 15 октября 2020 г.
2. В.И.Смирнов «Геология полезных ископаемых» (издание четвертое переработанное и дополненное), Москва «Недра», стр.123-129, 1982г.
3. Patford N.; Cruden A.R.; McCaffrey K.W. Granite magma formation, transport and emplacement in the Earth's crust \ Nature. 2000. V.408. P.669-673.
4. Дэвид Лондон. «Энциклопедии геологии» (второе издание), 2021 г.
5. Granitic Pegmatites: The State of the Art – International Symposium. 06th – 12th May 2007, Porto, Portuga

**K.S Chongidis, M.G. Omarova**

#### **Features of pegmatites formation**

**Abstract.** This article are considered the formation of pegmatites. The growth issue of large crystals has always raised questions and was a subject for discussion in scientific circles. The article provides a brief analysis of the study of the principles of the formation of pegmatites, the reasons for the growth of giant crystals, the zoning of bodies and the hypotheses of their formation.

**Keywords:** pegmatite, volatiles, graphic structure, magma composition.

**К.С. Чонгидис, Г.М. Омарова**

#### **Пегматиттердің қалыптастыру ерекшеліктері**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада пегматиттердің түзілу мәселесі қарастырылады. Ірі кристалдардың өсуі туралы мәселе әрдайым сұрақтар туғызады және ғылыми ортада әрдайым талқылануда. Мақалада пегматиттердің түзілу принциптері, алып кристалдардың өсу себептері, денелердің белдемділігі және олардың пайда болу гипотезаларын зерттеуге қысқаша талдау жасалған.

**Түйін сөздер:** пегматит, ұшпа заттар, графикалық құрылым, магманың құрамы.

УДК 553.04

**Т.К. Шайыяхмет**

*Ғылыми жетекші – А.Б. Байбатиша, геол.-минерал. ғыл. докторы, проф.*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.*

[sh.tanirbergen@gmail.com](mailto:sh.tanirbergen@gmail.com)

### **3D МОДЕЛЬДЕУДІҢ КЕЙБІР ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОЛОГИЯЛЫҚ МӘСЕЛЕЛЕРДІ ШЕШУДЕГІ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ**

**Аңдатпа.** Мақалада геологиялық жұмыстарының әртүрлі сатыларында кен қорын есептеу мен кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалау кезіндегі үш өлшемді модельдеудің маңыздылығы және қажеттілігі қарастырылған. Сондай-ақ 3D модельдеудің және блоктарға кеңістіктегі параметрлерді интерполяциялау жайлы мәліметтер келтірілген.

**Түйін сөздер:** 3D модельдеу, қор есептеу, инженерлік-геологиялық жағдайларды бағалау, параметрлерді интерполяциялау, жарылымдарды модельдеу.

## Деректерді таладу және зерттеу нәтижелері

Кенорынды геологиялық, инженерлік геологиялық, гидрогеологиялық және т.б. тұрғысынан зерттеу жұмыстарының нәтижесінде көптеген бастапқы мәліметтер жинақталады. Жинақталған мәліметтер негізінде кен қорын есептеу, кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалау сияқты күрделі математикалық амалдарды қолдануды талап ететін процестер жүзеге асырылады. Осы аталған мәселелерді шешу жолында 3D модельдеудің маңыздылығы өте жоғары, себебі заманауи компьютерлік технологиялар платформасында 3D модельдеуді қолдану арқылы көлемді, әрі күрделі есептеу операцияларын автоматтандыруға, сонымен қатар бағалаудың жаңа әдістерін жасауға және қолдануға мүмкіндік береді.

3D модельдеуде жұмыс істеу үшін ең алдымен деректер базасы жасалады. Бастапқы, аралық және қорытынды деректер базасы бар. Бастапқы деректер базасына қатардағы, топтық, минералогиялық және мономинерал сынамаларды талдау, техникалық және технологиялық сынамаларды сынау нәтижелері, ұңғымалардың қисаю деректері, инженерлік-геологиялық параметрлерінің деректері және т.б. жатады.

Аралық деректер базасына кондицияларға сәйкес бөлінген кен денелері қиылыстарының аралықтары, олардағы кеннің құрамы, әрбір аралықтың басталу және аяқталу координаттары, таужыныс массивін инженерлік-геологиялық зерттеулер нәтижелері, сондай-ақ аралық есептеулердің қорытындылары (блоктардың ауданы мен көлемі, кеннің орташа құрамы және т.б.) жатады.

Қорытынды деректер базасында есептеу блоктарындағы кен қоры мен сапасы туралы, сондай-ақ кенді бөлікшелер, кен денелері бойынша және жалпы кенорын бойынша, қордың санаттары бойынша және кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалау параметрлері бойынша көрсетілген мәліметтер көрсетіледі.

Заманауи компьютерлік технологиялар платформасында 3D модельдеуді қолдану арқылы кен қорын есептеу мен кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалаудың жаңа әдістері үлкен қызығушылық тудырады. Бұл әдістерді екі: блоктық және аналитикалық топқа бөлуге болады.

Блоктық әдістер геологиялық өзгерістерді (кен денелері, жарылымдар және т.б.) блоктар мен блокшаларға бөлуден тұрады. Геологиялық зерттеулер нәтижелерін пайдалана отырып, блоктар мен блокшаларды интерполяция жолымен бағалаудың параметрлері беріледі: кен денесінің геометризациясы, кен құрамы және ондағы кендер мен пайдалы компоненттердің қорын есептеуге және кенорынынның инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалауға мүмкіндік беретін басқа да көрсеткіштер.

Әр блок бойынша мәліметтер қоры деректер банкі құрайды, оған блок және блокша орталықтарының координаттары, олардың өлшемдері, кен денесінің қалыңдығы, кен құрамы, олардың әрқайсысындағы пайдалы компоненттер және таужыныс массивін инженерлік-геологиялық зерттеулер нәтижелері кіреді. Деректер банкі компьютер жадында сақталады және жаңа сынамалау деректері пайда болған кезде оңай нақтылануына және жаңалануына мүмкіндік береді.

Блоктық әдістің негізгі мағынасы – блоктар мен блокшалар арқылы кенорын ауқымындағы пайдалы қазбалардың кендену параметрлерін және инженерлік-геологиялық жағдайлары өзгеруінің компоненттері бойынша деректерді интерполяциялау әдісі. 3D модельдеуде интерполяциялаудың (интерполяцияның математикалық моделі) келесі түрлері болады:

- сызықтық интерполяция;
- сплайн интерполяция;
- кері қашықтық әдісімен интерполяциялау;
- геостатистикалық интерполяция.

**Сызықтық интерполяция** геологиялық және инженерлік-геологиялық зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша алынған параметрлерді сызықтық заңға сәйкес өзгереді деген болжамға негізделген. Егер  $x_1$  координатасы бар пайдалы қазбада  $z_1$  параметрінің мәні өлшенсе (абсолют белгісі, кен денесінің қалыңдығы, кен құрамы және т. б.), ал  $x_2$  координатасы бар кенде  $z_2$  мәні белгіленсе, онда олардың арасындағы  $x_3$  координатасы бар нүктеде (блокта) параметрдің интерполяцияланған мәні болып табылады.

Жазықтықтағы сызықтық интерполяцияның кейбір ерекшеліктері бар.

**Сплайн интерполяция**, оның сызықтық интерполяциядан айырмашылығы, зерттеулер нәтижесінде алынған параметрлері сплайн деп аталатын сызықтық емес ұдайы тегіс алаң функциясы заңына сәйкес өзгереді деген болжамға негізделген. Кен денесінің проекциясының бүкіл ауданы қарапайым геометриялық фигураларға (үшбұрыштар немесе тіктөртбұрыштар) бөлінеді. Әр геометриялық фигураның ішінде сплайн теңдеуі есептеледі. Ең көп таралған сплайн – бұл бикубтық көпмүшелер жиынтығы, олардың коэффициенттері сплайн геометриялық фигуралардың төбелері арқылы өтетін және геометриялық фигуралардың түйісулерінде көрші көпмүшелер бір-біріне бұрылыссыз және қисықтықсыз тегіс болатындай етіп есептеледі. Сонымен қатар, проекция контурының шекараларында сплайнның әрекетіне талаптар қойылуы мүмкін, мысалы, сплайнның нөлдік қисықтық тапсырмасы. Осы талаптарды сақтау сызықтық теңдеулер жүйесін құруға мүмкіндік береді, оның шешімі сплайн полиномдарының коэффициенттерін береді. Көпмүшелер бола отырып, кен денесінің кез-келген ұяшығындағы  $z$  параметрінің мәндерін оның  $x$  және  $y$  центріннің координаттарымен есептеуге болады.

**Кері қашықтық әдісі** блокқа жақын орналасқан кеңістіктегі мәндердің қашықтығын ескеруге негізделген. Кеңістіктегі мәндер блоктан неғұрлым алыс болса, оның әсері соғұрлым әлсіз болады.

**Геостатистикалық әдіс** басқа әдістермен салыстырғанда жақсы нәтиже береді, өйткені ол параметрлердің болжамды мәндерінің нақты мәндерден ауытқуларының минимал дисперсиясын қамтамасыз етеді. Бұл әдіс Дж. Матеронның геостатистика теориясына негізделген және **кригинг** деп аталады. Ұяшықтағы  $z$  параметрінің мәні оның кеңістіктегі мәндеріне және олардың өзара орналасуына байланысты.

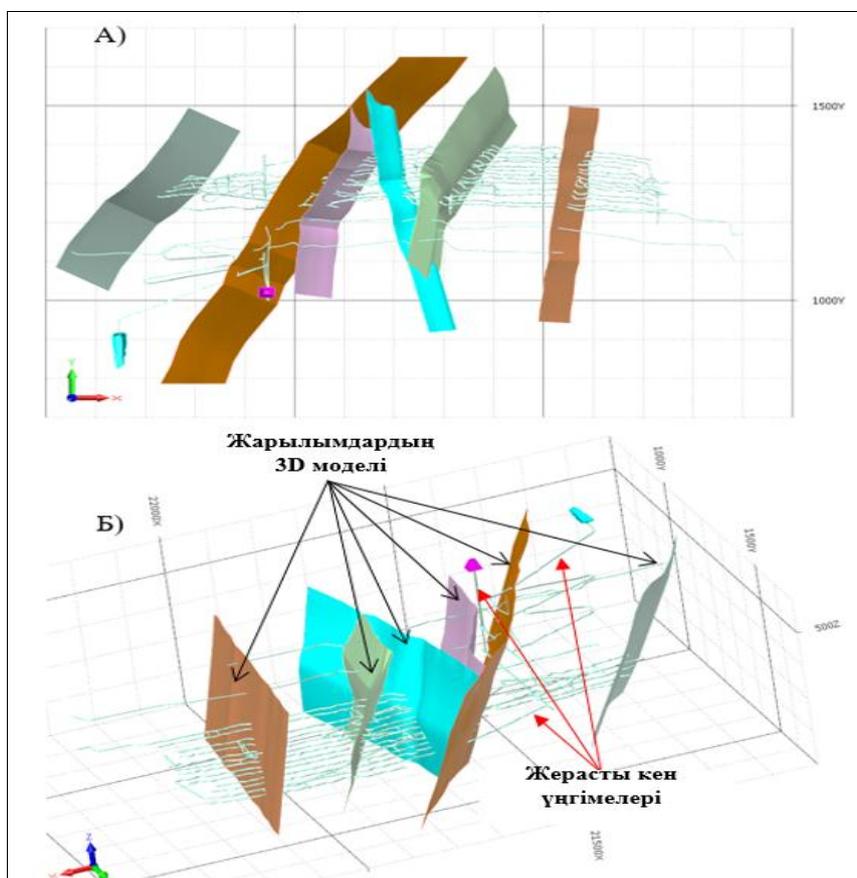
Қарапайым нүктелік кригинг блок  $x$  және  $y$  центріннің координаттары бар нүкте деген болжамға негізделген, содан кейін ондағы кез - келген  $z$  параметрінің мәндері формула бойынша анықталады.

Вариограмма дисперсия өлшеміне  $h$  және  $h$  қашықтықта  $z$  параметрінің мәндері арасындағы қатынасты сипаттайды. Вариограмманың мәні  $h$  қашықтығына байланысты. Теңдеулер жүйесін шешу кригингіннің салмақтық коэффициенттерін береді, бұл  $t$  нүктесінде  $z$  параметрінің мәндерін анықтауға мүмкіндік береді. Әрбір нүкте (блок) үшін теңдеулер жүйесін құру және шешу қажет, өйткені  $K(h)$  ковариациясының мәндері қазбалар арасындағы қашықтыққа, яғни олардың өзара орналасуына байланысты.  $T$  кез келген нүктесінде  $z$  параметрлерінің мәндерін есептеу бір рет жасалуы жеткілікті, содан кейін қарапайым блоктар үшін барлық қажет параметрлер, яғни олар бойынша мәліметтер банкі алынады. Егер жаңа деректері пайда болса, онда жаңа автокорреляция радиусы шегіндегі  $t$  нүктелері үшін ғана теңдеулер жүйесін қайта құру және шешу қажет.

Геостатистика әдісінің тиімділігі вариограмманы есептеу сенімділігіне байланысты. Деректер саны аз болса, вариограмманы есептеу мүмкін емес, сондықтан параметрлердің мәндерін интерполяциялаудың басқа әдістеріне жүгіну керек.

**Аналитикалық әдістер** кеңістіктегі (аймақтағы немесе көлемдегі) кенденудің бастапқы параметрлерінің өзгеруін аналитикалық өрнектермен немесе олардың жиынтығымен сипаттайды, ал кен денесінің кез-келген бөлігіндегі қорды есептеу нәтижелерін осы өрнектерді біріктіру арқылы табады. Аналитикалық өрнектердің рөлінде жоғарыда сипатталған сплайн, тренд және басқа өрнектер болуы мүмкін.

Жоғарыда айтылғандай, аналитикалық әдістерді қолдана отырып 3D кеңістіктегі параметрлерді есептеу екі міндетке бөлінеді. Бірінші міндет – кеңістіктік параметрлерінің әрекетін сипаттайтын аналитикалық өрнектерді таңдау және есептеу. Сонымен, көпмүшелік трендті ең аз квадраттар әдісімен есептеуге болады. Екінші міндет – берілген аймақтағы немесе көлемдегі аналитикалық өрнектерден қос немесе үштік интегралдар есептеу.



1-сурет – Жарылымдардың 3D моделі: А) пландағы көрініс; Б) аксонометриялық көрініс

Кенорын ауқымындағы жарылымдардың 3D моделін құрастыру үлкен маңызға ие, себебі көп жағдайда кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайлары жарылым маңы аймақтарда өте нашар болады, сол себепті осындай аймақтарды жеке домен ретінде қарастырып, бөлек бағалау жұмыстары жүзеге асырылуы тиіс.

Жарылымдарды 3D моделдеу Бескемпір алтын кенорынында сәтті жүзеге асырылды (1-сурет), 3D моделдеу заманауи компьютерлік Micromine кен-геологиялық бағдарлама жүйесінде орындалды. Бұл материалдар кенорынның инженерлік-геологиялық жағдайларын бағалауда өте қажет деректер болып табылады [1-5].

### Әдебиет

1. Байбатша А.Б. Инженерная геология месторождений полезных ископаемых с основами геоинформатики. – Монография. – Алматы: Научно-издательский центр “Ғылым”, 2003. – 320с.
2. Байбатша А.Б. Модели месторождений благородных металлов. ISBN 978-601-7367-58-9. Алматы, 2014 – 452 с.
3. Капутин Ю. Е. (2002) Горные компьютерные технологии и геостатистика. М., ISBN 5-86093-097-6. 424 с.

4. Hakkinen T., Merjama S., Monkkonen H. (2014) Rock Mechanics Model (RMM). ONKALO, Finland. 39 p.

5. Baibatsha A.B., Muszyński A., Shaiyakhmet T.K., Shakirova G.S. 3D modeling for estimation of engineering-geological conditions of operating mineral deposits (2020) News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 4 (442), pp. 19-27. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.80>. ISSN: 2224-5278. 2019 (Q-3, P-35.6, IF-0.8).

**A.B. Baibatsha, T.K. Shaiyakhmet**

**The importance of 3D modeling in solving some geological and engineering-geological problems**

**Abstract.** The article discusses the importance and necessity of creating a three-dimensional model when calculating reserves and assessing the engineering and geological conditions of the field at various stages of exploration. It also provides information for 3D modeling and interpolation of parameters into blocks.

**Keywords:** 3D modeling, calculation of reserves, assessment of engineering and geological conditions, interpolation of parameters, modeling of faults.

**А.Б. Байбатша, Т.К. Шайяхмет**

**Значимость 3D моделирования при решении некоторых геологических и инженерно-геологических задач**

**Аннотация.** В статье рассматривается важность и необходимость создания трехмерной модели при подсчете запасов и оценке инженерно-геологических условий месторождения на различных стадиях геологоразведочных работ. Также приведены сведения о 3D моделировании и интерполяции параметров в блоки.

**Түйін сөздер:** 3D моделдеу, кен қорын есептеу, инженерлік-геологиялық жағдайларды бағалау, параметрлерді интерполяциялау, жарылымдарды моделдеу.

УДК 553.076

**Шапенов А.Б., Мендығалиев А.А.**

*Научный руководитель Мендығалиев А.А., Сениор-лектор*

*Satbayev University, г. Алматы, Казахстан*

[Shapenov70261@gmail.com](mailto:Shapenov70261@gmail.com)

**РЕДКИЕ МЕТАЛЛЫ НА УРАНОВОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ «ХАРАСАН-2»**

**Аннотация.** *Статья посвящена изучению закономерностей концентраций редких металлов и их геохимической зональности на урановом пластово-инфильтрационном месторождении «Харасан-2» по отчётным данным предшествующих геологоразведочных работ. В первую очередь внимание уделяется менее освещенным в инфильтрационной модели рудообразования элементам, таким как Скандий, Иттрий, Рений и Ванадий. В статье приводится описание характера, формы и размеров рудных тел редких металлов, которые, по причине их небольшого размера и не высоких концентраций, рассматриваются как возможные попутные полезные компоненты. В исследовании изучается корреляционная связь концентраций редких металлов с урановым оруденением, среднее содержание в породах, особенности накопления и условия рудообразования. Так же в статье рассматривается вопрос возможности их попутного извлечения, описываются причины их игнорирования при добыче урана на руднике месторождения Харасан-2 и возможные перспективы отработки попутных элементов.*

**Ключевые слова:** *Попутные полезные компоненты, редкие металлы, пластово-инфильтрационные месторождения урана, Харасан, Скандий, Иттрий, Рений, Ванадий*

Пластово-инфильтрационные урановые месторождения Казахстана обогащены различными попутными полезными компонентами, освоение которых не проводится к настоящему времени по технико-экономическим соображениям. Добыча урана на пластово-

инфильтрационных месторождениях осуществляются прогрессивным способом подземного скважинного выщелачивания, что является наиболее экологичным, экономически рентабельным и производительным решением на сегодняшний день. Месторождения данного типа широко распространены в Туркестанской и Кызылординской областях Казахстана, одним из которых является месторождение Харасан, расположенное в Яныкурганском районе Кызылординской области.

Геологическое строение района месторождения Харасан представлено двумя структурными этажами: метаморфизованные образования складчатого фундамента перекрыты рыхлым мезо-кайнозойским осадочным чехлом. Фундамент представляет собой карбонатно-терригенные породы верхнего протерозоя, углеродисто-кремнистые образования кембрия, отложения кембрия и карбонатные образования девона и нижнего карбона. Породы фундамента подвержены сложным дислокациям: взбросы, надвиги, покровы, интенсивная складчатость. Осадочный чехол, в свою очередь, имеет также двухчленное строение. Нижний ярус сложен платформенными отложениями верхнего мела, палеогена и нижнего отдела неогена, а верхний суборогенными отложениями верхнего палеоцена и четвертичного периода. Урановое оруденение локализуется в верхнемеловых песчаных горизонтах на восстановительном геохимическом барьере у границы выклинивания зоны пластового окисления. В плане рудные тела контролируются фронтами выклинивания зоны пластового окисления и имеют форму протяженных извилистых лент. В разрезе тела обретают ролловую форму и имеют строгую приуроченность к последовательным геохимическим зонам (Рис. 1). Редкоземельные металлы концентрируются как совместно с ураном, так и отдельно от него. Наблюдается корреляция уранового оруденения с селеном, ванадием, иттрием и др. К попутным полезным компонентам на месторождении Харасан-2 относят в первую очередь селен, скандий, иттрий, редкие земли и лантаноиды. Лучше всего коррелирует с урановым оруденением селен в подзоне урановых руд и предшествующей ему зоне окисления. Другие же металлы имеют меньшую корреляционную связь с урановыми концентрациями, что отодвигает их на второй план по возможности их попутного извлечения.

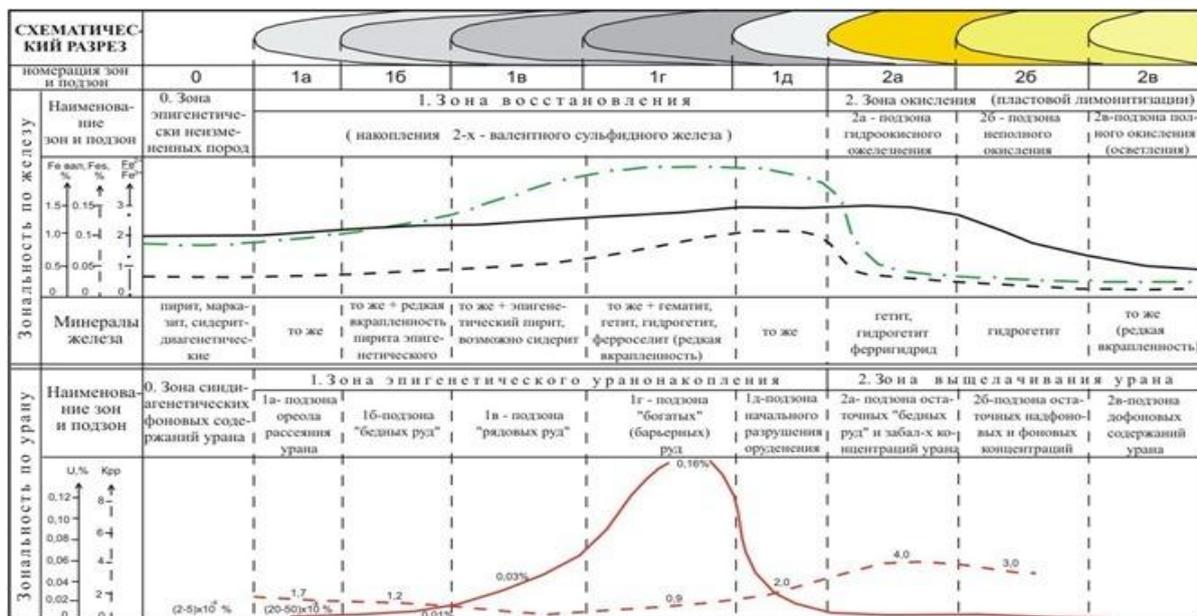


Рисунок 1 - Геохимическая зональность уранового оруденения

Скандий приурочен к глинистым породам, где его содержание может достигать до 9,6 г/т. В песчаных и сероцветных породах его содержание колеблется от 2-5 г/т. Рудные интервалы характеризуются малым содержанием скандия. В белесых песках содержание скандия увеличивается, но не превышает фоновое значение. Глинистые породы, где

содержание скандия наибольшее, представлены алевритами и алевролитами. Такая относительно высокая концентрация скандия связана с фосфоритовыми образованиями, в частности желваковые фосфориты и безводные фосфаты моноцита. Скандий залегает в форме гнезд и спорадических линз. В связи с тем, что скандий залегает в глинистых породах, его добыча методом ПСВ невозможна.

Рений зачастую накапливается в подзоне богатого уранового оруденения на восстановительном геохимическом барьере в местах с высоким содержанием урана, при средних содержания урана накопления рения незначительны. Наименьшее содержания рения приурочено к подзоне селеновых руд. При изучении содержания рения было выявлено что данный металл имеет близкую связь с органическим веществом, либо образует собственные сульфиды. Высокие содержания органического вещества характерны для аллювиальных отложений Кампанского яруса серой, темно-серой, редко зеленовато-серой окраски. Содержание рения в селеновых рудах колеблется от 0 до 1 г/т. В окисленных породах среднее значение равно 2,95 г/т. В подзоне уранового оруденения 2,43 г/т с аномалиями равными 14,5 г/т. Рений образует линзовидные тела с мощностью от 50 до 200 м. Рений в своем поведении отличается от скандия и других редкоземельных металлов тем, что в глинистых породах его значения очень малы (не достигают 1г/т).

Иттрий, как и скандий имеет высокое содержание в алевритах и алевролитах при среднем содержании 23,7 г/т. Аномальные значения до 51 г/т встречаются в породах сероцветных песчаников в подзоне уранового оруденения. В окисленных породах содержание металла равно 13,5г/т. Иттрий также образуется в фосфоритсодержащих плитах, где его содержание составляет 33 г/т. Схожее поведение иттрия и скандия свидетельствует о близком генезисе и связи между ними.

Ванадий. Пятиокись ванадия приурочена к рудной зоне и окислению урана. Ванадий концентрируется в линзовидные и гнездообразные тела с концентрацией около 100 г/т. Тела достигают в длину от 50 до 200 м, а мощность от 20 см до 3 м. Такие большие тела относительно других попутных элементов, характеризуются сильной корреляционной связью с ураном. В подзоне уранового оруденения концентрация максимальна и равна 180 г/т с отдельными аномалиями равных 4440 г/т.

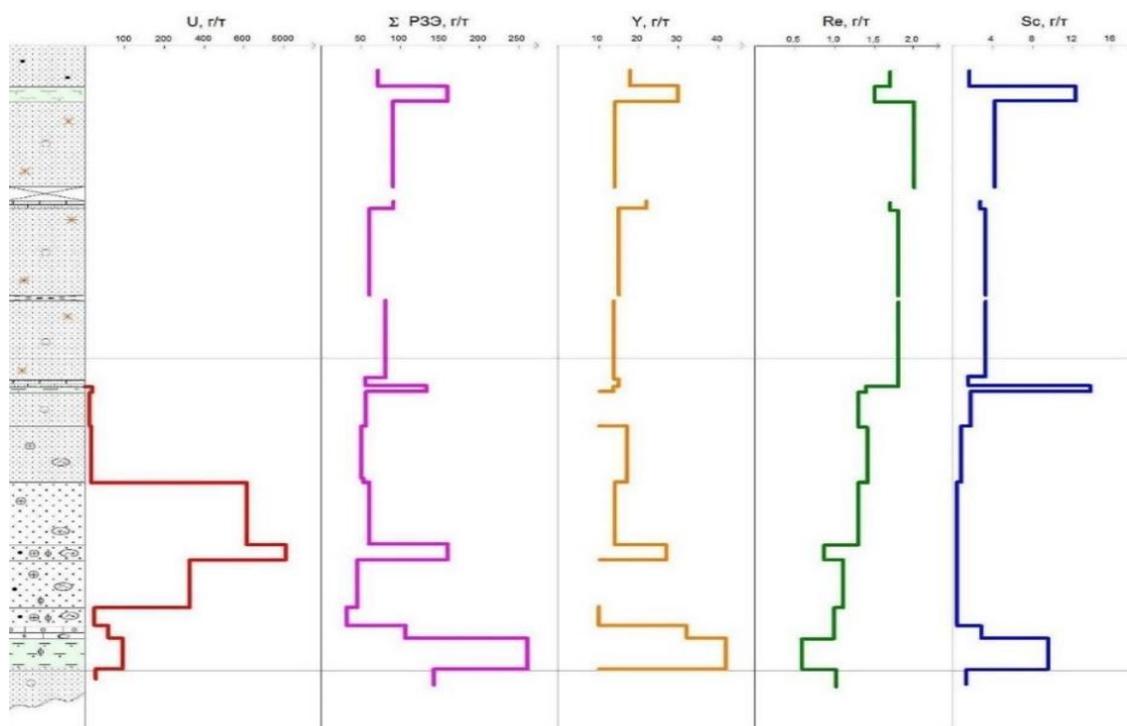


Рисунок 2 - Вертикальное распространение урана, иттрия, рения, скандия и суммы РЗЭ.

Прослеживая геохимическую зональность попутных элементов на месторождении Харасан-2, можно сделать вывод, что такие элементы как ванадий и рений имеют высокую корреляционную связь с урановым оруденением и концентрируются в подзоне рудонакопления урана и предшествующей ему зоне окисления. Иттрий и скандий концентрируются в основном в глинистых прослоях. Рудные тела, образовавшиеся в результате накопления металлов, имеют небольшие размеры, чаще всего это линзы и гнезда, в связи с чем технико-экономические исследования их попутного извлечения проведены ограничено и рентабельность их попутной отработки слабо изучены. Используемый для добычи урана способ ПСВ не позволяет добывать иттрий и скандий так как они скапливаются в непроницаемых отложениях относительно продуктивного горизонта, в связи с чем относятся к технологическому забалансу. Рений слабо реагирует с серной кислотой, а рентабельность его отработки азотной кислотой весьма сомнительна. По действующей технологии добычи урана на данный момент отработка попутных металлов не представляется возможным, но весьма вероятны геотехнологические и технологические инновации, которые позволят осуществлять их отработку в будущем. Вопрос добычи попутных элементов остается открытым.

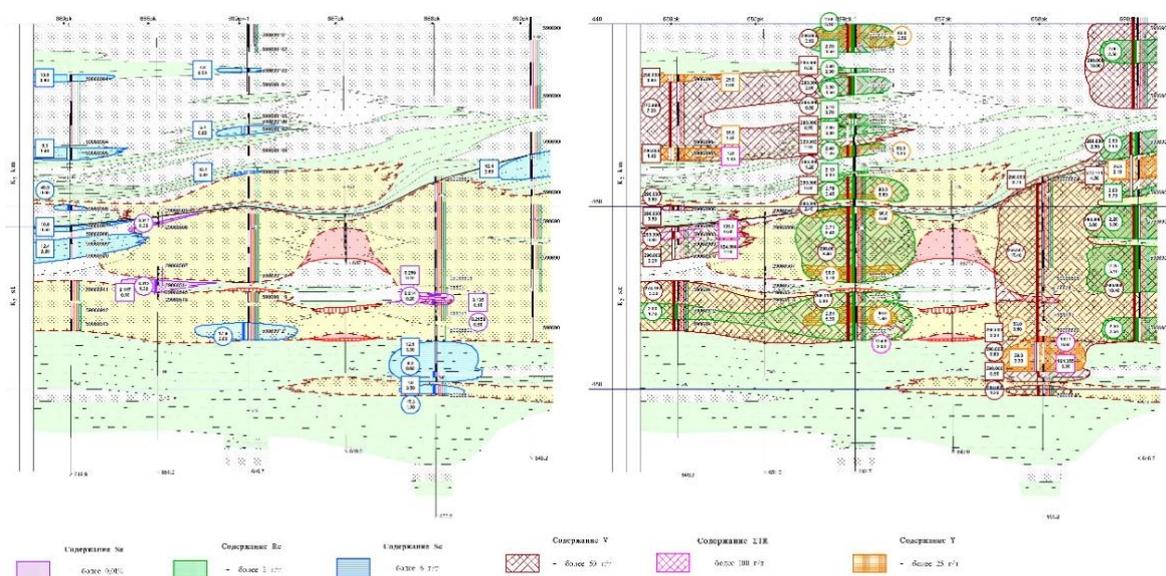


Рисунок 3 - Распределение полезных компонентов в разрезах месторождения Харасан-2

### Литература

1. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., В.Ф.Лухтин. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные)/. – Алматы. Гылым, 1995. - 264с
2. Поезжаев И.П., Полиновский К.Д., Горбатенко О.А., Панова Е.Н., Буленова К.Ж., Карманов Е.М., Былинский П.А., Битовит О.А. Геотехнология урана/– Алматы, 2017. – 328с
3. Отчет с подсчетом запасов по категориям С1 и С2 на участке Харасан-2 месторождения Северный Харасан по состоянию на 31.03.2013
4. Бровин К.Г., Грабовников В.А., Шумилин М.В. Прогноз, поиски, разведка и промышленная оценка месторождений урана для отработки подземным выщелачиванием. Алматы, 1997г. (глава 6), 384с

5. Вершков А.Ф., Ситников Ф.М., Дробов С.Р. и др. Техничко-экономическое обоснование промышленных кондиций по участку Харасан-2 уранового месторождения Северный Харасан по контракту № 1964 от 01.03.2006 г., Алматы, 2012

6. Шумилин М.В., Викентьев В.А. Подсчет запасов урановых месторождений. М., Недра, 1982

7. Шумилин М.В., Муромцев Н.Н., Бровин К.Г. и др. Разведка месторождений урана для отработки методом подземного выщелачивания. М., Недра, 1985

8. Рабочая программа разведки и добычи урана на участке Харасан-2 и юго-восточном фланге месторождения Северный Харасан в Кызылординской области Республики Казахстан. Разработчик ТОО "Горно-экономический консалтинг", Алматы, 2007

9. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., Лухтин В.Ф. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные) – Алматы. – Гылым. – 1995.

**Shapenov A.B., Mendygaliyev A.A.**

**Rare metals at «Kharasan-2» uranium deposit**

**Abstract.** The article is devoted to the study of the regularities of the concentrations of rare metals and their geochemical zoning at the uranium reservoir-infiltration deposit "Kharasan-2" according to the reported data of the previous exploration work. First of all, attention is paid to elements less illuminated in the infiltration model of ore formation, such as Scandium, Yttrium, Rhenium and Vanadium. The article describes the nature, shape and size of rare metal ore bodies, which, due to their small size and low concentrations, are considered as possible associated useful components. The research studies the correlation between the concentrations of rare metals and uranium mineralization, the average content in the rocks, the features of accumulation and the conditions of ore formation. The article also discusses the issue of the possibility of their associated extraction, describes the reasons for ignoring them when mining uranium at the mine of the Kharasan-2 deposit and possible prospects for the development of associated elements.

**Keywords:** Associated useful components, rare metals, reservoir-infiltration uranium deposits, Kharasan, Scandium, Yttrium, Rhenium, Vanadium.

**Шапенов А.Б., Мендыгалиев А.А.**

**«Харасан-2» уран кен орнындағы сирек металдар**

**Аңдатпа.** Мақала сирек металдар концентрациясының заңдылықтарын зерттеуге және оларды «Харасан-2» уран қоймасы-инфильтрациялық кен орнындағы геохимиялық аудандастыруға, алдыңғы барлау жұмыстарының мәліметтері бойынша зерттеуге арналған. Ең алдымен, скандий, иттрий, рений және ванадий сияқты кен түзілуінің инфильтрациялық моделінде аз жарықтандырылған элементтерге назар аударылады. Мақалада сирек кездесетін метал руда денелерінің табиғаты, пішіні мен мөлшері сипатталады, олар өздерінің кішігірім мөлшеріне және төмен концентрациясына байланысты мүмкін пайдалы компоненттер ретінде қарастырылады. Зерттеулер сирек металдардың концентрациясы мен уранның минералдануы арасындағы байланысын, тау жыныстарындағы орташа құрамын, жинақталу ерекшеліктерін және кен түзілу жағдайларын зерттейді. Мақалада сонымен бірге оларды алу мүмкіндігі туралы мәселе талқыланады, Харасан-2 кен орнында уран өндірген кезде оларды ескермеу себептері және онымен байланысты элементтерді дамытудың ықтимал перспективалары сипатталады.

**Түйін сөздер:** Ілеспе пайдалы компоненттер, сирек металдар, коллекторлық-инфильтрациялық уран кен орындары, Харасан, Скандий, Иттрий, Рений, Ванадий.

УДК 552.4

**А. Юсуфи**

*Научный руководитель – А.А Бекботаева, доктор PhD, ассоц. профессор, зав. кафедрой ГСПиРМПИ, ИГиНГД им. К. Турысова, Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[a.yousufi@kpu.edu.af](mailto:a.yousufi@kpu.edu.af)

**ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА УЛЬТРАМАФИЧЕСКИХ ПОРОД**

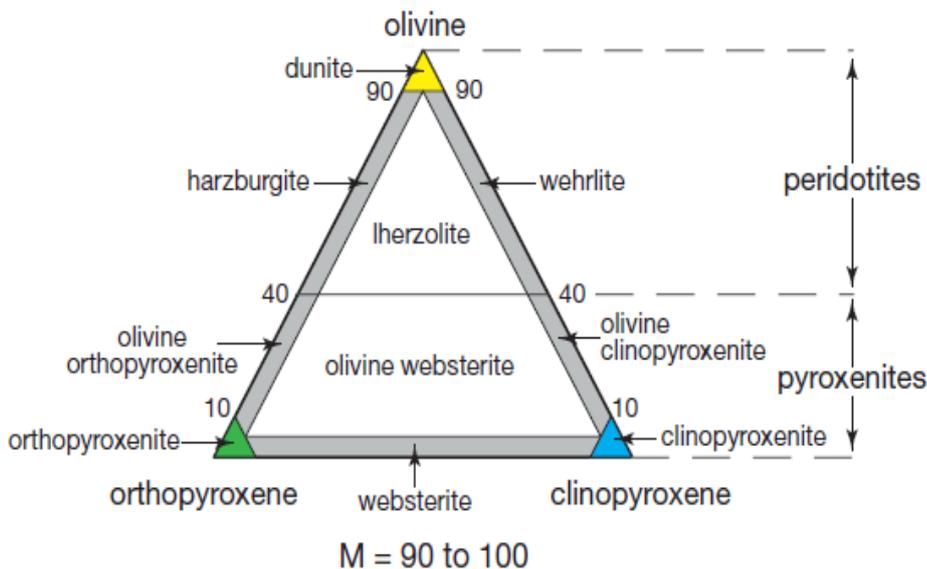
**Аннотация.** В этой статье изучили общие сведения об ультрамафических породах, их типах и том, как они образуются в земной коре. Ультрамафиты имеют ограниченное распространение в земной коре и составляют примерно 0,4% всех магматических пород в

земной коре. Ультрамафиты - это магматические породы с очень низким содержанием кремнезема (менее 45%), обычно > 18% MgO, высоким содержанием FeO и низким содержанием калия, и они обычно состоят из более, чем 90% фемических минералов. Наиболее важными первичными основными минералами являются оливин, пироксен, роговая обманка, слюда, и гранат; наиболее распространенными вторичными или метаморфическими минералами являются серпентин, хлорит, амфибол, эпидот и магнетит.

**Ключевые слова:** ультрамафиты, дунит, пироксенит, перидотит

### Общие сведения

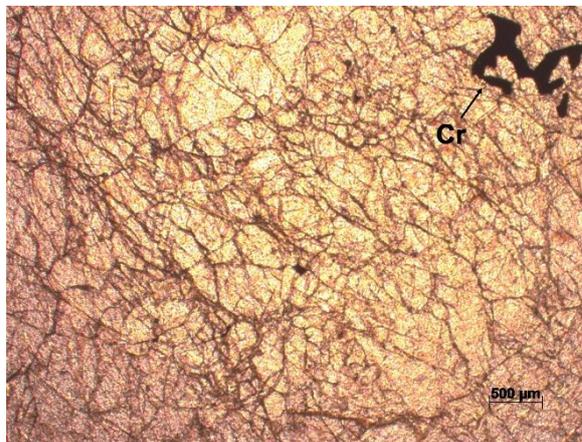
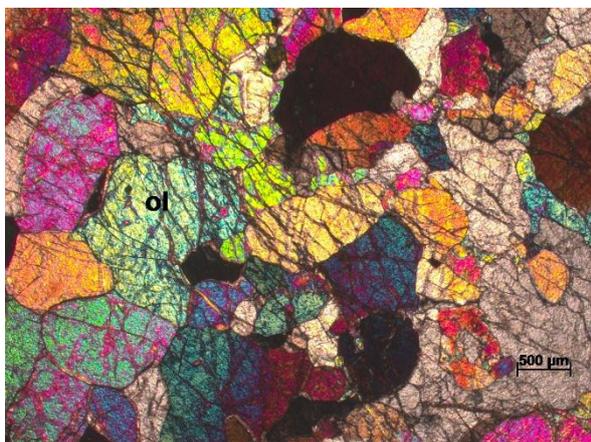
Ультрамафиты обычно определяются по их модальной минералогии. У них индекс цвета больше 90%, где термин «цвет индекс» относится к процентному содержанию основных минералов, таких как оливин и пироксен, присутствующих в породе. Термин «ультраосновные» применяется к магматическим породам, содержащие <45% кремнезема SiO<sub>2</sub> в валовом химическом составе. Во многих случаях термины ультрамафиты и ультрабазиты являются синонимами, поскольку ультрамафические породы, такие как дуниты (содержащие более 90% оливина), будут иметь химический состав с содержанием SiO<sub>2</sub> <45 мас.%. Однако, это неверно для некоторых ультрамафических пород, таких как эклогиты, которые состоят из граната и клинопироксена, но обычно они имеют базальтовый валовой состав с содержанием SiO<sub>2</sub> > 45 %. Многие пироксениты также являются ультраосновными, состоят в основном из ортопироксена и / или клинопироксена, но эти породы также не являются ультраосновными [1].



Диапазон ультрамафических пород очень широк, потому что они образуются несколькими разными способами. В этой статье будут рассмотрены ультраосновные породы, которые образуют часть мантии, и, в меньшей степени, те, которые встречаются в виде расслоенных ультраосновных пород, образованных кристаллизационными процессами из магм океанической и континентальной коры. Ультрамафиты также встречаются в виде различных типов метеоритов, которые говорят нам о процессах на ранних этапах истории Земли, а также на других планетах и астероидах.

### Ультрамафиты, образующие мантию

Большинство крупнозернистых ультраосновных пород связаны с мантией Земли и, следовательно, по аналогии с мантией других планет земной группы. Мантия Земли сформировалась во время фазы планетарной дифференциации, когда первобытная Земля отделилась в богатое железом ядро и ультраосновную мантию. Верхняя мантия состоит в основном из перидотита, который является самой распространенной породой на глубине до переходной зоны 400 км. На этой глубине орторомбический оливин трансформируется в шпинелевую (кубическую) структуру [2], минеральный вадслеит, более плотный, чем оливин, несмотря на тот же химический состав.



а. с анализатором

б. без анализатора

Рисунок 1 - Микрофотография ультрамафической породы в параллельных и скрещенных николях (X2,5). Минеральный состав: оливины с рудным минералом хромитом. Структура аллотриоморфная

Другие ультраосновные породы, обнаруженные в верхней мантии, включают пироксениты, которые имеют различное происхождение, как магматическое, так и метаморфическое. В основном они встречаются в виде расслоенного комплекса. Кроме пироксенитов обнаруживаются другие виды пород, такие как горнблендиты и глиммериты (породы с преобладанием слюд, таких как биотит или флогопит), которые часто встречаются в жилах.

Основными минералами, обычно встречающимися в ультраосновных породах, являются оливин - форстерит  $Mg_2SiO_4$ , ортопироксен - энстатит  $Mg_2Si_2O_6$  и клинопироксен - диопсид  $(Ca, Mg)_2Si_2O_6$ . Следовательно, два наиболее распространенных типа ультраосновных пород в мантии - это перидотиты и пироксениты. Акцессорные минералы включают плагиоклаз, шпинель или гранат в перидотитах, а также гранат, шпинель, биотит и амфибол - в пироксенитах. Горнблендиты (с более, чем 50% магматических амфиболов) и глиммериты (более 50% флогопит или биотитовая слюда) также являются ультраосновными мантийными породами, но встречаются гораздо реже, чем перидотиты и пироксениты [2,3].

#### **Ультрамафиты, образованные кумулятивными процессами**

Ультрамафиты также встречаются в ассоциации со слоистыми интрузиями, где они встречаются в виде дунитов, перидотитов и пироксенитов вблизи основания расслоенных толщ. Это кумулятивные породы, образовавшиеся из магм, но они не отражают химический состав своей родительской магмы. Часто они связаны с рудными месторождениями хромита и магнетита. Их первоначальная текстура явно магматическая, но может быть изменена охлаждением до субсолидуса. Слоистая свита в Раме (Внутренние Гебриды, Шотландия) содержит не только слои перидотита, но также языки и пробки перидотита, которые могут были использованы как кристаллы, богатые оливином. Очень редко, например, в Бьют (Шотландия), ультраосновные ксенолиты попадают на поверхность в извержениях щелочно-

базальтовой магмы может иметь пойкилитовые (кучевые) структуры, указывающие на то, что они образовались из необлученные слоистые ультраосновные интрузии на глубине земной коры.

Ультрабазитовые кумуляты также встречаются в более глубоких частях океанической коры в виде «слоистых перидотитов», образованных в результате тех же процессов, что и те, которые образуют стратиформные перидотиты интрузий в континентальной коре. Такие кучевые породы часто можно распознать в офиолитовых комплексах. Они образуются путем отделения оливина от толеитовой пикритовой магмы, которая входит в магматический резервуар под срединно-океаническим хребтом и подвергается фракционной кристаллизации. Эти кумулированные породы образуют часть океанической коры и являются частью, отделенной от нижележащих тектонитовых перидотитов верхней мантии океана «петрологическим Мохо» [2,3].

#### **Ультрамафические метеориты**

Многие группы метеоритов являются ультраосновными, в том числе большинство хондритовых метеоритов, которые происходят из астероидных родительских тел и которые не испытали планетарной дифференциации (разделения на слоистую структуру, включающую богатое железом ядро, ультраосновную мантию и базальтовую кору). Обычные хондриты (самые распространенные метеориты, падающие на Землю) состоят из множества компонентов, включая многочисленные (60–80%) хондры, которые представляют собой сферические объекты миллиметрового размера, состоящие в основном из оливина и пироксена с низким содержанием кальция, что демонстрирует текстурные доказательства того, что образовались быстро, охладившись в расплаве. Поскольку в целом Земля имеет состав, подобный составу хондритовых метеоритов, неудивительно, что мантия нашей планеты в основном состоит из ультраосновных пород.

Многие ультраосновные кумулированные метеориты образовались в результате ударов по коре Марса; к ним относятся хассигниты (богатые оливином кумуляты), нахлиты (состоящие в основном из авгита и оливина) и ортопироксениты [2,3].

#### **Измененные Ультрамафиты**

Серпентинит является наиболее распространенным продуктом изменения ультраосновных пород, таких как перидотиты. Гидротермальные изменения превращают кристаллы оливина в серпентин, часто высвобождая оксиды железа, которые образуют включения и следы в псевдоморфозах серпентина после оливина. Более низкие температурные изменения в окислительной среде, такие как субаэральное выветривание и изменения из-за воздействия пара вокруг вулканических жерл, могут превратить оливин в аморфную смесь минералов кирпично-красного цвета, обычно называемую «иддингсит» [3,4].

#### **Другие ультрамафические породы**

Эклогиты представляют собой ультраосновные породы, не содержащие плагиоклаза, образованные метаморфизмом базальтов под высоким давлением. Существует несколько типов эклогитов, определяемых составом составляющих их минералов. В их минералогическом составе преобладают гранат и клинопироксен, хотя некоторые могут также содержать реликты коэсита (полиморф кварца под высоким давлением) или кианита (полиморф  $Al_2SiO_5$  под высоким давлением). Они встречаются в виде ксенолитов во многих кимберлитовых трубках, где их обычно интерпретируют как метаморфический эквивалент субдуцированной океанической коры [2,4,5].

#### **Литература**

1 Мусазай А.М., Кивла А.С., Юсуфи А., Основы петрографии, Кабул политехнический университет, 2017г, ср.204-210

2 Hilary Downes, Ultramafic Rocks Department of Earth and Planetary Sciences, Birkbeck University of London, London, United Kingdom, 2020.

3 Nazari M.K., Petrology of the ophiolite mantle peridotites Logar (southwest Kabul, Afghanistan). Master's thesis, Iran. - 2009.

4 Downes H. Formation and modification of the shallow sub-continental lithospheric mantle: A review of geochemical evidence from ultramafic xenolith suites and tectonically, 2001 emplaced ultramafic massifs of western and central Europe. *Journal of Petrology* 42: 233–250.

5 Downes H, Origin and significance of spinel and garnet pyroxenites in the shallow lithospheric mantle: Ultramafic massifs in orogenic belts in Western Europe and NW Africa, 2007. *Lithos* 99: 1–24.

6 Atal Yousufi et al. Distribution of ultramafic complexes in Afghanistan, 19<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Conference SCGM 2019, p.163-170.

**А. Юсуфи**

#### **Ультрамафикалық таужыныстар генезисінің ерекшеліктері**

**Андатпа.** Бұл мақалада ультрамафикалық таужыныстарына, олардың түрлеріне және олардың жер қыртысында қалай пайда болатынына шолу жасалды. Ультрамафикалық таужыныстардың жер қыртысында таралуы шектеулі және олар жер қыртысының барлық магмалық таужыныстарының шамамен 0,4% құрайды. Ультрамафикалық таужыныстар - бұл өте аз кремний диоксидімен (45% -дан аз) магмалық таужыныстар, әдетте > 18% MgO, жоғары FeO және аз калий және олар негізінен 90% -дан астам фемалық минералдардан тұрады. Бастапқы минералдардың ең маңыздысы - оливин, пироксен, горнбленд, слюда, және гранат; ең көп таралған екінші немесе метаморфты минералдар - серпентин, хлорит, амфибол, эпидот және магнетит.

**Түйін сөздер:** ультрамафикалық таужыныстар, дунит, пироксенит, перидотит

**A.Yousufi**

#### **Features of the genesis of ultramafic rocks**

**Abstract.** In this article, we studied the general knowledge of ultramafic rocks, their types, and how they forming in the Earth's crust. The ultramafic rocks have finite distribution on the earth crust and approximately have formed 0.4% of the entire igneous rocks in earth crust. Ultramafics are [igneous](#) rocks with a very low [silica](#) content (less than 45%), generally >18% [MgO](#), high [FeO](#), low [potassium](#), and they are composed of usually greater than 90% [mafic minerals](#). The more important primary mafic minerals are olivine, pyroxene, hornblende, mica, and garnet; the most abundant secondary or metamorphic minerals are serpentine, chlorite, amphibole, epidote, and magnetite.

**Keywords:** ultramafic rocks, dunite, pyroxenite, peridotite.

УДК 699.841

**Saleh Ghulam sakhi, Dostanova S.Kh.**

*Scientific advisor Dostanova S. Kh. doctor of technical sciences and professor*

*Satbayev University, Kazakhstan, Almaty*

[Eng.sakhisaleh@gmail.com](mailto:Eng.sakhisaleh@gmail.com), [Dostanova0109@mail.ru](mailto:Dostanova0109@mail.ru)

## **BENEFITS OF SEISMIC ISOLATION**

**Abstract.** *Seismic isolation provides the highest degree of earthquake protection for buildings and their residents. Modern applications of this technology are less than 50 years old, and their spread in seismically active regions continues to grow. The benefits of seismic isolation that make it attractive to building owners are discussed in two sections: first, the benefits gained before the occurrence of a devastating earthquake, and second, the benefits gained during and after such an event.*

**Keywords:** *Seismic isolation, isolated building, conventional building, earthquake, trauma, ductility, structural damage.*

### **Pre-earthquake benefits**

Surprisingly, seismic isolation can be beneficial even before an earthquake. Many of these benefits are realized during the design phase of a building, when they can lead to improved architectural performance. Take, for example, the size and configuration of structural elements. While seismically isolated buildings are usually designed to be as robust as equivalent traditional buildings, they do not require the same ductility. Their energy absorption is provided by their damping mechanisms. In conventional buildings, ductility is achieved by applying the Capacity Calculation approach. First, by providing a hierarchy of structural damage in which the most important structural elements, such as the columns that support the entire weight of the building, are more protected than, say, beams.

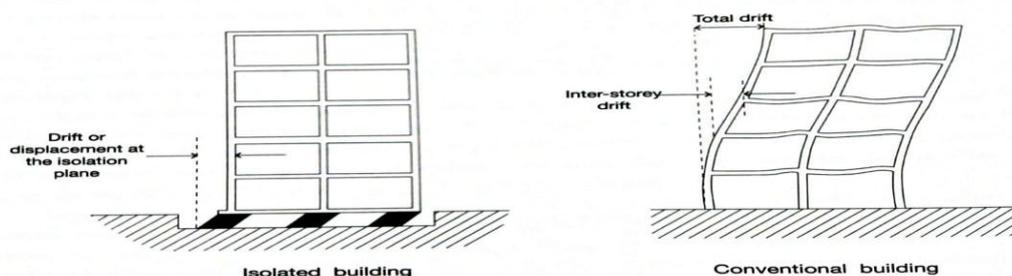
The beams can carry their loads even if they are damaged at the ends. Second, brittle fracture types such as shear failure are suppressed by increasing the shear strength of structural members such as columns, beams, and structural walls. The earthquake energy can then be absorbed by the ductility of structural steel or steel reinforcement in reinforced concrete structures at non-critical discrete locations throughout the structure.

Such flexible traditional buildings, at least if they rely on moment frames for their horizontal resistance, require regular floor heights and columns that are stronger than beams. But since seismically isolated buildings are usually designed to remain resilient, there is no need for vertical regularity. Some of the traditional rules for constructing seismic data can be relaxed. For example, the generally very undesirable soft floor and short column configurations, which are generally considered critical structural deficiencies, may be possible provided the structural elements are protected from damage by seismic insulation. This potential is exploited in a seismically isolated Japanese building with very thin columns and long span beams.

Seismic insulation not only prevents structural damage, but also significantly reduces horizontal interfloor drifts that occur during an earthquake. Where the need to reduce horizontal flexibility rather than meet strength requirements dictates the dimensions of structural members, seismic isolation allows for the use of smaller structural members. Other significant architectural benefits arise in a building with less interfloor drift. These include reduced seismic separation gaps between architectural elements such as glazing and pillars, or external cladding elements such as precast concrete panels, and between architectural elements and structural elements. The result is simplified, less visible design detail.

Thus, seismic isolation allows for greater architectural freedom. Structural configurations not conceivable in conventional buildings can be considered. Thinner columns and load-bearing walls are also possible, as well as simpler and thinner separation gaps. These potential benefits can improve architectural aesthetics. Two examples developed by Toyo Ito are discussed in more detail in the next chapter.

But the pre-earthquake benefits include more than just the quality of the architecture. Seismic isolation provides peace of mind to building owners and residents. This is reflected in an increase in the number of seismically isolated apartment buildings in Japan. Seismic insulation, which is touted as one of the desirable characteristics of these buildings, attracts both tenants and higher rents. There may also be other financial benefits for owners, such as being able to negotiate lower insurance premiums against earthquakes, or even self-insurance.



Picture 1 - Inter-story drifts in conventional and seismically isolated buildings. Most of the total drift of an isolated building occurs at the isolation plane, whereas in a conventional building the total drift is the sum of all inter-story drifts.

### **Benefits during an earthquake and post-earthquake**

While the benefits of seismic isolation before an earthquake are tangible, they are all the more tangible during and after a major earthquake. They have been mentioned in previous chapters, especially when comparing the characteristics of seismically isolated and conventional buildings, but they can be explicitly listed as:

- Reducing the injury rate of building residents,
- Reducing the injury rate of building residents and passers-by,
- No or minimal structural damage,
- No or minimal damage to architectural (non-structural) elements, and
- No or minimal disruption to the employment and functioning of the building.

An earthquake in a seismically isolated building is much less traumatic. The building rocks relatively slowly compared to a normal building, where you can be shaken a lot. Lower acceleration in an isolated building also means less damage to its contents. Reducing the number of objects thrown and dropped off shelves or countertops also reduces anxiety and injury. Smaller interfloor deflections mean that glazing is less likely to be damaged or cladding panels are less likely to fall from highly deformed frames onto the footpaths below.

Reduced accelerations and deflections are the norm in insulated buildings. For example, Istanbul's Sabiha Gokcen Airport, one of the largest seismically isolated buildings in the world, is projected to reduce floor drift and acceleration by 80 percent.



Picture 2 - Istanbul's Sabiha Gokcen international Airport Terminal, Turkey, one of the largest seismically isolated buildings in the world. Source: H. Darama, Arup

In other words, the demolition and acceleration of a normal building is up to 4 times more. A similar result was found in the study of two three-story buildings with steel supports, one of which is seismically isolated and prone to many different earthquakes. Its seismic isolation reduced interfloor drifts and floor accelerations by 5-20 and 4-6 times, respectively. The magnitude of these reduction factors varies from building to building, and it has been found that they are reduced in more flexible, say, moment frames, in buildings by half. The effect of this significant reduction in drift and acceleration means no structural damage and minimal damage. architectural elements and contents of the building. Scenes like those shown in the figure below should never appear in a seismically isolated building after an earthquake.



Picture 3 - Non-structural damage to a suspended ceiling at the Santiago International Airport terminal building after the 27 February 2010 Chile earthquake. Source: G. Mosqueda

The consequence of absence or limited damage is minimal disruption to the employment and functioning of the building. Of course, the building should not be affected by damage to neighboring buildings and utilities, such as electricity, sewerage and water supply, and remain accessible. For some businesses, minimizing downtime is critical. Attempts to quantify post-earthquake costs, including those associated with building downtime, are included in the life cycle cost analysis of seismic isolation systems.

**Conclusion:** The potential benefits of seismic isolation are enormous. The inclusion of the word “potential” confirms the probability, in the 80-90 percent range, that the design earthquake will not occur during the life of the building. However, during and after the design basis earthquake that struck the isolated building, the building owner will receive many different benefits from the protection provided by seismic isolation. It's not too dramatic to say that lives, jobs and businesses can be saved. And even before there is a “big” one, seismic isolation will bring financial, aesthetic and functional benefits.

## References

1. Seismic isolation for architects written Andrew Charlesson and Adriana Guisasola, published in 2017.
2. Earthquake-Resistant Design of RC Structures, Praveen Kumar, Pages 179-214
3. Seismic Analysis and Design of Steel Structures R. M. Parmar, Y. M. Parulekar, Praveen Kumar, G. R. Reddy, Pages 235-306
4. Seismic Qualification of Structures, Systems, and Components by Test G. R. Reddy, R. K. Verma, Pages 419-455
5. Seismic Base Isolation of Structures, G. R. Reddy, T. Nagender, P. N. Dubey, Pages 521-548

### Салех Гулам Сахи, Достанова С.Х. Преимущества сейсмической изоляции

**Аннотация.** Сейсмическая изоляция обеспечивает высочайшую степень защиты от землетрясений для зданий и их жителей. Современным приложениям этой технологии менее 50 лет, и их распространение в сейсмически активных регионах продолжает расти. Преимущества сейсмической изоляции, которые делают ее привлекательной для владельцев зданий, рассматриваются в двух разделах: во-первых, преимущества, полученные до возникновения разрушительного землетрясения, и, во-вторых, преимущества, полученные во время и после такого события.

**Ключевые слова:** сейсмическая изоляция, изолированное здание, обычное здание, землетрясение, травма, пластичность, структурные повреждения.

### Салех Гулам Сахи, Достанова С.Х. Сейсмикалық оқшаулаудың артықшылықтары

**Аннотация.** Сейсмикалық оқшаулау ғимараттар мен олардың тұрғындарына жер сілкінісінен қорғаудың ең жоғары дәрежесін ұсынады. Технологияның заманауи қосымшалары 50 жасқа толмаған және сейсмикалық белсенді аймақтарға ену қарқыны артып келеді. Сейсмикалық оқшаулаудың оны ғимарат иелері үшін тартымды ететін артықшылықтары екі бөлімде қарастырылады: біріншіден, зақымдайтын жер сілкінісі болғанға дейінгі пайда, екіншіден, осындай оқиға кезінде және одан кейін болған пайда.

**Түйін сөздер:** сейсмикалық оқшаулау, оқшауланған ғимарат, әдеттегі ғимарат, жер сілкінісі, жарақат, икемділік, құрылымның зақымдануы.

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

УДК 622

**Д. Ж. Абдели, Б. Р. Таубаев, Д. Сатбай**  
*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[abdeli.dairabay@gmail.com](mailto:abdeli.dairabay@gmail.com)

### **СНИЖЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ АСФАЛЬТОСМОЛИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОВЫШЕНИЕ ДЕБИТА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН**

**Аннотация.** Рекомендованы эффективные способы снижения образования асфальтосмолистых и парафиновых отложений в призабойной зоне нефтяного пласта и восстановления дебитов добывающих скважин закачкой в скважину нагретых низкокипящих компонентов нефти с содержанием атомов углерода  $C_6 - C_9$  в молекулах. Установлены рациональные режимы работы и параметры установки для получения низкокипящих компонентов нефти в промышленных условиях.

**Ключевые слова:** нефть, залежи, скважины, асфальтены, смолы, парафины, отложения.

Опыт эксплуатации многих месторождений показывает, что по мере отбора нефти из залежей и снижения пластового давления происходит интенсивное выпадение органических и минеральных отложений в призабойной зоне скважин. Прежде всего это связано с большим содержанием тяжелых углеводородов как асфальтены, смолы и парафины в добываемой нефти. Тенденция скапливаться и осаждаться тяжелых органических соединений в призабойной зоне добывающих скважин и на поверхности оборудования зависит от состава нефти, пластового давления и температуры среды [1-6].

В настоящее время для удаления асфальтосмолистых и парафиновых отложений из призабойной зоны скважины применяют различные растворители на основе ароматических углеводородов, горячую нефть и побочные продукты нефтехимического производства. Однако, нефтяные растворители и побочные продукты нефтехимического производства из-за дороговизны не всегда доступны в промышленных условиях.

Полученные модели молекул асфальтенов показывают, что на процесс выпадение отложений из нефти существенно влияют разветвленная структура молекул и характер движения потока нефти на поверхности твердого тела. Если движение потока нефти имеет ламинарный характер, то асфальтены с длинными молекулами из ароматических колец и алкановых цепей склонны образовывать твердые отложения в призабойной зоне пласта и на рабочих поверхностях оборудования. Минимальную скорость перемещения нефти призабойной зоне пласта, при которой существенно снижается выпадение органических отложений, можно определить основываясь закону Дарси по формуле

$$v = \frac{k_1}{\mu} \frac{dp}{dL},$$

где,  $k$  - коэффициент проницаемости, характеризующий способность породы пропускать жидкости и газы,  $\mu$  - вязкость жидкости,  $dL$  – изменение длины фильтрационной зоны;  $dp$  – изменение давления.

После интегрирования переменных параметров  $dL$  от радиуса скважины  $r$  (или от нуля пренебрегая малым значением  $r$  по сравнению  $R$ ) до радиуса контура питания  $R$  и  $dp$  от давления  $p_0$  в забое до пластового давления  $p$  уравнение Дарси для радиальной фильтрации нефти будет иметь следующий вид:

$$v \int_0^R dL = \frac{k}{\mu} \int_{p_0}^p dp; \quad v = \frac{k (p - p_0)}{\mu R} \quad (1)$$

Из этой формулы видно, что изменить характер движения нефти можно достичь путем изменения пластового давления в процессе закачки воды или газа в пласт.

Полученную скорость  $v$  перемещения нефти подставляем в известную формулу для определения числа Рейнольдса и определяем турбулентность характера движения нефти из условия

$$Re = \rho \frac{v D}{\mu} \geq Re_{cr}, \quad (2)$$

где  $Re$  – числа Рейнольдса,  $\rho$  – плотность нефти,  $v$  – скорость потока нефти,  $D$  – диаметр отверстий перфорационных каналов эксплуатационной колонны скважины,  $\mu$  - вязкость нефти,  $Re_{cr} \approx 2300$  – критическое значение чисел Рейнольдса, ниже которого происходит ламинарный характер движения нефти.

На основании вышеуказанных формул (1) и (2) можно определить минимальное значение пластового давления  $p$ , свыше которого обеспечивается турбулентный характер движения нефти и не происходит образование асфальтосмолистых и парафиновых отложений в призабойной зоне пласта:

$$v = \frac{k (p - p_0)}{\mu R} = \mu \frac{Re_{cr}}{\rho D}; \quad p = \mu^2 \frac{R \cdot Re_{cr}}{k \rho D} - p_0. \quad (3)$$

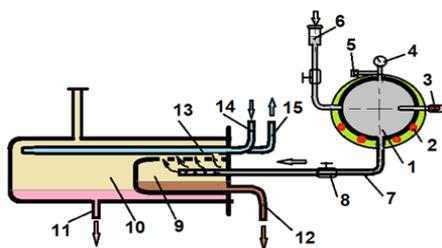
Из вышеуказанных формул видно, что на процесс выпадение асфальтосмолистых и парафиновых отложений существенно влияют вязкость нефти и пластовое давление. Это говорит о том, что одним из главных условий предотвращения выпадения асфальтосмолистых и парафиновых отложений в призабойной зоне скважин является достижение пластового давления выше давления насыщения нефти газом закачкой воды или газа пласт.

Нами получен патент [7] Республики Казахстан на способ удаления асфальтосмолистых и парафиновых отложений из призабойной зоны нефтяного пласта применением нагретых до температуры не ниже нефтяного пласта низкокипящих компонентов нефти с содержанием атомов углерода  $C_6 - C_9$  в молекулах. В эту группу углеводородов входят ароматические углеводороды как бензол, толуол и ксилол, которые хорошо растворяют асфальтены, смолы и парафины. Нагрев низкокипящих компонентов нефти свыше пластовой температуры и закачка в призабойную зону ускоряет растворения асфальтосмолистых отложений.

Были проведены экспериментальные исследования для оценки эффективности применения низкокипящих компонентов нефти с содержанием атомов углерода  $C_6 - C_9$  в молекулах в качестве растворителя асфальтосмолистых и парафиновых отложений. Лабораторная экспериментальная установка (рис. 1) представляет собой аналог промышленного оборудования для получения в промысловых условиях низкокипящих компонентов нефти с содержанием атомов углерода  $C_6 - C_9$  в молекулах. Она состоит из горизонтального цилиндрического реактора 1, заполненной дегазированной нефтью и снабженной электрическим нагревателем 2, термометром 3, манометром 4, выпускным 5 и приемным 6 патрубками.

Внутренняя полость реактора соединена через трубку 7 и крана 8 с рабочей камерой 9, верхняя часть которой перфорирована. Рабочая камера установлена внутри охлаждающей камеры 10 и имеет выпускной патрубок 11 для слива низкокипящих компонентов нефти. Рабочая камера снабжена выпускным патрубком 12 для слива высококипящих компонентов нефти. Внутри охлаждающей камеры находится змеевик 13 с входным 14 и выходным 15 патрубками.

Цилиндрический реактор наполняется нефтью через приемный патрубок. При этом выпускной патрубок реактора находится в открытом положении. После заполнения нефтью реактор нагревается до температуры кипения ароматических углеводородов 200°C. Через змеевик охлаждающей камеры пропускают холодную воду. Затем открывают кран соединительной трубки, через которую нагретая нефть из реактора поступает в рабочую камеру. В рабочей камере низкокипящие компоненты нефти испаряются и выходят через перфорационные отверстия в охлаждающую камеру. Высококипящие компоненты в виде жидкости выводятся через выпускной патрубок рабочей камеры. В охлаждающей камере парообразные низкокипящие компоненты нефти превращаются в жидкость и выводятся через выпускной патрубок.



а)



б)

Рисунок 1 - Схема (а) и общий (б) вид установки для получения низкокипящих компонентов нефти по аналогии промышленного оборудования.

При проведении опытов принята нефть с кинематической вязкостью 30 мм<sup>2</sup>/с при 20°C (ASTM D 445-2011) и 10 мм<sup>2</sup>/с при 50°C (ASTM D 445-2011). В качестве асфальтосмолистого соединения (отложения) был принят твердый битум, содержащий в своем составе асфальтена около 25 % и смолы 35 % и из него изготовлены шарики диаметром 5 мм. Растворимость твердого битума в низкокипящих компонентах нефти соответственно в пластовых (60...80°C) и атмосферных условиях оценивалась как разница  $\delta$  первоначального диаметра 5 мм битумного шарика и диаметра  $d_0$  его в процессе растворения через интервалы времени  $B = 0,25; 0,50; 1,0; 1,5; 2,0$  и 2,5 часа, т.е. как интенсивность растворимости битумного шарика  $\delta = 5 - d_0$  в растворителе.

Были вычислены значения коэффициентов регрессии и получено уравнения, описывающие изменение растворимости битумного шарика  $\delta$  от двух факторов: температуры растворителя  $x_1$  ( $T$ ) и времени растворения битума  $x_2$  ( $B$ ): в кодированных величинах

$$\delta = 5,0001 + 0,6004x_1 + 0,2914x_2 - 0,2x_1x_2 - 0,4480x_1^2 - 0,2231x_2^2;$$

в натуральных величинах

$$\delta = - 9,8518 + 0,4784 T + 6,0751 B - 0,05 TB - 0,0044 T^2 - 1,3944 B^2;$$

На рисунке 2 представлены графики зависимости растворимости битумного шарика  $\delta$  при температуре  $T = 20; 40; 60$  и 80°C растворителя и времени растворения  $B = 0,25; 0,50; 1,0; 1,5; 2,0$  и 2,5 часа.

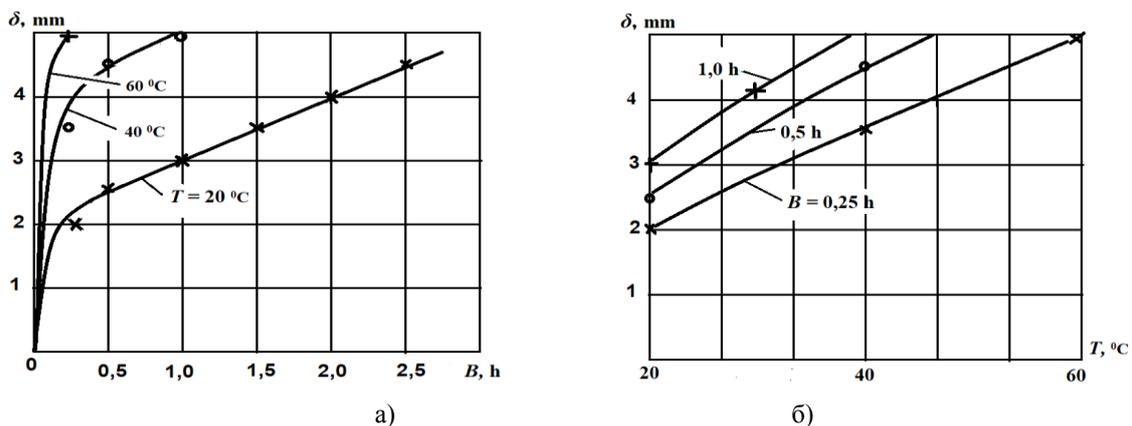


Рисунок 2 - Зависимость растворимости битумного шарика  $\delta$  от времени (а) нахождения его в растворителе и температуры растворителя (б).

Из графиков видно, что при изменении температуры от 20 до 80<sup>0</sup>С время полного растворения битума в виде шарика с диаметром 5 мм составляет в пределах времени 0,20 ...3,0 часа, а при пластовых условиях (60 ... 80<sup>0</sup>С) – значительно меньше в пределах времени 0,2 ...0,25 часа. Это говорит о том, что в процессе закачки низкокипящих компонентов нефти с содержанием атомов углерода  $C_6 - C_9$  в молекулах необходимо их предварительно нагреть до пластовой температуры. Время выдерживания и объем растворителя в пласте определяют в зависимости от степени засоренности призабойной зоны скважины асфальтосмолистыми отложениями.

Таким образом, разработаны эффективные способы снижения образования асфальтосмолистых и парафиновых отложений в призабойной зоне нефтяного пласта и восстановления дебитов добывающих скважин закачкой в скважину нагретых низкокипящих компонентов нефти с содержанием атомов углерода  $C_6 - C_9$  в молекулах.

### Литература

1. Елеманов Б.Д. Проблемы разработки месторождений Казахстана. –М. НИПИнефтегаз, 2002. -610 с.
2. Hirschberg A, deJong, LNJ (1984) Influence of Temperature and Pressure on Asphaltene Flocculation. SPE Society of Petroleum Engineers Journal 24(3): 283-293.
3. 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.
4. 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.
5. G. A. Mansoori. Asphaltene, resin, and wax deposition from petroleum fluids //The Arabian Journal of Science and Engineering. -1996(a). –Vol.21(48). –P.707-723.
6. V. A. M. Branco, G. A. Mansoori, L. C. De Almeida Xavier etc. Asphaltene flocculation and collapse from petroleum fluids //Journal of Petroleum Science and Engineering. -2001. –Vol.32. – P.217-230.
7. Патент 28866 РК, МКИ Е 21 33/138. Способ повышения нефтеотдачи пластов и дебита скважин. Д. Ж. Абдели, И. К. Бейсембетов, Л. К. Киинов и др. (РК). — №2012/1152.1; Заявлено 02.11.2012; опубликован. 15.08.2014, Бюллетень. № 8.

**D. Zh. Abdeli, B. R. Taubayev, D. Satbay**

### **Reducing the formation of asphalt-resinous sediments and increase in the production rate of oil wells**

**Abstract.** Effective methods are recommended to reduce the formation of asphalt-resinous and paraffin deposits in the near-bottom zone of an oil reservoir and restore production rates of production wells by injecting heated low-boiling oil components into the well with  $C_6 - C_9$  carbon atoms in molecules. Experimental studies carried out in laboratory conditions have shown a high solubility of asphalt-resinous and paraffinic compounds in low-boiling oil

components. Rational operating modes and parameters of the unit for obtaining low-boiling oil components in field conditions have been established.

**Keywords:** oil, deposits, wells, asphaltenes, resins, paraffins, sediments.

**Д. Ж. Абделі, Б. Р. Таубаев, Д. Сатбай**

**Асфальтеншайырлы қақтың болуын азайту және мұнай ұңғыларының өнімділігін арттыру**

**Аңдатпа.** Асфальтеншайырлы қақтың болуын азайту әдістері және мұнай ұңғыларының өнімділігін молекулаларында көміртегінің  $C_6$  -  $C_9$  атомдары бар мұнайдың төменгікайнау компоненттерін мұнай қабатының ұңғы түбі маңына айдай арқылы арттыру әдістері ұсынылған. Лабораториялы жағдайда жүргізілген эксперименталдік зерттеулер мұнайдың төменгікайнау компоненттерінде асфальтеншайырлы және парафинді қосындылардың өте жақсы еритіндігін көрсетті. Промыслдық жағдайда мұнайдың төменгікайнау компоненттерін алуға болатын қондырғының рациональды жұмыс режимі және параметрлері табылған.№

**Түйін сөздер:** мұнай, кеніш, ұңғы, асфальтендер, шайырлар, парафиндер, қақ.

УДК: 622.276.7

**Е.К. Айтқулов, Д.А. Ахметов, Ж.А. Исламбердиев**

*Научный руководитель – Б.С.Ахымбаева, ассистент-профессор, доктор PhD  
Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова, Satbayev University,  
Казахстан, г. Алматы*

[YAitkulov@kgm.kz](mailto:YAitkulov@kgm.kz)

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО МЕТОДА ЛИКВИДАЦИИ ДАВЛЕНИЯ В МЕЖКОЛОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТОО «СП «КАЗГЕРМУНАЙ»**

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты анализа эффективности гравитационного метода ликвидации давления в межколонном пространстве на месторождениях ТОО «СП «Казгермунай».

При проведении анализа были использованы фактические показатели межколонного давления до и после работ по ее устранению согласно актов выполненных работ и актов контрольного замера межколонных давлений с 2016 по 2020 года.

**Ключевые слова:** межколонное давление, гравитационный метод, закачка гравитационного состава.

**Введение.** На сегодня одной из актуальных проблем безопасной эксплуатации скважин является наличие давления в межколонном пространстве (далее – МКП), вследствие неконтролируемого движения флюидов за обсадной эксплуатационной колонной. Возникновение межколонного давления (далее – МКД) создает угрозу разгерметизации устьевого оборудования, нарушения целостности обсадных колонн, образования грифонов, неуправляемого фонтана, возникновения техногенных залежей [1].

Причинами возникновения МКД, в основном, являются:

- негерметичность обсадной колонны (труб, резьб) и колонной головки;
- низкое качество крепления эксплуатационной колонны при строительстве скважины;
- трещинообразование в цементном камне при эксплуатации скважины: при перфорации, гидравлической опрессовке, вращении инструмента в колонне, и т.д;
- особенности геологических условий скважины (высокое пластовое давление, нарушение структуры горных пород) [2].

Проблема негерметичности МКП часто встречается в практике эксплуатации скважин, к примеру, более 8000 скважин в Мексиканском заливе, около 50% нефтяных скважин месторождения Белый Тигр на шельфе Вьетнама, почти 30% скважин газоконденсатного сероводородсодержащего месторождения Карачаганак в Казахстане имеют МКД. В России около 25-30% всех эксплуатационных скважин ПАО «Газпром», а по

северным месторождениям даже 50%, составляют скважины с МКД различной величины. На газовых месторождениях севера Тюменской области выявлены МКД и грифоны на устье более чем в 50% эксплуатационных скважин [1-3].

**Постановка задачи.** Изучению проблемы МКД, причин их возникновения, происходящих при этом процессов посвящено много работ, однако данная проблема и в настоящее время продолжает оставаться актуальной. В многочисленных исследованиях приводятся статистические данные о возникающих на различных месторождениях подобных явлениях, показаны пути их изучения и борьбы с ними [4,5]. Так, согласно рассмотренным исследованиям, на 2019 год на месторождениях ДЗО АО «НК «КазМунайГаз» в общей сложности около 200 скважин имели МКД, тогда как на месторождениях ТОО «СП «Казгермунай» (далее – КГМ) 27 скважин имели МКД.

Таким образом, наличие МКД имеет широкое распространение, но в данный момент мало технологий, позволяющих решать проблему снижения или ликвидации МКД. В качестве главной причины этого авторы отмечают наличие каналов в МКП крепи скважин. До 50 % фонда добывающих скважин на нефтегазовых месторождениях имеют МКД, обусловленные заколонными перетоками флюидов [5]. Кроме того, МКД обусловлены как геологическими условиями, так и физическими процессами, происходящими в условиях месторождения [6]. Для каждого месторождения характерны присущие данным условиям закономерности, при этом особая трудность возникает в условиях наличия агрессивных компонентов и аномально высоких пластовых давлений. Данный факт показывает важность и необходимость внимания к данной проблеме, ее более глубокому изучению. Исходя из этого, настоящая статья посвящена анализу опыта борьбы с МКД на КГМ.

**Краткое описание методов ликвидации МКД.** В настоящее время в различных регионах, в частности в Казахстане, применяют, в основном, 3 метода ликвидации МКД.

- *Метод стравливания.* Это – контролируемые периодические стравливания флюида из МКП, в качестве инструмента контроля, оценки потенциально возможной опасности и как метод снижения величины и ликвидации МКД. Данные действия предупреждают развитие МКД до опасных для скважин величин. Во всех скважинах, стравливаемых из МКП по времени очень малы по объему и быстротечны, в основном до 10 л. Вначале необходимо установить причины МКД, и разработать мероприятия по ликвидации МКД без ущерба для окружающей среды. На скважинах, с большими давлениями в МКП, применение этого метода без закачки тяжелого раствора или рассола, приводит дренированию каналов в кольцевом пространстве и к росту МКД [4].

- *Классический метод.* С помощью геофизических исследований скважин (далее – ГИС) определяется источник появления избыточного давления, после чего на глубине обнаруженного источника производится перфорация для создания специальных отверстий с целью закачки тампонирующего изоляционного состава (микроцементы, полимерные материалы, отверждающиеся составы, смолы и т.д).

- *Гравитационный метод.* В МКП с устья скважины продавливается жидкость высокой плотности, без твердой фазы до тех пор, пока столб жидкости не создаст достаточного гидростатического давления, чтобы сдерживать флюид, поступающий из пласта. В данном случае проведение ГИС не обязательно. Необходимо знать давление гидроразрыва (или открытия трещин) породы и максимальное допустимое давление, которое сможет выдержать обсадная колонна. Основным условием является наличие приёмистости в интервале источника МКД, то есть чем выше приёмистость, тем быстрее жидкость будет продавлена.

До 2020 года на месторождениях КГМ применялся метод стравливания, а также классический метод ликвидации МКД. Применение метода стравливания было низкоэффективным, так как во всех скважинах после стравливания МКД по истечении определенного промежутка времени давление накапливалось заново. Классический метод

также показал низкий или непродолжительный эффект, эффективность составила 43% вне зависимости от назначения (категории) скважин (Таблица 1).

Таблица 1. Результаты классического метода ликвидации МКД.

\*- на скважине Акс 25 после проведения работ МКД возросло до 120 бар, скважину законсервирована.

№	№ скважин	Категория скважин	Дата проведения работ	МКД до проведения работ, бар	МКД после работ, бар
1	Акш 500	добывающая	Ноябрь 2017	62	0
2	Акш 51	добывающая	Октябрь 2017	40	16
3	Акш 285	добывающая	Октябрь 2017	28,6	6
4	Акш 422	добывающая	Декабрь 2018	3	0
5	Акш 444	добывающая	Ноябрь 2018	10	20
6	Акс 56	добывающая	Декабрь 2016	15	0
7	Акс 25*	добывающая	Декабрь 2016	68	120

На основании полученных результатов и в целях повышения эффективности ликвидации МКД, с 2020 года в КГМ применяется технология ликвидации МКД гравитационным способом. Способ основан на закачке в МКП инертной тяжелой жидкости марки БТА-20У.

Раствор на углеводородной основе БТА-20У предназначен для бурения скважин при АВПД и высокими температурами, а также для ликвидации МКД. Технология БТА-20У позволяет создавать буровые растворы с низким реологическим профилем и повышенной седиментационной устойчивостью. Данная технология заключается в измельчении утяжелителя BaSO<sub>4</sub> (барит) до частиц коллоидного размера – от 0,1 до 10 мкм. За счет предварительной обработки частиц утяжелителя, реология раствора не повышается.

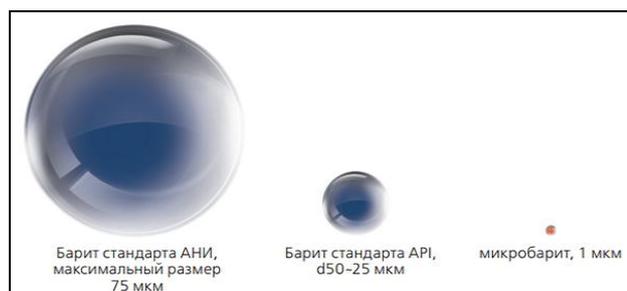


Рисунок 1 - Сравнение размеров измельченного барита со стандартным баритом

2. Не смешивается с водой и за счет этого не уменьшается его плотность при контакте со скважинной жидкостью, что обеспечивает большой срок эффекта;
3. В процессе эксплуатации остается в жидком состоянии, за счет этого устойчив к внешним механическим воздействиям. Заполняет новообразующиеся трещины и каверны;
4. Не требует предварительной очистки МКП для увеличения адгезии с металлом.

Преимущества раствора БТА-20У:

1. Экологически безопасен;

Схема закачки раствора БТА-20У показаны ниже на рисунках 2 и 3.

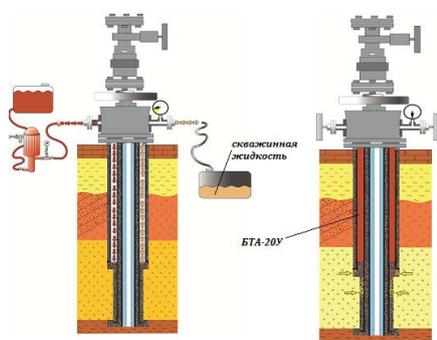


Рисунок 2 - Схема распределения жидкостей до и после обработки скважины в МКП, при способе закачки без подхода подъемного агрегата.

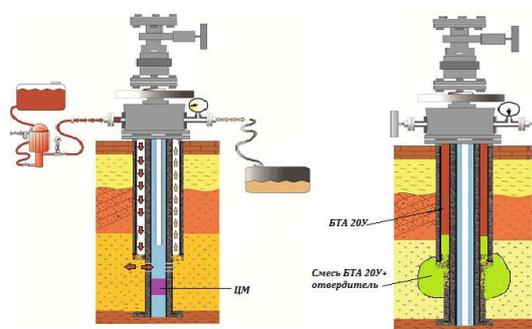


Рисунок 3 - Схема распределения жидкостей до и после обработки скважины в МКП, с применением спецотверстий под технической колонной для

увеличения площади заполнения кольцевого пространства. С привлечением подъемного агрегата.

**Анализ результатов работ.** На месторождениях КГМ работы по ликвидации МКД гравитационным способом проводились на 10 (десяти) скважинах, результаты ликвидации МКД на скважинах Акш261, Акш439, Акш213, Акш295 и Нур236 имеют положительный эффект. На газодобывающей и нагнетательных скважинах результаты отрицательные. Эффективность етода на месторождениях КГМ оценивается в 50% (Таблица 2).

Таблица 2. Результаты работ ликвидации МКД гравитационным методом с использованием раствора БТА-20У.

№	№ скважин	Категория скважин	Изменение МКД по годам, бар					МКД после работ, бар
			2016	2017	2018	2019	2020	
1	Акш261	добывающая	4	4,5	7	9	5	6
2	Акш439	добывающая	0	32	60	44	50	0
3	Акш213	добывающая	0	0	2	3	13,5	0
4	Акш236	добывающая	0	0	0	4	6	0
5	Акш295	добывающая	0	0	0	3,5	43	2
6	Нур71	добывающая	0	0	0	0	2	0
7	Акш53	нагнетательная	0	0	0	32	45	12
8	Акш240	нагнетательная	0	0	0	75	95	70
9	Акш331	нагнетательная	2	13	6,8	38	35	38
10	Акс 28Г	газодобывающая	0	0	0	0	70	70

Также в 2020 году дополнительно на 6 скважинах были проведены безуспешные попытки закачки гравитационного состава в МКП (давление закачки до 40 бар), с последующей отменой работ на данных скважинах. Основным условием применения гравитационного метода является наличие приемистости в интервале закачки гравитационного состава, и как следствие его заполнение в МКП с созданием противодействия за счет столба жидкости с высокой плотностью. В связи с тем, что на этих 6 (шести) скважинах МКП было заполнено до устья химией и цементом от предыдущих работ, в дальнейшем работы по ликвидации МКД планируются провести альтернативными методами, в том числе с вариантом прострела дополнительных отверстий для дальнейшей закачки цемента для изоляции источников МКД.

**Заключение.** На скважинах КГМ классический метод ликвидации МКД показал низкую эффективность, однако метод мог бы показать лучший эффект в случае тщательного проведения работ по определению источников МКД, (ГИС-контроль, шумометрия, термометрия и т.д.). Технология ликвидации МКД гравитационным методом показала свою эффективность в добывающих скважинах, однако на нагнетательных и газодобывающей скважинах результаты были отрицательными. Данный метод не применим для скважин, в МКП которых невозможно производить закачку гравитационного состава при давлении закачки 40 бар. На данный момент проводится анализ и изучение существующих технологий ликвидации МКД на газовых и нагнетательных скважинах для применения в будущем.

### Литература

1. Горбачева О.А. Разработка и внедрение методов контроля и исследований скважин с межколонными давлениями на Астраханском ГКМ: диссертация кандидата технических наук. - Уфа, 2012. - 193 с.: ил.
2. Тенн Р.А. Методы диагностики и ликвидации межколонных флюидопроявлений при строительстве скважин на месторождениях и ПХГ: диссертация кандидата технических наук: 05.15.10. - Ставрополь, 1999. - 205 с.: ил.
3. С.А. Демахин, А.П. Меркулов, И.А. Туфанов, С.В. Малайко, А.В. Клочков. Ликвидация межколонных давлений – основа безопасной эксплуатации нефтяных и газовых скважин. ООО «Зиракс», ООО «Зиракс-нефтесервис», ООО «НПП Ойл-инжиниринг»

4. Каженов М.Б. Методы борьбы с МКД на месторождениях ЗКО. Инжиниринговые решения в области нефтегазовой индустрии Казахстана, Сборник трудов, Выпуск 6, АО «НИПИнефтегаз» - Актау, 2020. - 272-278с.

5. Белоконь Д.В., Усов С.В. Исследование причин межколонных проявлений в нефтегазовых скважинах. Булатовские чтения, 2018. Сборник статей, с.50-55.

6. Кашкапеев С.В., Новиков С.С. Особенности образования межколонных давлений в скважине и комплекс исследований для их диагностики. Газовая промышленность, Добыча газа и газового конденсата. № 8 | 772 | 2018 г., с.54-59.

**Y.K. Aitkulov, D.A. Akhmetov, Zh.A. Islamberdiyev**

**Efficiency evaluation of gravity method of elimination of annular pressure in the JV «kazgermunai» llp oil fields.**

**Abstract.** This article comparatively analyzes the efficiency of different methods of elimination of annular pressure in the JV «Kazgermunai» LLP oil fields.

*The actual annular pressure values according the measurement acts (before and after the performed elimination works, during the monitoring measurements) between 2017 and 2020, were used for the analysis.*

**Keywords:** annular pressure, gravity method, pumping the gravitational composition.

**Е.К. Айтқұлов, Д.А. Ахметов, Ж.А. Исламбердиев**

**«Қазгермұнай» бк» жшс кенорындарындағы бағана аралық қысымды жоюдың түрлі әдістерін қолданудың тиімділігін салыстырмалы талдау**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада «Қазгермұнай» БК» ЖШС кенорындарындағы бағана аралық қысымды жоюдың гравитациялық әдісінің тиімділігін бағалау нәтижелері келтірілген.

*Талдау жүргізу кезінде 2017 және 2020 жылдар аралығындағы бағана аралық қысымды жою жұмыстарының актілеріндегі жұмысқа дейінгі және кейінгі және бақылау өлшеу актілеріндегі бағана аралық қысымның тікелей алынған нақты көрсеткіштері пайдаланылған.*

**Түйін сөздер:** бағана аралық қысым, гравитациялық әдіс, гравитациялық құрамды айдау.

УДК 622.276 (075)

**А.Б. Амиржанова, М.Х. Астахова**

*Б.М. Насибуллин. сеньор-лектор*

*Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті . Қазақстан, Алматы қаласы.*

[astakhova.meiramgul@gmail.com](mailto:astakhova.meiramgul@gmail.com)

**СУ АЙДАУ БАҒЫТЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ОҚШАУЛАУ ОБЪЕКТІЛЕРІН ТАҢДАУ**

**Аңдатпа.** Мақалада суды жылжыту бағытына байланысты өңдеу дизайнына қойылатын технологиялық талаптар және су оқшаулау құрамының құрамын оңтайландыру принциптері бар. Айдалатын суды сүзудің гидродинамикалық ерекшеліктерін анықтайтын геологиялық құрылым айдалатын су оқшаулайтын құрамдардың композициялық құрамына және кәсіпшілік жұмыстарды жоспарлаудың технологиялық ерекшеліктеріне, негізінен реагенттерді орналастырудың барынша жоғары селективтілігіне қол жеткізу және жуылған аралықтарда сүзгілік түйістіруді ұлғайту қабілеті бөлігінде талаптар көрсетілген. Реологиялық және сүзу эксперименттерінің нәтижелері бойынша ұңғымалардың өнімдерін суландырудың әртүрлі бағыттарына қатысты негізгі су оқшаулағыш қосылыстардың құрамын жасау стратегиясы ұсынылған.

**Түйін сөздер:** мұнай қорларын өндіру, су оқшаулау, гель өндіру көлемі, қашықтағы ұңғыма аралық кеңістік, температура өрісі, термотропты гель түзетін құрам.

**Кіріспе**

Айдалатын судың бос айналымын шектеу, мұнай өндіруді қарқындету және мұнай кен орындарын игеру кезінде қабаттардың мұнай беруін арттыру мақсатында су оқшаулау жұмыстары айдамалау (ағысты ығыстыру технологиялары) жағынан да, өндіру (жөндеу-

оқшаулау жұмыстары) ұңғымалары жағынан да жүргізіледі. Көп жағдайларда су оқшаулау жұмыстарын жүргізу кезінде объектілер мен технологияларды таңдау түп маңы аймағының геологиялық құрылысына сәйкес өнімді қабаттар бойынша айдалатын су қозғалысының (суландыру маршруты) гидродинамикалық ерекшеліктерін ескерусіз қолданудың жалпы геологиялық өлшемдері негізінде жүргізіледі. Бұл игерудің соңғы сатыларында сарқылған мұнай кен орындары үшін ғана емес, сонымен қатар ұңғымалардың өнімдерін мерзімінен бұрын суландыру кезінде пайдаланудың бастапқы кезеңдерінде күрделі коллекторлар үшін де маңызды.

Қабатқа әсер ету үшін ұңғымаларды таңдаудағы негізгі қадам - су көздерін болжау. Ең алдымен, өндірілетін ұңғымаларды айдалатын сумен толтыру жағдайларын анықтау қажет.

### **Артық су ағынының үлгілік мәселелері**

Шегендеу құбырындағы саңылау арқылы судың өтуі. [1]. Саңылауды жоюдың ең көп қолданылатын әдістері немесе жөндеу төсемдерін пайдаланудың кең қолданылатын әдістері. Гельмен өңдеу бұл кемшіліктерден босатылған. Дұрыс таңдалған гель түзетін қосылыстар кішкентай жарықшақтар мен олардың айналасындағы жыныстарға оңай енеді. Бұл жағдайда гелді өңдеу жарықшақтың өзін оқшаулауға емес, корпустың айналасындағы кеуекті ортадан ағынды тоқтатуға бағытталған.

Айналмалы ағын. [1]. Айналмалы ағын мәселесі, әдетте, ағып жатқан канал тым тар болмаса, цементтеу арқылы шешіледі. Бұл жағдайда ең жақсы әдіс гель қосылыстарымен өңдеу болып табылады, өйткені гель тар жарықшақтарға жақсы енеді. Гельдің депрессияға қарсы тұру қабілеті жарықшақ енінің жоғарылауымен төмендейді [2], сондықтан кең жарықтарды өңдеу үшін гель қоспаларын қолдану қолайсыз. Кейде гель қосылыстарын айдағаннан кейін кең жарықтарды толтыру және гелдің сілтіленуіне жол бермеу үшін әдеттегі цементтеу жүргізіледі. Депрессия 6-8 атм. асқан жағдайда, дайын гелдің орнына гелантты қолданған жөн ( гелант деп қабатқа айдалғаннан кейінгі гель түзуші құрам түсініледі). Бұл үш себепке байланысты:

- Бағанның артындағы тар жарықшақтардағы ағынның тарылуы дайындалған гелдің жынысқа терең енуіне жол бермейді;
- Гелант канал жанындағы орналасқан өткізгіш тау жыныстарының матрицасына оңай енеді, ал гель жынысқа айтарлықтай қашықтыққа ене алмайды;
- Қабаттағы жеткілікті жоғары депрессиямен жынысқа құйылған гель дайындалған гелге қарағанда оңай жуылады.

Өндіруші ұңғымада бағанадан тыс ағудың болуы, сондай-ақ суланған ұңғымаға су оқшаулау құрамын айдау арқылы артық су көрінуімен күресті болдырмайды, өйткені сулану жер үсті суымен жүреді. Сонымен қатар, айдау ұңғымасында бағанадан тыс ағынның болуы су оқшаулағыш қосылыстарды тиімді айдауға мүмкіндік береді [3]. Ішкі қабаттық ағындарсыз өткізгіштігі жоғары канал бойынша судың жарылуы. [1]. Бұл жағдайда су көзі белсенді контурлы су немесе айдау ұңғымасы болуы мүмкін. Екінші жағдайда, ілеспелі-өндірілген судың көлемін азайту мақсатында және сулану арқылы резервуарды қамтуды арттыру үшін айдау ұңғымаларына ағынды суларды айдауға болады. Гель қоспалары тау жыныстарының жарықшақтарына енуі мүмкін, ал цемент және басқа да ұқсас блоктаушы агенттер олардың бетінде сүзіледі. Цементтер кеуекті ортаға немесе құмтасқа 10 мД-дан аз тау жынысының өткізгіштігімен айтарлықтай қашықтыққа ене алмайды, егер тау жыныста жарықшақтар болғанда, және бір қабаттың бірнеше қабатқа бөлінуі орын алған жағдайда немесе жоғары депрессия болған жағдайларды қоспағанда. Егер цемент тау жынысқа жақсы жабыспаса (химиялық үйлесімсіздікке немесе механикалық әсерге байланысты), экрандалған аймақ жеткілікті оқшауланбайды. Гель, тар каналдарға еніп, бітеліп қалуы мүмкін. [4].

Гидрожару операциясынан кейінгі екі өлшемді конус. [5]. Гидрожару кезінде ұңғыма көбінесе судың қаныққан аймақтарына жарықшақтар қалыптастырады, бұл суланудың

айтарлықтай өсуіне әкеледі. Гельмен өңдеуді қолдану жарықшақ арқылы су ағынын азайтуға мүмкіндік береді. Мұндай гельді өңдеудің негізі-гельдің мұнайға қарағанда суда өткізгіштігін едәуір төмендетуге қабілеттілігі (өткізгіштіктің пропорционалды емес төмендеуі).

Айдау және өндіру ұңғымалары арасындағы арналарды құрайтын жеке жарықтар [1]. Гельмен өңдеу қазіргі уақытта жарықшақтар арқылы суды сүзу арналарын қалыптастырумен күресудің ең тиімді құралы болып табылады [6-7]. Гельді айдауды тоқтатқаннан кейін, қабаттағы гельдің пайда болуы бекітілген гельдің пайда болуына әкеледі. Қабат жарықшақтарындағы сұйықтық жылдамдығының гелантын айдау кезінде тұтқырлық күші гравитациядан басым болады [8]. CR(III) ацетатымен тігілген ПАА негізіндегі гельдің оқшаулағыш қасиеттері айдау көлемі мен уақытына, жарықшақтың ені мен ұзындығына байланысты. Гельді жарықшақ арқылы басу кезінде ол концентратталған. Жарықшақтағы ағыс кезінде гелдердің дегидратация дәрежесі уақыттың квадрат түбіріне кері пропорционал өзгереді. Бұл факт гельдің жарықшаққа енуін болжауға мүмкіндік береді [9].

Сулы қабат арқылы өтетін табиғи жарықтар жүйесі [1]. Өндіруші ұңғымаларда полимерлі және гельді өңдеу көбінесе жоғары жетістікпен сипатталады, бірақ әсер ету ұзақтығы төмен [6]. Батыс Кангзас (АҚШ) кен орындарындағы шектеулі полимерлер мен қапсырмалардың сегіз түрлі комбинациясын пайдалану шамамен 1,9 т\кг полимердің ( 1-ден 13 т\кг-ға дейін) орташа қосымша өндірісін алу мүмкіндігін көрсетеді. Әсер ету орташа ұзақтығы шамамен 12 ай ( 3 айдан 43 айға дейін). Әдеттегідей, өңдеу нәтижесінде сұйықтық дебиті 2 есе төмендеді. Қосымша мұнай өндіру , әсер ету ұзақтығы айдалған полимердің массасы мен сипатына, ұңғыманың құрылымдық орналасуы мен аяқталу түріне, өңдеуге дейінгі сұйықтық деңгейіне байланысты емес екендігі атап өтілді [10].

Көлбеу немесе көлденең ұңғымалардан өтетін жарылымдар немесе жарықтар [1]. Көптеген карбонатты кен орындарында жарықтар әдетте құлап кетеді, ал жарылым аймақтары үлкен блоктармен бөлінеді, бұл әсіресе тығыз доломиттелген қабаттарға тән. Сондықтан мұндай жарықтардың тік ұңғымамен қиылысу ықтималдығы өте аз. Алайда, мұндай жарықтар көбінесе көлденең ұңғымаларда байқалады, сондықтан су , әдетте, сулы қабатты кесіп өтетін өткізгіш жарықтар арқылы өтеді. Бұл жағдайда гель мұнай аймағына жеткенге дейін пайда болуы үшін бұл құрам ұңғыманың сағасында сақталады. [11]. Алаңдағы қамтудың төменгі коэффициенті . [1]. Бұл мәселенің шешімі - айдау ұңғымаларына бағыттаушы композицияларды айдау. Бұл жағдайда технологияның ерекшелігі - көбінесе экономикалық жағынан тиімсіз болатын полимерлі су басуды айдау қажеттілігі.

Монолитті түзілімдердегі сұйықтықтардың гравитациялық бөлінуі [1]. Гравитациялық бөлінуіне байланысты айдалатын су негізінен өнімді қабаттың төменгі бөлігіне жіберіліп, жоғарғы бөлігі жуылмаған күйінде қалады. Қабат ішілік ағындары бар өткізгіштігі жоғары канал бойынша судың жарылуы. Өткізгіштігі әртүрлі ағындар арасы су өткізбейтін көпірлермен бөлінген. Мұндай жағдайда ұңғыма аймағындағы ағын профилін немесе қабылдағыштықты өзгерту әрекеттері ұңғыманың алыс аймақтарындағы ағындардың салдарынан қажетті нәтиже бермейді [13]. Бұл мәселенің шешімдерінің бірі болып, ұңғыма аралық кеңістікті терең енетін өңдеу болып табылады [14,15,16].

Суға қаныққан аралықтарды айдау ұңғымалары жағынан оқшаулау бойынша талдау жұмыстарын жүргізу әдістемесі құрылымдық жағынан үш кезеңнен тұрады:

1. Аймақты таңдау негіздемесі. Ілеспе өндірілетін су көздерін шектеу арқылы проблемаларын шешуге болатын учаскелер бөліп көрсетіледі.

2. Сулану себептерін талдау. Айдалатын су есебінен ұңғыма өнімін суландыру себебі негізделеді. Әсер ету учаскелерінің шекаралары нақтыланады.

3. Ұңғыма өнімін суландыру типтерін түп маңы аймағында айдалатын судың қозғалыс сипаты бойынша сәйкестендіру. Қабат аралық ағындары жоқ қабаттың өткізгіштігі бойынша біртекті емес , қабат аралық ағындары бар біртекті емес қабат , қабат аралық ағындары жоқ біртекті қабат, қабат аралық ағындары бар біртекті қабат болып ерекшеленеді.

#### Әдебиет

1. Бейли Б., Крабтри М., Тайри Д., Кучук Ф., Романно К., Рудхарт Л., Элфик Д. Диагностика и ограничение водопритоков//Нефтегазовое обозрение. – 2001. – Т.6 - №1. – С. 44-68.
2. Seright R.S. Gel propagation through fractures // SPE 74602. – 2001.
3. Куликов АН., Нигматуллина Р.Г. К вопросу оптимизации выбора объектов изоляционных работ на водоплавающих залежах Западной Сибири // Интервал. – 2008. - №6. –С. 36-40.
4. Sanders G.S., Chambers M.J., Lane R.H. Successful gas shutoff with polymer gel using temperature modeling and selective placement in the Pradhoe Bay field // SPE 28502. – 1994.
5. Sudansk R.S., Seright R.S. When and where relative permeability modification water-shutoff treatments can be successfully applied //SPE 99371.-2006.
6. Seright R.S., Liang I.A. Survey of Field Applications of Gel Treatments for Water Shutoff//SPE 26991. – 1994.
7. Lane R.H., Sanders G.S. Water Shutoff Through Fullbore Placement of Polymer Gel in Faulted and in Hydraulically Fractured Producers of the Prudhoe Bay Field//SPE 29475. – 1995.
8. Seright R.S. Gel placement in fractured systems//SPE 27740. – 1995.
9. Lane R.H., Seright R.S. Gel Water Shutoff in Fractured or Faulted Horizontal Wells//SPE 65527. – 2000.
10. Moffitt P.D. Long-Term Production Results of Polymer Treatments on Producing Wells in Western Kansas//SPE 22649. – 1993.
11. Seright R.S. Mechanism for Gel Propagation Through Fractures//SPE 55628. – 1999.
12. Sorbie K.S., Seright R.S. Gel placement in heterogeneous system with crossflow//SPE 24192. – 1992.
13. Root P.J., Skabi E.F. Crossflow effects during an idealized displacement in a stratified reservoir//SPE 958. – 1965.
14. Ohms D., Mcleod J., Graff C.J., Frampton H., Morgan J.C., Cheung S., Yancey K., Chang K.T. Incremental oil success from waterflood sweep improvement in Alaska//SPE 121761. – 2009.
15. Pritchett J., Frampton H., Brinkman J., Cheung S., Morgan J., Chang K.T., Williams D., Goodgame J. Field application of a new in-depth waterflood conformance itprovement tool//SPE 84897. – 2003.
16. Yanez P.A.P., Mustoni J.L.M., Relling M.F., Chang K.T., Hopkinson P., Framton H. New attampt in improving efficiency at the Mature KoluelKaike and PiedreClavada waterflooding projects of the S. Jorge Basin in Argentina//SPE 107923. – 2007.

**М.КН.Аstakhova, А.В.Аmirzhanova.**

#### **Selection of insulation objects, taking into account the direction of water pumping**

**Abstract.** The article contains the technological requirements for the design of the treatment, depending on the direction of water movement, and the principles of optimizing the composition of the waterproofing composition. The geological structure, which determines the hydrodynamic characteristics of pumped water filtration, specifies the compositional composition of pumped waterproofing components and technological features of field planning, mainly in terms of achieving maximum selectivity of reagent placement and increasing filter contact at washed intervals. Based on the results of rheological and filtration experiments, a strategy for the composition of the main waterproofing compounds for different areas of irrigation of well products is proposed.

**Keywords:** oil reserves production, water isolation, gel production volume, remote Inter-borehole space, temperature field, thermotropic gel-forming composition.

**М. Х. Астахова, А. Б. Амиржанова.**

#### **Выбор объектов изоляции с учетом направления перекачки воды**

**Аннотация.** В статье приведены технологические требования к конструкции обработки в зависимости от направления движения воды и принципы оптимизации состава гидроизоляционного состава. Геологическое строение, определяющее гидродинамические особенности фильтрации перекачиваемой воды, определяет композиционный состав перекачиваемых гидроизоляционных компонентов и технологические особенности планирования месторождения, в основном с точки зрения достижения максимальной селективности размещения реагентов и увеличения контакта фильтра через интервалы промывки. По результатам реологических и фильтрационных экспериментов предложена стратегия состава основных гидроизоляционных составов для различных участков орошения продукции скважин.

**Ключевые слова:** добыча запасов нефти, водоизоляция, объем добычи геля, удаленное межскважинное пространство, температурное поле, термотропный гелеобразующий состав.

УДК 66.074.1; 66.078.2

**А. А. Андасбаева**

*Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы*

[aandasbaeva022@gmail.com](mailto:aandasbaeva022@gmail.com)

#### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ ВЫСОКОСЕРНИСТОГО ГАЗА, С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ОБЪЕМОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ НЕИЗБЕЖНОГО СЖИГАНИЯ ГАЗА**

**Аннотация.** *Выполненный литературный обзор и анализ статистических данных месторождений Казахстана показал, что текущее состояние системы сбора и подготовки газа, а также проводимые мероприятия и операции на месторождениях сопровождаются технологически неизбежным сжиганием газа. Сжигание газа на факелах сопровождается эмиссиями в окружающую среду, что негативно влияет на экологические и экономические составляющие страны. В качестве мероприятий, снижающих объемы сжигаемого газа, рекомендуется оптимизировать систему подготовки газа с применением дополнительного оборудования, который даст положительные результаты и заметно сократит экономические и экологические потери.*

**Ключевые слова:** *природный газ, попутный газ, высокосернистый газ, факел, сжигание, установка подготовки нефти и газа, технологически неизбежное сжигание, эмиссии, экология.*

Цикл технологических процессов проводимые в сверхсложных предприятиях осуществляющие добычу попутного и природного газа в больших масштабах и комплексную подготовку сырого газа до товарного качества с получением дополнительных товарных продуктов газопереработки приводит к эксплуатации большого количества оборудования, установок, сосудов, из которых, в следствие нарушения рабочих параметров выбрасывается газ на факельные системы для последующего сжигания.

При сжигании природного газа в атмосферу поступают как продукты сгорания газа, в том числе окись азота, сернистый ангидрид, окись и двуокись углерода, так и различные несгоревшие углеводороды. Все это приводит к увеличению заболеваемости населения планеты различными сложными заболеваниями и тепловому загрязнению окружающей среды.

Сжигание природного газа с последующими выбросами загрязняющих веществ является одним из наиболее проблемных вопросов нефтяной индустрии во всем мире.

Например, при сжигании 60 миллиардов стандартных кубометров газа в год выброс двуокиси углерода составляет порядка 120 миллионов тонн, при этом эффект от сокращения данных выбросов был бы эквивалентен прекращению эксплуатации около 70 миллионов автомобилей, что позволило бы смягчить последствия изменений климата.

Неизбежность технологических потерь газа, направляемого на сжигание, вызвана необходимостью проведения различных операций, связанных с соблюдением требований безопасности в процессах пуска-наладки (ПНР), эксплуатации, при проведении планово-предупредительных ремонтов (ППР), техническом обслуживании (ТО) и проверке работоспособности оборудования, а также возникновением технологических сбоев, отказов и отклонений в работе технологического оборудования.

Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу от технологически неизбежного сжигания газа на факелах – азота диоксид, азота оксид, сажа, диоксид серы, сероводород, оксид углерода, метан, бутилмеркаптан, метилмеркаптан, пропилмеркаптан, этилмеркаптан.

Загрязняющие вещества, выделяющиеся от неплотностей оборудования, ЗРА и ФС–сероводород, сероуглерод, углерода сероокись, углеводороды предельные C1-C5 и C6-C10, бензол, ксилол, толуол, этилбензол, бутилмеркаптан, метилмеркаптан, пропилмеркаптан, этилмеркаптан [4].

В 2002 году было создано Глобальное Партнерство по сокращению сжигания газа в факеле (GGFR)[5], целью участников которого является устранение барьеров, препятствующих сокращению сжигания газа путем применения лучшего международного опыта и реализации специальных программ для каждой страны, а также поддержка инициативы о «Полном прекращении регулярного факельного сжигания газа к 2030 году».

Участниками GGFR являются представители правительственных организаций, транснациональных нефтегазовых корпораций (BP, Repsol, Statoil, Total, Shell и других), технологических компаний (Velocys, Greystock, GasTechno Energy), международных финансовых институтов и организаций развития из более 30 стран (Австралия, Австрия, Азербайджан, Бразилия, Великобритания, Габон, Германия, Испания, Италия, Казахстан, Камерун, Канада, Мексика, Норвегия, Португалия, Российская Федерация, Туркменистан, Франция, США и др.).

В отличие от многих стран СНГ, для Казахстана проблема сжигания природного газа имеет особенное значение, так как добыча нефти, газа и конденсата на многих крупных месторождениях осложнена содержанием сероводорода и меркаптанов.

Следуя общей стратегии Глобального Партнерства, Казахстан с 2005 г. ужесточил требования по вопросу сокращения объемов сжигания газа. Так, в соответствии с требованиями нормативно-законодательной базы РК на нефтяных и газовых месторождениях должна быть обеспечена 100 % утилизация добываемого газа. В этой связи с 2006 г. государство обязало всех недропользователей разрабатывать Программы по утилизации попутного/природного газа, которые проходили согласование и утверждение в государственных контролирующих органах РК, а так разрабатывать мероприятия снижающие объемы сжигания газов[1].

В настоящее время в Казахстане все больше возрастает потребность в газообразном топливе, получаемом из нефтяного попутного газа, при этом, достаточно большой объем его все еще сжигается на факелах. Основной объем технологически неизбежного сжигания газа приходится на такие крупные месторождения как Кашаган, Тенгиз, Королевское, Карачаганак, Жанажол, Кенкияк, Северная Трува, Алибекмола и Кожасай.

Ниже представлена принципиальная схема сбора и подготовки скважинной продукции при наличии серосодержащего газа (перечень установок указан в таблице 1) [4].

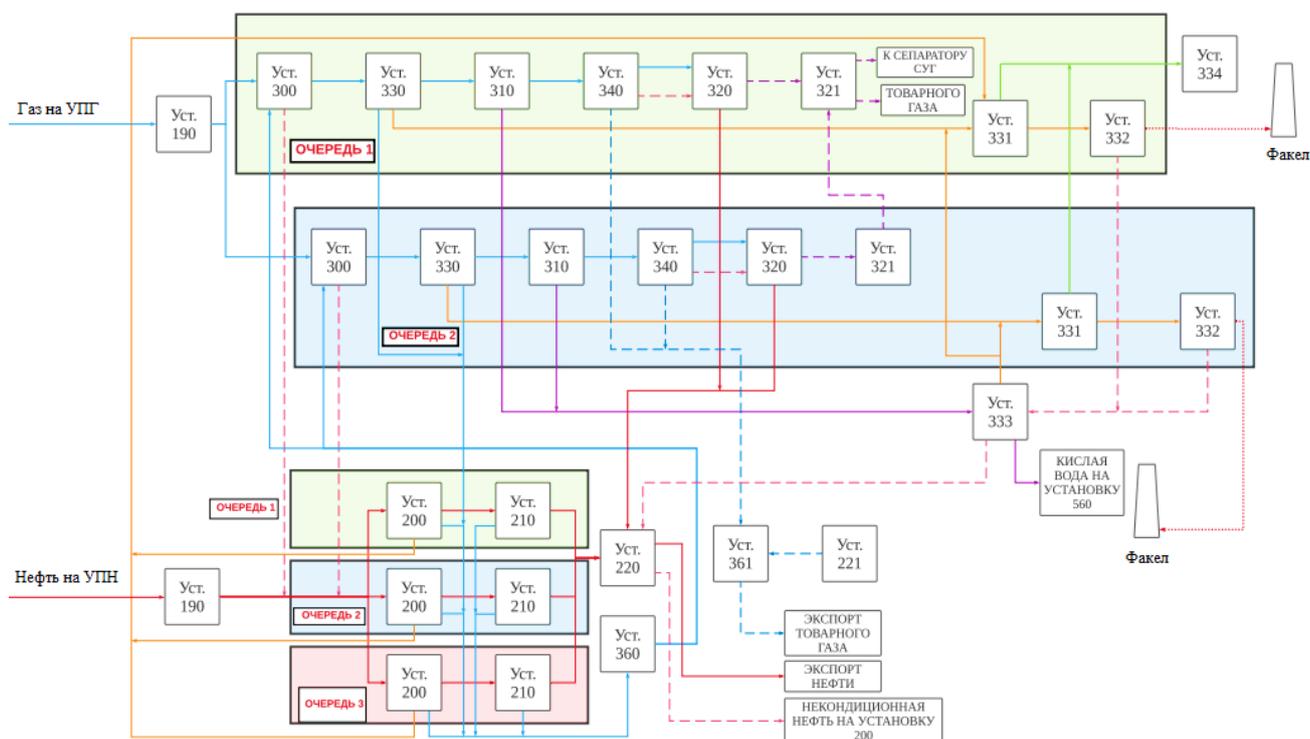


Рисунок 1 – Схема сбора и подготовки нефти и газа

Таблица 1. Перечень и наименование технологических установок

Наименование установки	Описание установки
Сепарация газа	Установка 300
Удаление кислых газов (аминовая очистка)	Установка 330
Система дегидратации газа	Установка 310
Контроль точки росы углеводородов (низкотемпературная сепарация)	Установка 340
Извлечение СУГ (ГФУ)	Установка 320
Очистка СУГ (очистка от меркаптанов и сероуглерода)	Установка 321
Компримирование товарного газа	Установка 361
Извлечение серы	Установка 331
Очистка хвостовых газов	Установка 332
Установка сбора кислой воды	Установка 333
Установка запуска/приема скребков	Установка 190
Система транспортировки и хранения СУГ	Установка 221
Система сепарации нефти НД	Установка 200
Подготовка сырой нефти	Установка 210

Эксплуатация вышепредставленных оборудования и установок предполагает параллельное сжигание газа с целью поддержания устойчивости термобарических условий. По данным месторождения в составе газа которого имеется высокое содержание серы, представлен график добычи и сжигания газа за последние 5 лет (2016 – 2020 гг.) (рисунок 2).



Рисунок 2 – График добычи и сжигания газа за последние 5 лет

Исходя из представленного графика видно, что ежегодно около 2-4% добываемого газа, отводится на факельные установки, а это потери от нереализованного газа и значительный вред экологии в объеме около 180-300 миллионов м<sup>3</sup> газа в атмосферу.

Предлагаемая модификация системы подготовки газа, а именно установка резервуара сбора отводящих на факельные системы газов и компрессора обратной подачи газа в голову процесса, на основании Норвежской технологии закачки газа в пласт[2-3], 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.

## Литература

1. Кодекс Республики Казахстан от 27 декабря 2017 года №125-VI «О недрах и недропользовании»
2. Берт Метц, Огунладе Дэвидсон, Хелен де Конинк, Мануэла Лоос, Лео Мейер Специальный доклад МГЭИК «Улавливание и хранение двуокси углерода» 2005, Межправительственная группа экспертов по изменению климата ISBN 92-9169-419-3.
3. Лейф Хиндеракер, Стейнар Нийа «Использование попутного нефтяного газа (ПНГ) – опыт Норвегии» на базе Норвежского нефтяного директората, SPE 136316.
4. Технологический регламент на производственные процессы, сопровождаемые технологически неизбежным сжиганием газа
5. <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction>

A. A. Andasbayeva

### Optimization of high-sulfur gas preparation processes with the purpose of reducing the volumes of technologically unavoidable gas flaring

**Abstract.** The performed literary review and analysis of the statistical data of the fields of Kazakhstan showed that the current state of the gas collection and treatment system, as well as the measures and operations carried out at the fields are accompanied by technologically unavoidable gas flaring. Gas flaring is accompanied by emissions into the environment, which negatively affects the ecological and economic components of the country. As measures to reduce the volume of flared gas, recommended to optimize the gas treatment system using additional equipment, which will give positive results and significantly reduce economic and environmental losses.

**Keywords:** natural gas, associated gas, sour gas, flare stack, flaring, oil and gas treatment unit, technologically unavoidable gas flaring, emissions, ecology.

**А. Ә. Андасбаева**

**Технологиялық еріксіз газ жағу көлемін азайту мақсатында жоғары күкіртті газды дайындау процестерін оңтайландыру**

**Андатпа.** Орындалған әдеби шолу және Қазақстан кен орындарының статистикалық деректерін талдау газды жинау және дайындау жүйесінің ағымдағы жай-күйі, сондай-ақ кен орындарында жүргізілетін іс-шаралар мен операциялар газды технологиялық еріксіз жағумен қатар жүретінін көрсетті. Алауларда газды жағу қоршаған ортаға эмиссиялармен сүйемелденеліп, елдің экологиялық және экономикалық құрауыштарына теріс әсер етеді. Жағылатын газ көлемін азайтатын іс-шаралар ретінде оң нәтиже беретін және экономикалық және экологиялық шығындарды едәуір қысқартатын қосымша жабдықты қолдана отырып, газ дайындау жүйесін оңтайландыру ұсынылады.

**Түйін сөздер:** табиғи газ, ілеспе газ, жоғары күкіртті газ, алау, жағу, мұнай және газ дайындау қондырғысы, технологиялық тұрғыдан еріксіз жағу, эмиссиялар, экология.

УДК 624.1:532(075.8)

**Н.Н. Ажакаев**

*Научный руководитель – М.А.Баймухаметов, к.ф.-м.н., доцент  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[Azhakayev1@gmail.com](mailto:Azhakayev1@gmail.com)*

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЕ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫХ УСТАНОВОК В  
ОБОРУДОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ  
СТАНЦИЯХ И ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ**

**Аннотация.** *Природный газ - энергия XXI века. Так образно подчеркивается его значение в развитии топливно-энергетического комплекса современного общества. Доля природного газа в мировом топливно-энергетическом комплексе, как ожидается, в первой половине XXI века возрастет до 30%. В последние десятилетия все больше внимания уделяется разработке мероприятий по повышению энергоэффективности производства. Значительные возможности экономии энергетических ресурсов имеются при их потреблении. С точки зрения энергосбережения в газотранспортной системе на сегодня весьма перспективной является утилизация энергии избыточного давления природного газа, подводимого по газопроводам к газораспределительным станциям (ГРС) и газораспределительным пунктам (ГРП) промышленных потребителей газа. Техническим средством при этом являются специально разрабатываемые энергосберегающие турбодетандерные установки, преобразующие энергию избыточного давления природного газа в электроэнергию.*

**Ключевые слова:** *энергоэффективность, природный газ, газораспределительная станция, турбодетандерные установки, энергия избыточного давления.*

Одним из пунктов реализации программы энергосбережения в Казахстане в рамках эксплуатации газотранспортной системы (ГТС) является внедрение турбодетандерных установок на объектах ГТС. В типовые энергосберегающие технологии включена технология применения детандер-генераторных агрегатов для выработки электроэнергии на ГРС при дросселировании природного газа, что позволит вырабатывать электроэнергию для собственных нужд на бестопливной основе. Однако, если внедрить такую технологию, расход природного газа на ГРС значительно возрастет. Поэтому в научных кругах и в эксплуатирующих организациях не утихают споры об эффективности и целесообразности замены дросселирующих устройств на ТДУ на ГРС. С точки зрения энергосбережения в газотранспортной системе на сегодняшний день весьма перспективной является утилизация энергии избыточного давления природного газа в турбодетандере как один из способов

использования вторичных энергоресурсов. Турбодетандером называется утилизирующая, т. е. не потребляющая топлива, расширительная турбина, механически связанная с потребителем ее мощности, например электрогенератором, компрессором и т. п. Таким образом, турбодетандеры утилизируют собственные энергетические ресурсы газотранспортной системы (полезно не используемый перепад давлений газа) и достаточно просты в эксплуатации. Однако существуют два больших препятствия для внедрения этой технологии, а именно: пригодность участка (ГРС, ГРП) для возможного размещения турбодетандера и законодательные барьеры. Выбор ГРС (ГРП) для размещения турбодетандера важен с многих точек зрения, основной из которых является экономика. Кроме того, важными соображениями при выборе участка являются: доступность близлежащей электросети или другого рынка для электричества, требования к воздушному шуму с точки зрения удаленности от жилья, наличие земельного участка для размещения установки, величина сезонных изменений расхода и давления. [1,4]

На ГРС природный газ после дроссельных клапанов охлаждается, в основном до низких температур, и для предотвращения гидратообразования его подогревают за счет частичного сжигания поступающего газа или электроподогрева. В процессе расширения газа на ГРС энергия потребляется для восстановления его температуры после охлаждения в результате этого расширения. Восстановление этой энергии на ГРС возможно путем замены дроссельных клапанов турбодетандером, что позволяет генерировать электричество или произвести другую полезную работу. Однако следует отметить, что при этом часть этой энергии должна быть затрачена на подогрев газа. Необходимо, чтобы температура газа за турбиной составляла не менее 5 °С (для предотвращения гидратообразования), но не более 40 °С (для надежной работы теплоизоляционного и антикоррозийного покрытий газопровода). Подогрев газа повышает его внутреннюю энергию и, тем самым, мощность и КПД турбодетандера. Подогрев газа перед турбодетандером от 0 до 80 °С повышает мощность турбодетандера на 30–35%. Мощность турбодетандера зависит от расхода газа, его начальной температуры и перепада давлений. Рациональность использования ТДУ определяется, в первую очередь, энергетической и экономической эффективностью. [1,3]

На газораспределительных станциях (ГРС) и газораспределительных пунктах (ГРП) для поставки газа к потребителям производится понижения с входного давления для ГРС 9,81...2,0 МПа и для ГРП 1,2 МПа до давления в распределительной сети путем расширения газа в дросселирующих устройствах. Расширение происходит без получения полезной работы, такой процесс называется эффектом Джоуля-Томсона. В этом случае теряется большое количество потенциальной энергии газа, на сжатие которого использовалась энергия на компрессорных станциях. [2,4]

В ГРС давление газа на выходе постоянное на протяжении года, в ГРП давление на выходе изменяется и зависит от потребления. Еще одной отличительной особенностью является то, что на ГРС, в основном, только один выходной поток, а на ГРП имеются несколько выходных потоков с разным давлением. Разное выходное давление обосновано разными потребителями природного газа. Например, может быть два выходных потока с давлением газа 0,6 и 0,3 МПа (изб).

Таким образом, обычная утилизирующая турбодетандерная установка не может выдавать три значения давления на выходе и поэтому в ней газ расширяется только до первого отбора с наибольшим значением давления 0,6 МПа (изб). Установка еще двух турбодетандеров с дальнейшим понижением до требуемых значений приводит к увеличению материальных затрат и, как следствие, к росту срока окупаемости проекта. Вместе с тем, при работе только одного турбодетандера с расширением газа до 0,6 МПа (изб) теряется большое количество энергетического потенциала сжатого газа. Для использования полного потенциала сжатого газа необходимо разработать новый подход к решению этой задачи.

Существует несколько вариантов реализации ТДУ на газораспределительных станциях с потребителями природного газа разного давления:

- расширение газа в турбодетандере до наибольшего значения давления, для получения остальных значений давления происходит ступенчатое расширение в дросселирующих устройствах;
- использование нескольких турбодетандеров на разное входное и конечное давление газа;
- реализация многоступенчатого турбодетандерного агрегата с отборами газа необходимых параметров.

Расширение газа осуществляющиеся в турбодетандерах, где единичная мощность достигает 10...12 МВт. Процесс расширения газа в турбодетандерах близок к изэнтропическому, что обеспечивает получение максимальной величины механической энергии, которую в свою очередь преобразовывается в электрическую в электрогенераторе.

Давление на входе и расход природного газа в течение года сильно изменяются на редуцирующих узлах, при применении дросселирующего устройства на различных режимах осуществляется за счет открытия или закрытия проходного сечения, при регулировании работы утилизационного турбодетандера осуществляется путем закрытия или открытия регулирующего клапана. Таким образом, трудно определить какую мощность при этом будет выдавать турбодетандер и с какой эффективностью будет он работать. В данной работе возможно применить метод предварительной оценки вырабатываемой мощности утилизационным турбодетандере. Метод предварительной оценки вырабатываемой мощности утилизационного турбодетандера в течение года для заданных параметров ГРС состоит из:

- системы уравнений процесса расширения газа в турбодетандере;
- системы уравнений процесса расширения газа в регулирующем клапане;
- уравнение, которое учитывает изменение параметров относительно номинальных параметров турбодетандера;
- системы уравнений описывающих процесс подогрева газа;
- зависимость эффективности работы турбодетандера от расхода газа. [5]

Установка турбодетандеров на газораспределительных станциях является перспективным ресурсосберегающим мероприятием. Примененные на ГРС и ГРП в Казахстане турбодетандерные установки наглядно доказали свою надежность и эффективность. Дальнейшие перспективы наращивания турбодетандерных мощностей упираются в законодательные ограничения. На первый взгляд, энергетическая компания является наиболее логичным покупателем произведенного на ГРС электричества, однако на нее может оказывать влияние множество факторов. Например, если эта компания имеет достаточную мощность для обеспечения потребителей электричеством, маловероятно, что она будет покупать его у газовой компании. С другой стороны, законы заставляют многие промышленные компании покупать электроэнергию от нетрадиционных источников, но реально на практике, он пока работает плохо.

### **Литература**

1. Язык А.В. Утилизация потенциальной энергии газа на газораспределительных станциях в детандерных установках //Обзорн. инф. Сер. Использование газа в народном хозяйстве. – ВНИИЭГазпром, 1988. – Вып. 4.
2. Куличихин В.В. Использование избыточного давления природного газа на промышленных предприятиях / В.В. Куличихин, О.О. Лазарева // Надежность и безопасность энергетики. - 2010. - № 9.- С. 48-54.

3. Агабабов В.С. О применении детандер-генераторных агрегатов в газовой промышленности / В.С. Агабабов // Энергосбережение и энергосберегающие технологии в энергетике газовой промышленности. - 2001. - Т. 2. - С. 50-53.

4. Пятничко А.И. Эффективная выработка электроэнергии на ГРС и ГРП при использовании перепада давлений газа / А.И. Пятничко, С.П. Крушневич // Технические газы. - 2012. - № 4.- С. 48-51.

**N.N. Azhakayev, M.A. Baymukhametov**

**Efficiency of the use of turboexpander units in the equipment of automated gas distribution stations and gas distribution points**

**Abstract.** Natural gas is the energy of the XXI century. This is how it figuratively emphasizes its importance in the development of the fuel and energy complex of modern society. The proportion of natural gas in the global fuel and energy complex is expected to grow to 30% in the first half of the 21st century. In recent decades, more and more attention has been paid to the development of measures to improve the energy efficiency of production. Significant opportunities for saving energy resources are available when they are consumed. Energy saving in the gas transmission system, today it is very promising to utilize the energy of excess pressure of natural gas supplied through gas pipelines to gas distribution stations (GDS) and gas distribution points (GRP) of industrial gas consumers. In this case, the technical means are specially developed energy-saving turbo-expander units that convert the energy of the overpressure of natural gas into electricity.

**Keywords:** energy efficiency, natural gas, gas distribution station, turbo expander units, overpressure energy.

**Н.Н. Ажакаев, М.А. Баймухаметов**

**Автоматтандырылған газ тарату станцияларының және газ тарату пунктерінің жабдықтарында турбодетандер қондырғыларын қолданудың тиімділігі**

**Аңдатпа.** Табиғи газ - XXI ғасырдың энергиясы. Қазіргі қоғамның отын-энергетикалық кешенін дамытудағы маңыздылығын осылай бейнелеп көрсетеді. Әлемдік отын-энергетикалық кешендегі табиғи газдың үлесі XXI ғасырдың бірінші жартысында 30% дейін өседі деп күтілуде. Соңғы онжылдықта өндірістің энерго тиімділігін арттыру шараларын әзірлеуге көбірек көңіл бөлінуде. Энергия ресурстарын үнемдеудің маңызды мүмкіндіктері оларды тұтыну кезінде қол жетімді. Газ тасымалдау жүйесінде энергия үнемдеу тұрғысынан бүгінгі күні газ құбырлары арқылы газ тарату станцияларына (ГРС) және өндірістік газдың тарату пункттеріне (ГРП) жеткізілетін табиғи газдың артық қысымының энергиясын пайдалану өте перспективалы болып табылады. Бұл жағдайда техникалық құралдар табиғи газдың артылған қысымының энергиясын электр энергиясына айналдыратын энергияны үнемдейтін турбодетандер қондырғылары болып табылады.

**Түйін сөздер:** энергия тиімділігі, табиғи газ, газ тарату станциясы, турбодетандер қондырғылары, артылған қысым энергиясы.

УДК 622.24

**Е. Бақытали**

*Научный руководитель – А.К.Касенов, профессор, кандидат технических наук*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[bakytaliyerzhigit@gmail.com](mailto:bakytaliyerzhigit@gmail.com)*

**УЛУЧШЕНИЕ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С АСФАЛЬТОСМОЛИСТЫМИ И ПАРАФИНОВЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ (АСПО) В ПРОЦЕССЕ ДОБЫЧИ НЕФТИ**

**Аннотация.** Известно что проблема с асфальтосмолистыми и парафиновыми отложениями в процессе добычи нефти была и является актуальной на данный момент для всего нефтегазодобывающего региона Казахстана. АСПО – природный композитный материал, который состоит из органических и минеральных соединений. Отложения в своей основе представляют собой мазеподобную суспензию, либо эмульсию с высокой адгезией к различным поверхностям.

Многолетняя практика эксплуатации скважин, добывающих парафинистую нефть, показывает, что без проведения работ по предотвращению и удалению АСПО в трубопровода

*х и нефтепромысловом оборудовании, подъемных трубах, выкидных линиях и промысловых емкостях нельзя эффективно решать вопросы оптимизации добычи и сбора нефти. В этих условиях актуальной становится разработка новых технических средств и методов, направленных на предотвращение отложений в глубинно-насосном оборудовании, колонне насосно-компрессорных труб (НКТ), промысловых трубопроводах систем нефтесбора. Следует отметить, что одним из перспективных методов борьбы с отложениями АСПО является применение магнитной обработки продукции скважин. По сравнению с химическими методами он имеет одно большое преимущество, все более актуальное в последнее время - экологическую безопасность.*

*Для улучшения магнитного воздействия на АСПО, которая позволяет определить температуру начала кристаллизации парафина дегазированной нефти, нужно выявить целесообразность применения магнитной обработки для конкретных нефтей и определить необходимую напряженность магнитного поля.*

**Ключевые слова:** АСПО, магнитное воздействие, кристаллизация парафина, дегазированная нефть, глубинно насосные оборудования.

Нефть состоит из парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов. Углеводороды парафинового ряда находятся в нефтях в газообразном (от С до СД жидком (от Сs до Cis) и твердом (от Сiб) состояниях. Твердые углеводороды представляют собой парафины, смолы, асфальтены и церезины. В зависимости от количества содержащихся твердых углеводородов - парафинов, нефти подразделяются на следующие группы [57]: Беспарафинистые с количеством парафина менее 1,5 %; Слабопарафинистые, содержащие от 1,5 до 6 % парафина; Парафинистые с содержанием парафина выше 6 %; Известно, что парафин содержится во всех добываемых нефтях, но в различных количествах. Парафинистые нефти характеризуются высокой температурой застывания. В некоторых случаях температура застывания высокопарафинистых нефтей достигает +40С, вследствие чего нефти приобретают мазеобразную консистенцию; вязкость нефти сильно повышается при незначительном понижении температуры. Так, например, при температуре - 20 С и ниже нефти с содержанием парафина 5-8% теряют текучесть. Перекачка такой нефти по поверхностным трубопроводам в зимний период в значительной степени затрудняется и в некоторых случаях требуется специальный подогрев. Парафинистые нефти, обычно имея высокие бензиновые потенциалы, являются в большинстве своем светлыми, легкими; имеют небольшой удельный вес и мало содержат смолистых веществ [9]

Твердая фаза, выделяющаяся из нефтей, а также из нефтепродуктов и газового конденсата, представляет собой смесь различных компонентов, состоящую преимущественно из алканов нормального строения. Именно это является причиной того, почему выпадающий твердый осадок обычно именуют попросту «парафином». Этот устоявшийся термин часто используют для обозначения всей гаммы тяжелых углеводородов, выделяющихся из нефти при ее охлаждении. [5,6]

По результатам исследования составов и свойств парафинов обнаружено, что н-алканы доминируют в составе нефтяных парафинов, суммарное содержание изо-алканов, нафтенов и ароматических углеводородов относительно мало и, как правило, не превышает 20 - 30%. Отсюда следующая закономерность: из более легкой по составу нефти (либо нефтепродукта) выпадает твердая фаза с более высоким содержанием алканов. В общем случае, в зависимости от состава углеводородной жидкости, из которой образовались парафины, они могут содержать примерно 65 - 97% и-алканов. Для сравнения заметим, в самой углеводородной жидкости содержание н-алканов гораздо ниже и может составлять в нефти и керосине примерно 18 - 22%, в дизельном топливе-12-28% [8,9]

Итак, состав твердых парафинов определяется, прежде всего, н-алканами. Парафин в природных условиях встречается в нефтях и озокеритах. В нефтях он находится в раство

ренном и во взвешенном состоянии в виде отдельных кристаллов. Очищенный парафин представляет собой бесцветную или белую кристаллическую массу, без запаха и вкуса, слегка жирную на ощупь, плотность которого колеблется от 907 до 915 кг/м при 15 С. плотность неочищенного парафина 881 - 905 кг/м . Температура плавления парафина зависит от его молекулярного веса и находится в пределах от 49 до 60, что соответствует молекулярному весу парафина, примерно равному 390 - 430. В нефтях обычно содержится парафин с молекулярным весом, равным 400 - 430, а высшие фракции твердых углеводородов являются церезинами. Растворимость парафина в нефтяных дистиллятах обычно падает с увеличением молекулярного веса дистиллята и растет с повышением его температуры. [6]

Достоверно известно, что магнитная обработка (МО) воды применялась уже в первые десятилетия двадцатого века для предотвращения образования накипи на нагревательных элементах паровых машин, для воздействия на образование кристаллов в пересыщенных растворах. Первые опубликованные сообщения и патенты относятся именно к этому периоду. [2]

Простота процедуры, состоящей в том, что поток жидкости протекает через зазор между полюсами магнита или через соленоид, питаемый электрическим током, стимулировала проведение экспериментальных работ на широком круге объектов. Поэтому в последующие годы МО применялась не только для водных растворов солей, но и для нефти, моторных топлив, растворов полимеров, цементных и буровых растворов, семян растений, крови и т.д. Путем применения МО устраняли засоление почв даже при их поливе водой с высоким содержанием солей, предотвращали отложения минералов и органических веществ при добыче и транспортировке воды и нефти, достигали значительного снижения вязкости цементных растворов и т.д.. Широкое применение МО нашла в медицине для улучшения состояния кровеносных сосудов, очистки крови от отравляющих веществ, понижения артериального давления. [1]

Однако уже в первые годы было отмечено, что эффекты не всегда повторяются даже для внешне сходных объектов и процессов. Удивлял и сам факт действия применяющихся магнитных полей напряженностью несколько сотен эрстед на нечувствительные к таким полям неферромагнитные вещества - воду, нефть, кровь, ткани животных и растений. Все это привело к тому, что по отношению к магнитным эффектам сложилось два полярных мнения: первое - это шарлатанство и результат «грязного» эксперимента, второе - в основе магнитной обработки лежат еще неизвестные в физике фундаментальные свойства материи. Научное сообщество разделилось на энтузиастов, которые продолжали исследовать эффекты МО и скептиков, которые не принимали всерьез очередные сообщения об удачном использовании МО. [4], [2]

За прошедшее время опубликовано большое количество статей, обзоров, монографий, в которых акцент делается, прежде всего, на практическую полезность применения МО, состоялись многочисленные конференции и совещания по практике применения МО в широком круге промышленных производств. Количество печатных работ и патентов по этой тематике исчисляется в настоящее время тысячами, и даже десятками тысяч. Большую роль в сохранении интереса к этому направлению сыграли профессор В. И. Классен и академик Б. В. Дерягин и ведущий научный сотрудник ИПНГ В. И. Лесин. [3]

В последнее время интерес к использованию магнитного поля для обработки скважинной жидкости с целью предотвращения АСПО значительно возрос, что связано с появлением на рынке широкого ассортимента высокоэнергетических магнитов на основе редкоземельных материалов. В настоящее время около 30 различных организаций предлагает магнитные депарафинизаторы [3]

Установлено что под воздействием магнитного поля в движущейся жидкости происходит разрушение агрегатов, состоящих из субмикронных ферромагнитных микрочастиц соединений железа, находящихся при концентрации 10 - 100 г/т в нефти и попутной воде. В ка

в агрегате содержится от нескольких сотен до несколько тысяч микрочастиц, поэтому разрушение агрегатов приводит к резкому (в 100 - 1000 раз) увеличению концентрации центров кристаллизации парафинов и солей и формированию на поверхности ферромагнитных частиц пузырьков газа микронных размеров. В результате разрушения агрегатов кристаллы парафина выпадают в виде тонкодисперсной, объемной, устойчивой взвеси, а скорость роста отложений уменьшается пропорционально уменьшению средних размеров выпавших совместно со смолами и асфальтенами в твердую фазу кристаллов парафина. Образование микропузырьков газа в центрах кристаллизации после магнитной обработки обеспечивает, по мнению некоторых исследователей, газлифтный эффект, ведущий к некоторому росту дебита скважин. [5]

Магниты должны быть надежно закреплены и защищены от агрессивного воздействия добываемой продукции. Однако в практике применения магнитов для конкретных нефтепромыслов имеются многочисленные случаи, когда магнитная обработка нефти не дает положительных результатов. Имеющиеся неудачи в определенной степени дискредитировали технологию магнитной обработки в глазах нефтяников. По сути, проблемой, затрудняющей широкое использование магнитной обработки, являлось отсутствие теории, объясняющей природу происходящих процессов, а именно, физико-химические механизмы действия магнитного поля на нефтяной поток. В силу этого, условия, при которых магнитное поле препятствует образованию твердых АСПО, до последнего времени оставались неясными. [1]

К заключению можно добавить что, АСПО является актуальной проблемой для большинства месторождений Казахстана. Поэтому предотвращение и улучшение борьбы его методов является основной задачей.

### **Литература**

1. Карпов Б.В., Воробьев В.П., Казаков В.Т. и др. Предупреждение парафиноотложений при добыче нефти из скважин в осложненных условиях путем применения магнитных устройств // Нефтепромысловое дело. - 1996. - № 12. - С. 17-18.
2. Ковач В.И., Аливанов В.В., Шайдаков В.В. Магнитная активация жидкости как метод защиты от коррозии. // Нефтяное хозяйство - 2002. - № 10 – с
3. Люшин С.В., Репин Н.Н. О влиянии скорости потока на интенсивность отложения парафинов в трубах // Сб. борьба с отложениями парафина. - М.: Недра, 1965. - 340 с
4. Магнитный депарфинизатор "Магнолеум".- [http:// www. mte. gov. ru/ntp/new borud/rka /rka.htm](http://www.mte.gov.ru/ntp/newborud/rka/rka.htm).
5. Малышев А.Г., Черемисин Н.А., Шевченко Г.В. Выбор оптимальных способов борьбы с парафиноотложением // Нефтяное хозяйство. - 1997. - № 9. - С. 62.-69.
6. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. - М.: ООО "Недра Бизнесцентр", 2000.-653с.
7. Рогачев М. К., Стрижнев К. В. Борьба с осложнениями при добыче нефти. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. 295 с.
8. Буров Е.А., Васечкин А.А., Иванова Л.В., Кошелев В.Н., Примерова О.В. Особенности образования асфальтосмолопарафиновых отложений на поздней стадии разработки // Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2011. – № 4. – с. 159-167.
9. Банный В.А., Макаревич А.В. Методы борьбы с АСПО в нефтедобывающей промышленности. Часть 2 // Экология промышленного производства. 2012. – №4. – с.9-14.

**Y. Bakytali, A.K. Kasenov**

#### **Improvement of methods of control of asphalt concrete-resinous and paraffin deposits (ACPD) in the process of oil**

**Abstract.** as it known, the problem of asphalt-resinous and paraffin deposits in the process of oil production is currently relevant for all oil and gas producing regions of Kazakhstan. One of the most promising methods for contro

ling ASP deposits is the use of magnetic treatment of well products. Compared with chemical methods, it has one great advantage. To improve the magnetic effect on the APO, which allows to determine the temperature of the beginning of crystallization of paraffin of degassing oil, it is necessary to determine the feasibility of using magnetic treatment for a specific oil and determine the necessary magnetic field strength

**Keywords:** ACPD, magnetic influence, paraffin crystallization, degassed oil, deep pump equipment.

**Е. Бақытали, А.К.Касенов**

### **Мұнай өндіру процесінде асфальтты-шайырлы және парафинді шөгінділермен (АСПО) күресу әдістерін жақсарту**

**Аңдатпа.** Мұнай өндіру процесінде асфальт- Шайырлы және парафинді шөгінділер проблемасы қазіргі кезде Қазақстанның барлық мұнай-газ өндіруші өңірі үшін өзекті болып табылатыны белгілі. АШПШ шөгінділеріне қарсы күрестің перспективалық әдістерінің бірі ұңғыма өнімдерін магниттік өңдеуді қолдану болып табылады. Химиялық әдістермен салыстырғанда, ол бір үлкен артықшылықтарға ие. Газсыздандырылған мұнайдың парафинінің кристалдануының басталу температурасын анықтауға мүмкіндік беретін АШПШ-ға магниттік әсерді жақсарту үшін нақты мұнай үшін магниттік өңдеуді қолданудың орындылығын анықтау және магниттік өрістің қажетті кернеулігін анықтау қажет

**Түйін сөздер:** АШПШ, магнитті әсер ету, парафиннің кристалдануы, газсыздандырылған мұнай, терең сорғы жабдықтары.

УДК 622

**А.Е.Басарбай, З.С.Еңсегенова, Е.Е.Забихоллина, А.Е.Жайлау**

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

*[akbotabassarbay.pe@gmail.com](mailto:akbotabassarbay.pe@gmail.com)*

### **МҰНАЙ БЕРГІШТІКТІ SAGD ӘДІСІ АРҚЫЛЫ АРТТЫРУ**

**Аңдатпа.** Қазіргі кезде жеңіл мұнай қорының азаю себебінен, ауыр мұнайлы кен орындарын игеру өзекті мәселеге айналууда. Соңғы уақытта әлемдегі мұнай өндіретін кен орындарының көпшілігі игерудің неғұрлым кеш сатысында, және қиын алынатын мұнай қорларын қамтиды. Сарапшылардың бағалауы бойынша, әлемдегі қиын өндірілетін мұнай қоры 1 трлн. тоннадан асады. Мұнай өндіру қарқынын жоғалтпас үшін қазіргі сәтте жаңа кен орындарды игеріп қоймай, кезінде технологиялық жағынан өндіру мүмкін болмаған кен орындарды да игеру қолға алынып жатыр. Ондай кен орындар қорына тұтқырлығы жоғары мұнай қорлары жатады. Дегенмен ол кен орындарды игеру айтарлықтай қиын, себебі ауыр мұнайдың қозғалғыштығы нашар. Әлемде қазіргі таңда ауыр мұнайдың тұтқырлығын азайту, қозғалғыштығын арттыру, өндіруді жеңілдету мақсатында термиялық әдістер көп қолданылады. Термиялық әдістер (қабатқа ыстық су айдау, қабатты іштей жандыру және бу айдау) әр уақытта тиімділікті қамтамасыз етпейді. Бұл әдістердің ішінде тиімділігі жағынан екі көлденең ұңғыма қолдану арқылы жүзеге асатын бу гравитациялық дренаж (SAGD) әдісінің маңызы зор. Сондықтан, осы баяндаманы, яғни SAGD әдісінің маңызы жайлы жазылған баяндаманы ұсынуды жөн көрдік.

**Түйін сөздер:** тұтқыр мұнай, термиялық әдіс, мұнай бергіштікті арттыру, бу айдау, бу гравитациялық дренаж әдісі (SAGD), температура.

#### **Кіріспе**

**Жұмыстың мақсаты:** Тұтқырлығы жоғары ауыр мұнай кен орындарын ерітуге арналған бу дренажын қолдану. Айдау ұңғысынан буды жіберу арқылы ауыр мұнайды өндіру ұңғысына итеру. Кеңінен қолданылатын бу айдау әдістеріне тоқталу.

**Жұмыстың маңызы:** Будың көмегімен гравитациялық дренаж процесі (SAGD) қарапайым ауыр мұнайды өндіруде қолданылады. Бастапқыда ол битум алу үшін жасалған. Бірақ, мұнда тұтқырлық соншалықты жоғары болғандықтан әдеттегі өндіріс әдістері үшін іс жүзінде пайдалану мүмкін емес болды.

Соңғы уақытта мұнай саласын дамыту перспективалары ауыр мұнай және табиғи битум кен орындарын игерумен байланысты. Ауыр мұнай мен табиғи битум кен орындарына деген қызығушылық көмірсутек шикізаты бағасының тұрақты өсуімен, дәстүрлі жеңіл мұнай қорларының біртіндеп сарқылуымен, сондай-ақ "дәстүрлі емес" мұнай өндіру технологиясының дамуымен түсіндіріледі. Сондықтан, SAGD технологиясын қазіргі уақытта дәстүрлі әдістен гөрі көбірек қолданады.

#### **Жоба міндеттері:**

- Қазақстан кенорындарына зерттеу жүргізіп, жобаның мүмкіншілігін тексеру.
- Еуропалық бу дренажын Қазақстан кенорындарында сынақтан өткізу.
- Бу дренаждарына еріткіштер қолдану.
- Ғылыми жобаның экономикалық және физикалық тиімділігіне көз жеткізу.

#### **Негізгі бөлім :**

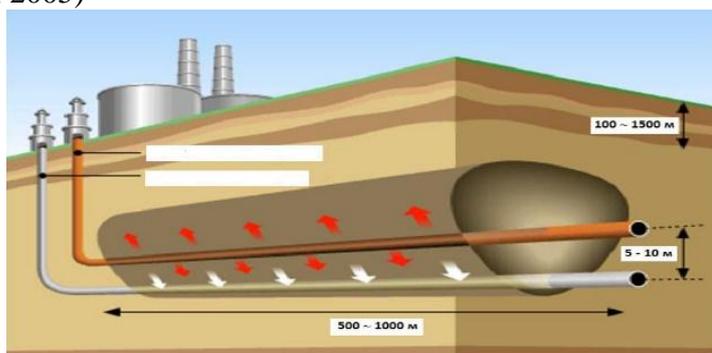
#### **Мұнай бергіштікті арттырудың термиялық әдістері**

Қазіргі уақытта ірі кен орындарының басым бөлігі игерудің соңғы сатысында тұр, өндіру құлдырайды және бұл мұнай беруді ұлғайту әдістерін қолдану қажеттігіне себепші болады. Соңғы онжылдықта мұнай беруді арттырудың әртүрлі әдістерінің айтарлықтай көп саны кәсіби сынақтан өтті. Олардың кейбіреулері технологиялық және экономикалық жағынан тиімсіз болып шықты, басқалары керісінше, өндірудің айтарлықтай өсуіне алып келді және қазіргі уақытта көптеген кен орындарында кеңінен қолданылады. Мұнай өндірудің ең көп мөлшері мұнай бергіштікті ұлғайтудың жылу әдістері есебінен өндірілген.[1] (NASR, 2001)

Мұнай бергіштікті ұлғайтудың үш түрлі жылу әдістері бар: мұнайды ыстық сумен ығыстыру, қабатты іштей жандыру, бу айдау арқылы мұнай бергіштікті арттыру. (NASR, 2001)

#### **Бу гравитациялық дренаж әдісі (SAGD)**

SAGD әдісі екі параллель көлденең ұңғыманы бұрғылауды қарастырады (1-сурет). Қабаттың өзі бойымен бір-бірінің үстінде орналасқан. Ыстық бу жоғарғы ұңғымадан енгізіледі, бұл ауыр мұнайдың тұтқырлығын төмендетеді (барлық басқа жылу әдістері сияқты). Ауыр мұнайдың тұтқырлығының төмендеуі оны құмнан бөліп, төменгі ұңғымаға ауырлық күшінің әсерінен құйылады. Бұл тәсілдің ерекшелігі екі параллельді және көлденең ұңғымалар болып табылады, ал бұл бағытталған бұрғылау технологиясының арқасында ғана жүзеге асады. (Thimm, 2005)



Сурет 1 - SAGD

Бұл технология ұзындығы екі көлденең ұңғыманы бұрғылауды талап етеді, әдетте 800 м-ден 1 000 м-ге дейін, оларды мұнай қаныққан аймағында және қабаттың табанына жақын бұрғылау қажет. Классикалық нұсқада жоғарғы ұңғыма-бу айдау ұңғымасы, сәйкесінше төменгі ұңғыма мұнай өндіруге арналған ұңғыма. Процесс алдын ала қыздырудан басталады, оның барысында бу екі ұңғымада да айналады, сәйкесінше мұнай өндірілмейді. Жылу берілуіне байланысты ұңғымалар арасындағы түзілу аймағы қызады, бұл ауыр майдың тұтқырлығын төмендетеді.

#### **Ұңғыманың жаңа конфигурациясын енгізу арқылы SAGD өнімділігін арттыру**

Жалпы, ұңғыманың жаңа конфигурациясын енгізу арқылы SAGD әдісінің өнімділігін арттыруға болатындығын ғалымдар Атабаскада зерттеу жұмыстарын жүргізіп, ұсынған болатын. Қысымның фрикциялық төмендеуін және ұңғыманың бойындағы жылу шығынын есепке алу үшін CMG STARS 2007 жылу коллекторының толық емес имитаторы қолданылды. Үш өлшемді сандық модельдеу модельдері жасалды және инъекция қысымына сезімталдыққа талдау жасалды. Осы модельдерді қолдана отырып, айдау қысымын оңтайландырғаннан кейін ұңғымалардың жаңа конфигурацияларын зерттеу жүргізілді. Бұл жұмыстың нәтижесінде Атабаска және суық көл су қоймаларындағы SAGD процесінің өнімділігін ұңғыманың конфигурациясын өзгерту арқылы едәуір жақсартуға болатындығы дәлелденді.

Құрылымына байланысты SAGD үш түрлі әдіспен жүзеге асады: бір ұңғымалы, екі ұңғымалы және аралас ұңғымалы.

Екі ұңғымамен салыстырғанда SAGD бір ұңғыманың артықшылығы: процесінің неғұрлым тұрақтылығы, бу мен майдың қатынасы аздылығы, бұрғылау мен пайдалану шығындарының аздығымен, процесс ең нашар геологиялық жағдайларда жүзеге асырылуы мүмкін. (Ashok K, 2000)

Тектоникалық бұзылыстармен бұзылған қабаттарда аралас ұңғымалы әдіс тиімдірек болуы мүмкін, мұндағы көлденең айдау ұңғымаларының орнына бу айдау үшін тік ұңғымалар қолданылады. (B.W. Ott, және басқалар, 2010)

Қабатқа бу гравитациялық дренаж әдісі арқылы әсер ету кез-келген басқа әдістер секілді тиімді әсер ету бойынша белгілі бір шектерге ие. Яғни, бұл әдіс бойынша мұнайбергіштікті арттыру үшін жеке параметрлер шектеулеріне мән берген жөн. Олар: мұнайға қаныққан қабат қалыңдығы бойынша 35 ft-тан қалың болғаны дұрыс, ал қабат тереңдігі 4500 ft-тан аспағаны жөн. Яғни терең ұңғымаларға қолдану тиімсіз болып табылады. Ал қысым көрсеткіші бойынша 150 psi, өткізгіштік мөшері 1000 md-дан аспағаны тиімді. Мұнай тұтқырлығы 2000 cp-дан, кеуектілік мөлшері 20 %-дан аспаған жағдай бұл әдісті қолдануға қолайлы факторлар болып табылады. Ал әдісті қолдануға қаныққан қабатта газ қақпағының және сазды қабаттарың ісінуі болмаған дұрыс.

### **Қорытынды**

Мұнай бергіштікті SAGD әдісімен арттыру тақырыбындағы жобамыздан күтілетін нәтижелер:

1. Еуропа мен АҚШ та қолданылған бу дренаждарын талдау.
2. Қазақстандағы кенорындардың геологиялық жағдайларын талдап шығу;
3. Кеңінен қолданылатын бу әдістерін қарастыру.
4. Мұнайбергіштікті арттырудың термиялық әдістеріне шолу жасау.
5. SAGD процессіне Қазақстандағы кенорындарының мұнайының химиялық (тұтқырлық, тығыздық) жағдайын тексеру.
6. Жобаны жүзеге асыру барысында экономикалық тиімділігі ұзақ жылға жарамды және экологиялық кері әсерін тигізбейтіндей тиімді жобаны ұсыну.

### **Әдебиет**

1. NASR, T.N. and ISAACS, E.E., «SAGD процесіне N<sub>2</sub> қосу арқылы қабаттардың мұнай беруін арттыру» US Patent 6,230,814, May 15, 2001
2. P. Egermann and G. Renard, E. Delamaide, «Будың көмегімен гравитациялық дренаждың жұмысын оңтайландыру» 2001 SPE International Thermal Operations and Heavy Oil Symposium, Margarita Island, Venezuela, 12–14 March.
3. Ian Donald Gates (U. of Calgary), Joseph Kenny, Ivan Lazaro «Буды айдау стратегиясы және будың көмегімен гравитациялық дренаждың энергиясы» Society of Petroleum Engineers Source SPE International Thermal Operations and Heavy Oil Symposium, Calgary, Alberta, Canada, 1-3 November, 2005

4. Kar, T., Mukhametshina, A., Unal, Y., & Hascakir, B. (2015, December 1). The Effect of Clay Type on Steam-Assisted-Gravity-Drainage Performance. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/173795-PA
5. «Sagd операциялық стратегиялары» (2005, September, Low Pressure SAGD Operations. Petroleum Society of Canada. doi:10.2118/05-09-07
6. Rabb, J., & Palmgren, C. «Sagd-дағы қысымды талдау» (2003, January 1). Pressure Transient Analysis in SAGD. Petroleum Society of Canada. doi:10.2118/2003-120
7. Roschin P.V., Zinoviev A.M., Struchkov I.A., Kalinin E.S., Dziwornu C.K. «SAGD технологиясын іске асыруда реагентерді пайдалану» 2015. Solvent selection based on the study of the rheological properties of oil. Международный научно-исследовательский журнал. № 6-1 (37). С. 120-122
8. B.W. Orr, Nexen; P. Srivastava, V. Sadetsky, B.J. Stefan, Baker Hughes «Будың гравитациялық дренажындағы мұнайдың тұтқырлығын төмендету әдісі» Society of Petroleum. Canadian Unconventional Resources & International Petroleum Conference held in Calgary, Alberta, Canada, 19–21 October 2010.
9. «Бір ұңғымалы будың ауырлық күші бар дренажды механикалық зерттеу» SPE (3–5 April 2000); Society of Petroleum Engineers; Tulsa, Oklahoma; 24.
10. ЭКСПОЗИЦИЯ НЕФТЬ ГАЗ Издательство: ООО "Экспозиция Нефть Газ" (Набережные Челны) ISSN: 2076-6785 ХАЗИЕВ Р.Р.1, АНДРЕЕВА Е.Е.1, БАРАНОВА А.Г.1, АНИСИМОВА Л.З.1, ВАФИН Р.Ф.2, САЛАХОВА М.Ф.2 Aleksandr Tarasovich Litvin (Samara NIP Ineft LLC) | Ivan Aleksandrovich of Petroleum Engineers Source SPE Russian Petroleum Technology Conference, 26-29 October, Virtual Publication Date 2020

**A.Y. Bassarbay, Y.Y. Zabikhollina, Z.S. Ensegenova, A.Y. Zhailau**  
**Increase in oil yield by the method SAGD**

**Abstract.** Application of the sagd process in the thermal method for extraction of heavy oils. The expected results of this process: dissolution of frozen heavy oils in the layer, elimination of viscosity, steam drainage analysis, application of solvents. Oil extraction with the SAGD process without damage to soil ecology. And also preservation of subsurface from collapse due to empty lumps.

**Keywords:** viscous oil, thermal method, enhanced oil recovery, steam distillation, steam gravity drainage (SAGD) method, temperature

**А.Е. Басарбай, З.С. Еңсегенова, Е.Е. Забихоллина, А.Е. Жайлау**  
**Повышение нефтеотдачи методом SAGD**

**Аннотация.** Применение процесса SAGD в термическом методе для добычи тяжелых нефтей. Ожидаемые результаты этого процесса: растворение замерзших тяжелых нефтей в слое, устранение вязкости, анализ паровых дренажей, применение растворителей. Добыча нефти с процессом SAGD без ущерба для экологии почвы. А также сохранение недр от обрушения из-за пустых кусков.

**Ключевые слова:** вязкая нефть, термический метод, повышение нефтеотдачи, паровая перегонка, метод парового гравитационного дренажа (SAGD), температура

УДК 622.692.12; 622.276.8;

**А.Р. Баймукашев**

*Научные руководители: Б.М. Нуранбаева, канд. хим. наук, профессор РАЕН РФ, асс. профессор, лидер программ по специальности «Нефтегазовое дело»  
 М.О. Омарова магистр техн. наук, сеньор-лектор по спец. «Нефтегазовое дело»  
<sup>1</sup>Caspian University, Казахстан, г. Алматы  
[baymukashev.a@mail.ru](mailto:baymukashev.a@mail.ru)*

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СБОРА, ПОДГОТОВКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ**

**Аннотация.** Данная научная статья посвящена изучению методов транспортировки нефти с высоким содержанием парафинов что приводит к техническим проблемам во время транспортировки нефти. Повышенная вязкость и плотность особенно актуальна для Казахстана так как на нашей территории парафинистые нефти, по сравнению с российскими и китайскими, наиболее тяжелые и вязкие, содержат больше всего парафинов. Это требует увеличения затрат энергии при транспортировке и хранении. Поэтому на месторождениях Казахстана, в продукции которых содержатся асфальто-смолистые вещества и парафины, существует проблема сбора и транспортировки этой продукции.

**Ключевые слова:** высоковязкая нефть, сбор, подготовка, транспортировка, эффективность

В Казахстане ежегодно добывается более 70 % нефти с высоким содержанием парафинов. Добыча и транспортировка таких нефтей ставит перед нефтяниками ряд сложных технических проблем. Вопросы добычи нефти и ее последующей переработки тесно связаны друг с другом через химический состав нефти и ее физические свойства. Концентрирование парафинов, асфальтенов и смол приводит к увеличению плотности и вязкости нефти. В связи с истощением запасов легких нефтей в мире возрос интерес к трудноизвлекаемым, тяжелым, парафинистым нефтям.

Отложения парафинов на поверхности нефтепромыслового оборудования являются одним из серьезных осложнений при эксплуатации скважин и трубопроводного транспорта. Парафиновые отложения уменьшают полезное сечение насосно-компрессорных труб и, следовательно, значительно осложняют добычу и транспортировку нефти, увеличивают расход электроэнергии при механизированном способе добычи, приводят к повышенному износу оборудования. К парафинистым относят нефти (ПН) с содержанием парафинов более 6 % [1,2].

Одним из важнейших факторов, влияющих на условия добычи и перекачки нефти по нефтепроводам и дальнейшего ее хранения, является компонентный состав нефти, который обуславливает ее физико-химические и реологические свойства. На рисунке 1 видно, что в мировом масштабе большими ресурсами ПН обладают Россия, Казахстан и Китай [3-5].

В среднем парафинистые нефти Казахстана, по сравнению с российскими и китайскими, наиболее тяжелые и вязкие, содержат больше всего парафинов, смол и асфальтенов и меньше всего дизельных фракций. Это требует увеличения затрат энергии при транспортировке и хранении.

Поэтому на месторождениях Казахстана, в продукции которых содержатся асфальто-смолистые вещества и парафины, существует проблема сбора и транспортировки этой продукции. Чем больше содержание парафина и ниже температура нефти, тем больше увеличивается ее вязкость и тем меньше ее текучесть. Так, нефть с содержанием парафина 8 % уже при температуре около 273 К теряет свою подвижность. Перекачка такой нефти в зимнее время по магистральным трубопроводам затруднительна, особенно если она проводится периодически.

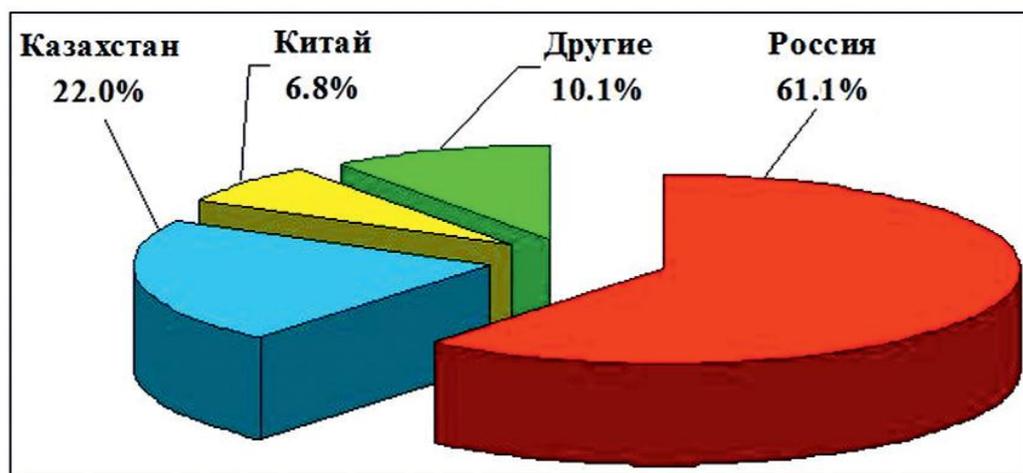


Рисунок 1 - Распределение ресурсов парафинистых нефтей по странам мира

В настоящее время разрабатываются новые методы борьбы с парафиноотложениями, которые успешно применяются на практике. Изучение химического состава нефти месторождения Кумколь позволило разработать гидроциклонную нефте ловушку для очистки нефтепровода «Кумколь-Арыскум-Жосалы» [6].

В Институте химии нефти СО РАН создана технология для частичного удаления из нефти парафинов, смол и асфальтенов сжиженным природным газом и предназначена для применения в нефтедобывающей отрасли при подготовке нефти к трубопроводному транспорту. Предлагаемая технология, позволяет снизить содержание в нефти парафинов на 50 %, преимущественно высокомолекулярных смол и асфальтенов - на 60 %. В результате частичного удаления высокомолекулярных соединений снижаются на 20-25 °С температура застывания нефти и почти вдвое вязкость нефти [4].

Применение технологии очистки нефти сжиженным природным газом позволит значительно снизить затраты на транспортировку нефти по трубопроводу, получить более качественную товарную нефть, повысить ее стоимость. Данная технология позволяет проводить глубокую депарафинизацию непосредственно на нефтепромысле или другом объекте, связанным с перемещением нефти, с использованием специальной установки.

Объем и технологические параметры оборудования определяются, исходя из заказанной производственной мощности установки депарафинизации нефти по сырью (нефть) и концентрации твердых углеводородов и смол в сырье.

Несмотря на высокую стоимость химических реагентов, они получили широкое распространение. Они эффективно снижают содержание парафинов и улучшают товарные качества нефти. К тому же присадки не только удаляют отложения парафинов, но и препятствуют их отложению на стенках трубопровода. Разработана новая присадка комплексного действия для парафинистых нефтей на основе отходов нефте - и лесоперерабатывающей промышленности [5].

Основными достоинствами при использовании присадки являются следующие моменты: обладает депрессорным эффектом; обладает ингибирующими свойствами; обладает антикоррозионными свойствами; обладает хорошими моющими свойствами, что приводит к восстановлению эффективного диаметра трубы и уменьшению потерь давления на трение при фиксированной скорости прокачивания.

Присадка представляет собой жидкий продукт, экологически безопасна, выпускается в промышленных масштабах.

Лидирующее положение среди депрессорных присадок для перекачки высокопарафинистой нефти в настоящее время занимают добавки на основе сополимеров этилена, имеющие молекулярную массу 20000 - 22000 при содержании звеньев винилацетата 25 - 27 %, которые являются доступным и дешевым нефтехимическим сырьем, а также

сополимеры алкил (мет) акрилатов. Для обеспечения работы магистрального трубопровода при перекачке высокопарафинистой нефти достаточно обработать депрессорной присадкой ее объем один раз, например, на головной насосной станции.

Применение присадки ДН-1 в нефтепроводном транспорте позволяет вести перекачку высокопарафинистых нефтей при более низких температурах и значительно повышает надежность пуска нефтепровода после длительных остановок перекачки [5].

Вязкость является важным физическим параметром сырой нефти, и она тесно связана со всеми процессами производства и транспортировки, особенно для тяжелой нефти.

Применение присадки «ВИОЛ» даёт возможность более гибко использовать сеть трубопроводов, восполнять объем поставок после вынужденного простоя, а также экономить энергозатраты на перекачку. «Виол» представляет собой 10-12%-ный раствор полимера в бензине, имеет углеводородную природу и его добавление никак не сказывается на качестве нефти [6].

Применение присадки ВИОЛ позволяет: увеличить пропускную способность нефтепровода, снизить перепад давления на рабочем участке трубы, что способствует повышению надежности трубопровода, проводить перекачку с отключенными промежуточными станциями и насосными агрегатами.

Особенно выгодно применение присадок на трубопроводах переменного сечения. Введение полимера в узких местах может повысить общую производительность нефтепровода на 20 - 30 %. Вообще, чем меньше диаметр нефтепровода, тем эффективней применение присадки. 20-25%-ное снижение гидродинамического сопротивления нефти достигается при концентрации полимера в потоке всего 7-10 граммов на 1 тонну нефти. Цена на 40% ниже зарубежных аналогов.

Традиционными способами увеличения производительности трубопровода являются строительство лупингов, параллельной нитки трубопровода или дополнительных насосных станций. Все они сопряжены с большими капитальными затратами. Применение присадок типа "Виол" является альтернативным и более дешёвым решением проблемы.

Анализ результатов теоретических и промысловых исследований показал, что основные методы повышения эффективности сбора, подготовки и транспортировки парафинистых нефтей направлены на снижение содержания парафина в нефти. Применение их во много раз облегчает эти технологические процессы и улучшает их товарные качества.

Перекачка высокопарафинистых нефтей с маловязкими нефтями в каждом случае требует специальных исследований для установления оптимальной температуры смешения, а также связана с дополнительными работами по транспортировке, нагреву и смешению нефтей и ухудшает их сортировку.

Повысить пропускную способность трубопроводов можно снижением вязкости нефти. Для этого используют растворители и присадки. Применение депрессорных присадок не требует больших дополнительных капитальных затрат и, при достаточно широком освоении производства присадок, может быть экономически выгодным по сравнению с другими способами перекачки высокопарафинистых нефтей. Эти все методы можно применять на казахстанских месторождениях, чтобы повысить эффективность транспортировки нефтепродуктов.

Химические способы борьбы с парафиноотложениями имеют некоторые преимущества, так как они обладают комплексным воздействием. Присадки предотвращают отложения парафина, удаляют их со стенок трубопровода, и некоторые из них служат ингибитором коррозии. Применение депрессаторов позволяет снизить не только энергозатраты на перекачку, но и существенно сократить капитальные расходы, так как при их применении сокращается число насосных и тепловых (подогрев, практически по длине трассы трубопроводов не требуются) станций. Все это позволит существенно снизить зависимость

от падающей цены на нефть в мире и сохранить высокую эффективность нефтедобычи в Казахстане с учетом сложного состава нефти.

### Литература

1 Коршак А.А. Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа: Учебное пособие для системы дополнительного профессионального образования / А.А. Коршак, А.М. Нечваль. - Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2005.-516 с.

2 Справочник по проектированию магистральных трубопроводов / А.К. Дерцакян [и др.]. - Под ред. А.К. Дерцакяна. - Л.: Недра, 1977. - 519 с.

3 Хасанов М.М. Нелинейные и неравновесные эффекты в реологически сложных средах / М.М. Хасанов, Г.Т. Булгакова. - М.-Ижевск: ИКИ, 2003- 288 с.

4 Кутуков С.Е. Аномальное поведение нефтей при отрицательных температурах / С.Е. Кутуков, А.А. Арсентьев, Г.Х. Самигуллин // Проблемы нефтегазового комплекса в условиях становления рыночных отношений: Сб. науч. статей. - Уфа: Фонд СРНИ, - 1997. - С. 137-140.

5 Зависимость реологических и адгезионных свойств нефтей в диапазоне температур застывания от их структурно-группового состава / А.М. Шаммазов, С.Е. Кутуков, А.А. Арсентьев, Г.Х. Самигуллин, А.А. Шматков // Деп. ВИНТИ. - Уфа: УГНТУ, 1998. - 28 с.

6 Комплексное исследование реологических и адгезионных свойств нефтей в диапазоне температур кристаллизации / А.М. Шаммазов, С.Е. Кутуков, А.А. Арсентьев, Г.Х. Самигуллин, А.А. Шматков // Известия ВУЗов. Нефть и газ. - 1998. - № 4. - С 63-73.

**A.R. Baymukashev, B.M. Nurabayeva, M.O. Omarova**

#### **Analysis and evaluation of methods for improving the efficiency of high-viscosity oil collection, treatment and transportation systems**

**Abstract.** This scientific article is devoted to the study of methods of oil transportation with a high content of paraffins, which leads to technical problems during oil transportation. The increased viscosity and density is especially relevant for Kazakhstan, since paraffin oils in our territory are the heaviest and most viscous, and contain the most paraffins, compared to Russian and Chinese oils. This requires an increase in energy costs during transportation and storage. Therefore, in the fields of Kazakhstan, the products of which contain asphalt-resinous substances and paraffins, there is a problem of collecting and transporting these products.

**Keywords:** high-viscosity oil, collection, preparation, transportation, efficiency

**А.Р. Баймукашев, Б.М.Нуранбаева, М.О. Омарова**

#### **Тұтқырлығы жоғары мұнайды жинау, дайындау және тасымалдау жүйелерінің тиімділігін арттыру әдістерін талдау және бағалау**

**Андатпа.** Бұл ғылыми мақала мұнай тасымалдау кезінде техникалық мәселелерге алып келетін құрамында парафині жоғары мұнай тасымалдау әдістерін зерттеуге арналған. Тұтқырлығы мен тығыздығы жоғары мұнай Қазақстан үшін аса өзекті, себебі біздің аумақта Ресей және Қытай мұнайларымен салыстырғанда аса ауыр және тұтқыр парафиндер көп. Бұл тасымалдау және сақтау кезінде энергия шығынын арттыруды талап етеді. Сондықтан, асфальт-шайырлы заттар мен парафиндер бар Қазақстан кенорындарында осы өнімді жинау және тасымалдау мәселесі бар.

**Түйін сөздер:** тұтқырлығы жоғары мұнай, жинау, дайындау, тасымалдау, тиімділік

УДК 665.61

**М. Базарбаева, Б.И. Момбеков, Д.Н. Деликешева**

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[Maxpal.bazarbayeva.pe@gmail.com](mailto:Maxpal.bazarbayeva.pe@gmail.com)

#### **АНАЛИЗ ПРИЧИН И МЕХАНИЗМОВ ОСАЖДЕНИЯ ПАРАФИНА В ТРУБОПРОВОДАХ**

**Аннотация.** Обеспечение потока в углеводородных трубопроводах очень важно из-за осаждения твердой фазы парафина на стенке трубы, создавая аномалии давления и вызывая искусственную закупорку, ведущую к сокращению или остановке добычи. Парафин

*может осаждаться в виде твердой фазы на стенке трубы, когда его температура (температура охлаждающей жидкости на входе) опускается ниже температуры кристаллизации парафина (ТКП).*

*В данной статье рассматривается процесс осаждения парафина. Кроме того, описываются механизмы осаждения парафина, включая молекулярную диффузию, сдвиговую дисперсию, броуновскую диффузию и гравитационное осаждение. Далее, объясняются факторы, влияющие на процесс осаждения парафина, такие как температура стенки трубы, состав сырой нефти, температура сырой нефти, температура окружающей среды, расход, время и давление.*

**Ключевые слова:** парафиновое отложение, механизм осаждения парафина, борьба с парафином.

Одна из основных проблем обеспечения потока, с которой сталкивается нефтяная промышленность, – это отложение парафина. Это может привести к ограничению потока сырой нефти в трубопроводе, созданию аномального давления и возникновению искусственной закупорки, ведущей к сокращению или остановке добычи. Однако в крайнем случае это может привести к закрытию трубопровода или производственного объекта. Отложение парафина также приводит к повреждению пласта вблизи ствола скважины, снижению проницаемости, изменениям в составе пластового флюида и реологии флюида из-за фазового разделения при осаждении твердого парафина [1-3].

Парафиновое отложение представляет собой не твердый парафин, а гель, состоящий из твердых кристаллов парафина и захваченной жидкости. Известно также, что отложения со временем затвердевают в процессе, называемом старением [1]. Осаждение парафиновых компонентов из нефти отвечает за изменения свойств сырой нефти, включая гелеобразование нефти и увеличение вязкости [3]. Парафин может выпасть в осадок в виде твердой фазы, когда температура сырой нефти падает ниже ТКП: температуры, при которой первые кристаллы парафина начинают формироваться в сырой нефти в процессе охлаждения.

Парафиновые отложения могут образовываться из уже осажденной твердой фазы парафина через механизмы сдвиговой дисперсии, гравитационного осаждения и броуновского движения или из растворенных молекул парафина через механизм молекулярной диффузии [8]. На скорость и характер образования парафинового парафина в условиях эксплуатации влияют пять основных факторов. Этими факторами являются расход сырой нефти; дифференциальная температура между сырой нефтью и окружающей средой; состав сырой нефти, поверхностные свойства стенки трубы и давление.

Основным фактором, влияющим на процесс осаждения парафина, является низкая температура, а значит, подводные трубопроводы особенно уязвимы. Поэтому предотвращение отложения парафина становится очень важным при глубоководной добыче нефти [9].

Осажденные молекулы парафина у стенки трубы начинают образовывать зарождающийся гель на холодной поверхности. Зарождающийся гель, образующийся на стенке трубы, представляет собой трехмерную сетчатую структуру из кристаллов парафина и содержит значительное количество нефти, захваченной внутри нее. Зарождающийся гель растет с течением времени, и в результате потери тепла в окружающую область возникают радиальные градиенты тепло- и массопереноса, как показано на рисунке 1.

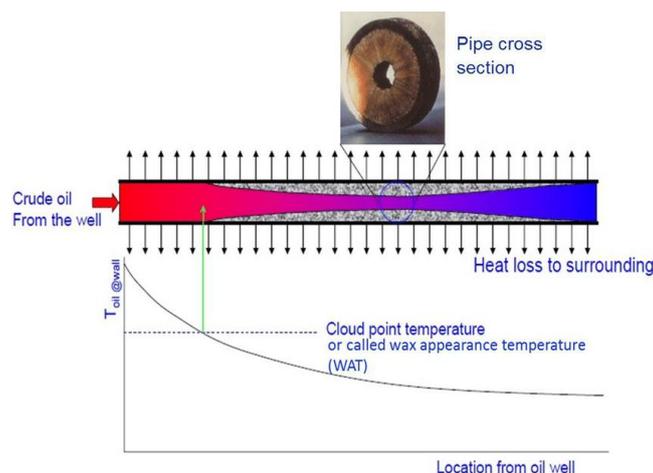


Рисунок 1 - Процесс осаждения парафина в трубопроводе [6].

Существует несколько факторов, контролирующих процесс отложения парафина в трубопроводах, таких как температура стенки трубы, состав сырой нефти, температура сырой нефти, скорость потока, время и давление. Отложение парафина увеличивается с увеличением разницы температур между основной массой раствора парафина и холодной поверхностью трубы [10]. Это происходит, когда температура поверхности ниже как температуры раствора, так и точки помутнения раствора. [11] заявили, что состав сырой нефти является одним из основных факторов, который значительно влияет на отложение парафина и отвечает за температуру застывания и снижение вязкости. Состав сырой нефти описывает тип и молекулярную массу парафинов, которые она содержит, количество этих парафинов и присутствие других компонентов, таких как смолы и асфальтены, которые могут повлиять на процесс осаждения. Исследователи пришли к выводу, что асфальтены имеют большое влияние на парафиновые отложения по сравнению с другими компонентами сырой нефти, потому что асфальтены действуют как ингибитор образования парафинов [12].

Кроме того, отложение парафина увеличивается при увеличении времени работы [12,15] из-за того, что из свежей сырой нефти откладывается больше парафина. [15] С другой стороны, отложение парафина увеличивается с уменьшением скорости потока. Это можно объяснить наличием большего количества частиц для осаждения на поверхности. По мере увеличения расхода до турбулентного режима осаждение парафина уменьшается, поскольку увеличивается дисперсия сдвига.

Когда давление падает во время добычи нефти, более легкие углеводороды в пласте обычно первыми покидают пласт; следовательно, растворимость парафина снижается. ТКП увеличивается с давлением выше давления насыщения для постоянного состава нефти. Повышение давления ниже давления насыщения помогает уменьшить отложение парафина из-за увеличения растворимости парафина в сырой нефти.

Механизмы осаждения парафина. Осаждение парафина представляет собой образование слоя разделенной твердой фазы и возможного роста этого слоя, контактирующего с нефтью. Отложение парафина может быть образовано из предварительно осажденной твердой фазы (парафина) через механизмы дисперсии сдвига, гравитационного осаждения и броуновского движения или из молекул растворенного парафина через механизм молекулярной диффузии [14-15].

Механизм молекулярной диффузии. Температура на поверхности стенки трубы ниже, чем в центре, следовательно, наблюдается радиальный градиент температуры, и кристаллизация парафина будет происходить вблизи поверхности трубы. Поскольку растворимость парафина уменьшается с температурой, также будет существовать градиент концентрации, при этом более холодные области вблизи поверхности трубы имеют самую

низкую концентрацию парафина в жидкой фазе. Это то, что приводит к молекулярной диффузии парафинового парафина из сырой нефти к стенкам трубопровода [17, 20].

Механизм сдвига дисперсии. Когда кристаллы парафина находятся во взвешенном состоянии в текущей нефти, частицы парафина движутся в направлении сырой нефти. Сдвиг жидкости вблизи стенки трубы также включает боковое движение частиц парафина, известное как дисперсия сдвига. Кристаллы парафина в сырой нефти будут мигрировать к стенке, где они откладываются, из-за более низкой скорости у стенки по сравнению со скоростью в центре трубы. [17-18].

Механизмы броуновской диффузии. Броуновская диффузия происходит, когда кристаллы парафина, выпавшие в осадок из основной массы жидкости, сталкиваются с возбужденными молекулами сырой нефти. Такие столкновения приводят к небольшим случайным броуновским движениям взвешенных частиц. При градиенте концентрации этих частиц броуновское движение приведет к чистому переносу, аналогичному диффузии [18-20].

Механизмы гравитационного осаждения. Осажденные кристаллы парафина в текущей сырой нефти более плотные, чем нефть, и поэтому осаждение под действием силы тяжести может быть возможным механизмом отложения. [20].

Осаждение парафина в трубопроводах холодной среды рассматривается как одна из основных задач обеспечения потока жидкости, стоящих перед инженерами-нефтяниками. Парафин может осаждаться в виде твердой фазы на стенке трубы, когда его температура падает ниже ТКП. Это приводит к ограничению потока сырой нефти в трубопроводе, создавая аномалии давления и вызывая искусственную закупорку, приводящую к сокращению или прекращению добычи.

Данная статья является результатом исследований в рамках проекта грантового финансирования молодых ученых для научно-технических проектов на 2021-2023 гг. (AP09058452 «Разработка PVT-модели для прогноза парафиновых осадков»).

## Литература

1. Venkatesan R, Creek JL. Wax Deposition during Production Operations: SOTA, SPE, Chevron Energy Technology Co., Offshore Technology Conference, Texas, USA; 2007.
2. Zhu T, Walker JA, Liang J. Evaluation of Wax Deposition and Its Control during Production of Alaska North Slope Oils. Final Report, University of Alaska Fairbanks, ConocoPhillips Alaska, Inc: University of Kansas, United States Department of Energy National Energy Technology Laboratory, Oil & Natural Gas Technology, DOE Award No: DE-FC26-01NT41248. 2008. 296 p.
3. Time RW. Flow Assurance and Multiphase Flow (Part II). The University of Stavanger, Department of Petroleum Engineering, Seminar Presented at Aker Solutions, Stavanger; 2011.
4. Huang Z, Zheng S, Fogler HS. Wax Deposition: Experimental Characterizations, Theoretical Modeling, and Field Practices. USA: Taylor & Francis Group; 2015.
5. Theyab MA, Diaz P. An Experimental and Simulation Study of Wax Deposition in Hydrocarbon Pipeline. Global Journal of Engineering Science and Researches. 2017;4(7):27–40.
6. Theyab MA, Diaz P. Experimental Study on the Effect of Spiral Flow on Wax Deposition Volume, One petro, presented at Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, Abu Dhabi, UAE; 2016a.
7. Singh P, Venkatesan R, Fogler HS, et al. Formation and aging of incipient thin film wax–oil gels. AIChE. 2000;46(5):1059–1074.
8. Singhal HK, Sahai GC, Pundeer GS, et al. Designing and Selecting Wax Crystal Modifier for Optimum Field Performance Based on Crude Oil Composition, 66th Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, Texas, USA; 1991.
9. Huang, Q., Wang, J., & Zhang, J. (2009). Physical properties of wax deposits on the walls of crude pipelines. Petroleum Science, 6(1), 64-68.

10. Adeyanju OA, Oyekunle LO. Experimental Study of Wax Deposition in a Single Phase Sub-cooled Oil Pipelines, in: The Nigeria Annual International Conference and Exhibition, University of Lagos, Nigeria; 2013;1–18.
11. Abdel Waly AA. The factors affecting paraffin deposition in oil wells. Journal of Engineering and Applied Science. 1999;46:381–386.
12. Misra S, Baruah S, Singh K. Paraffin Problems in Crude Oil Production and Transportation: A Review, SPE, Oil & Natural Gas Corp, Ltd; 1995.
13. Jonathan, Southgate. Wax removal using pipeline pigs, Durham theses, Durham University; 2004.
14. Zhang, X., Tian, J., Wang, L. & Zhou, Z. (2002) Wettability effect of coating on drag reduction and paraffin deposition prevention in oil. Journal of Petroleum Science and Engineering, 36 (1-2), 87-95.
15. Quintella, C., Musse, A., Castro, M., Scaiano, J., Mikelsons, L. & Watanabe, Y. (2006). Polymeric surface for heavy oil pipelines to inhibit wax deposition. Energy Fuels 20 (2), 620-624.
16. Paso, K., Kompalla, T. & Aske, N. (2009). “Novel surface with applicability for preventing wax deposition: a review. Journal Dispersion Science Technology. 30, 757-781.
17. Calleja, G., Houdayer, A., Sylvie, E., Bourgoigne, D., & Flaud, V. (2011) Conversion of Poly (ethylene-alt-tetrafluoroethylene) Copolymers into polytetrafluoroethylene by Direct Fluorination: A Convenient Approach to Access New Properties at the ETFE Surface.
18. L.A. Robinson, “Structure Opportunities of ETFE (Ethylene-TetraFlouroEthylene)”, Massachusetts Institute of Technology, 2005, pp. 1-66.
19. Precisioncoating.com. (2014). The Teflon Coating Process: Benefits of Teflon Coatings [Online]. Available: <http://www.precisioncoating.com/industrial-coatings/teflon-coating-benefits.html>
20. Woo GT, Garbis SJ, Gray TC. Long-Term Control of Paraffin Deposition, SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston; 1984:16– 19.

**M. Bazarbaeva, B. Mombekov, D. Delikesheva**

**The mechanism of wax deposition in pipelines and methods of their prevention**

**Abstract.** Providing flow in hydrocarbon pipelines is very important due to the deposition of wax solids on the pipe wall, creating pressure anomalies and causing artificial plugging leading to production reduction or shutdown. Wax can settle as a solid on the pipe wall when its temperature (coolant inlet temperature) drops below the wax crystallization temperature (WCP).

This article discusses the wax deposition process. In addition, wax deposition mechanisms are described, including molecular diffusion, shear dispersion, Brownian diffusion, and gravity deposition. Further, factors influencing the wax deposition process are explained, such as pipe wall temperature, crude oil composition, crude oil temperature, ambient temperature, flow rate, time and pressure.

**Keywords:** paraffin deposition, paraffin deposition mechanism, paraffin control.

**М. Базарбаева, Б.И. Момбеков, Д.Н. Деликешева**

**Құбырларда парафиннің тұну механизмі және олардың алдын алу әдістері**

**Аңдатпа.** Көмірсутекті құбырлардағы ағынның сенімділігі құбыр қабырғасына парафиннің қатты фазасының түзілуіне, қысым ауытқуларын тудыруына және өндірістің қысқаруына немесе тоқтап қалуына әкелетін жасанды бітелулерге байланысты өте маңызды. Парафин оның температурасы (кірістегі салқындатқыш сұйықтықтың температурасы) парафиннің кристалдану температурасынан (ПКТ) төмен түскенде, құбыр қабырғасында қатты зат ретінде орналасуы мүмкін.

Бұл мақалада парафин түзілу процесі қарастырылады. Бұдан басқа, молекулалық диффузия, ығысу дисперсиясы, броундық диффузия және гравитациялық шөгінділерді қоса алғанда, балауыз тұну механизмдері сипатталған. Бұдан әрі парафин тұну процесіне әсер ететін факторлар түсіндіріледі, мысалы, құбыр қабырғасының температурасы, шикі мұнай құрамы, шикі мұнай температурасы, қоршаған ортаның температурасы, ағынның жылдамдығы, уақыт және қысым.

**Түйін сөздер:** парафин тұнуы, парафин тұну механизмі, парафинмен күрес.

**Т.А. Бельбаева**

*Научный руководитель - Заурбеков К.С., магистр технических наук, тьютор кафедры  
Нефтяная Инженерия  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[belbaeva.togzhan.pe@gmail.com](mailto:belbaeva.togzhan.pe@gmail.com)*

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

***Аннотация.** В данной работе рассмотрено преимущество использования методов увеличения нефтеотдачи, их разновидность и классификация. Проанализирована актуальность проблемы разработки нефтяных и газовых месторождений с низкопроницаемыми коллекторами, и трудноизвлекаемыми запасами.*

***Ключевые слова:** нефтеотдача, низкопроницаемые коллекторы, трудноизвлекаемые запасы, разработка месторождения, методы увеличения нефтеотдачи.*

На данный момент в разработке есть огромное число месторождений, характеризованных низкопроницаемыми коллекторами и трудноизвлекаемыми запасами. С точки зрения обеспечения целостности и добычи всех нефтедобывающих стран эффективность извлечения нефти из таких нефтеносных пластов с использованием современных, промышленно разработанных методов разработки неудовлетворительна. В подтверждение этого можно утверждать, что средний коэффициент извлечения нефти (КИН), представленный многими экспертами по всему миру, не превышает 0,4 балла, что означает, что если принципиально не применять новые методы повышения нефтеотдачи и запасов, то около 60% от начальных запасов нефти по-прежнему будут неэксплуатируемыми.

Десятки тысяч так называемых убыточных нефтяных скважин были выведены из эксплуатации. У некоторых компаний имеются нефтяные скважины, которые достигли 50% или более от их эксплуатационного фонда[1] В результате фактическая плотность модели нефтяной скважины в несколько раз превышает модель нефтяной скважины. Расчетное время сокращается до 28%, что на 25% меньше среднего времени. Это объясняется не ухудшением структуры запасов и увеличением доли их трудноизвлекаемые части, а тем что для разработки таких запасов не применяются современные методы увеличения нефтеотдачи - тепловые, газовые, химические, микробиологические, хотя они способны обеспечивать нефтеотдачу нередко превышающие при разработке месторождений с активными запасами методом заводнения.

Нужно обратить внимание на последние обобщенные данные, презентованные в Лондоне в декабре 2004 году на Международном форуме способов повышения нефтеотдачи. В соответствии с данными сведениями нефтеотдачи достигаемое с использованием современных методов увеличения нефтеотдачи, составляет 30-70%, тогда как в случае первичных методов разработки с помощью потенциала пластовой энергии, составляет в среднем 24%, а при вторичных методах заводнения также закачки газа для сохранения и поддержки пластовой энергии 25-40%. Применение современных методов увеличения нефтеотдачи позволило повысить всемирно установленные извлекаемые резервы нефти в 1,4 раза, то есть в 65 миллиардов тонн, а средние значения нефтеотдачи позволят увеличить к 2020г. С 35% вплоть до 50% с возможностью последующего увеличения[2]

Классификация рабочих агентов изученных методов увеличения нефтеотдачи пластов:

1. Тепловой метод:

- Паротепловое влияние на пласт
- Пароциклические обработки скважин

- Вытеснение нефти горячей водой
- Внутрипластовое горение
- 2. Химический метод:
  - Выталкивание нефти водными растворами поверхностно-активными веществами
  - Выталкивание нефти растворами полимеров
  - Выталкивание нефти щелочными растворами
  - Выталкивание нефти кислотами
  - Выталкивание нефти композициями химических реагентов (мицеллярные растворы и др.)
  - Микробиологические воздействия
- 3. Гидродинамический метод:
  - Интегрированные технологии
  - Мобилизация в разработку недренируемых запасов
  - Барьерное заводнение на газонефтяных залежах
  - Нестационарное (циклическое) заводнение
  - Ускоренный отбор жидкости
  - Ступенчато-термальное заводнение
- 4. Газовый метод:
  - Влияние на пласт двуокисью углерода
  - Влияние на пласт углеводородным газом (включительно широкая фракция лёгких углеводородов)
    - Закачивание воздуха в пласт
    - Влияние на пласт азотом, дымовыми газами и др.[1]

#### 5. Комбинирование методов

Наблюдается чаще всего. В большинстве случаев, для увеличения нефтеотдачи применяется в совокупности гидродинамические и тепловые методы, физико-химические и гидродинамические методы, физико-химические наравне с тепловыми методами и тому подобное.[3]

#### 6. Метод увеличения дебита скважин

Этот процесс в некоторой мере нельзя относить к методам увеличения нефтеотдачи вследствие того, что в конечном итоге использование всех имеющихся методов, предназначенных для увеличения нефтеотдачи, повышает потенциал вытесняющего агента, однако здесь получается осуществление потенциала вытесняющего нефть агента посредством использования естественной энергии пласта. В свою очередь физические методы увеличения дебита скважины весьма часто не являются причиной увеличения финальной нефтеотдачи пласта, а лишь представляют собой фактор временного повышения нефтедобычи, другими словами увеличивают степень нефтеотдачи пласта в определенный отрезок времени.

#### 7. Физический метод

Данными методами флюиды, имеющиеся в низкопроницаемых местах, фильтруются при помощи смягчения коагулирующего материала, расчистки поровых каналов коллектора, глинисты вкраплений. Помимо всего, физические методы делают возможным убрать блокирующее воздействие остаточных фаз нефти, воды и газа.

Преимущественно используемые физические методы:

- Волновое воздействие на пласт
- Электромагнитное воздействие
- Горизонтальные скважины
- Гидроразрыв пласта
- Иные аналогичные методы. [2]

На данный момент предпочитают газовые и тепловые методы, доля дополнительной добычи, благодаря использованию которых превосходит 95%. [4]

К перспективным направлениям повышения дополнительной добычи нефти на действующих и разведанных месторождениях следует отнести:

1. Отбор проектов, исходя из достижения максимально возможной нефтеотдачи при гармонизации экономических интересов государства и недропользователя.

2. Совершенствование известных и создание новых способов добычи нефти:

- Разработка нового насосного оборудования
- Новые регламенты эксплуатации скважин
- Смарт-скважины, интеллектуальные месторождения
- Применение потока отклоняющих технологии и управляемых систем поддержания пластового давления

• Новые системы размещения скважин

• Новые способы воздействия на пласт

3. Развитие и совершенствование постоянно-действующих геолого-технологических моделей местоположений

4. Введение обязательного условия налогового стимулирования разработки трудноизвлекаемых запасов ( высокообводненных, малодебитных и остановленных скважин) внедрение новейших методов повышения извлечения полезных ископаемых (повышения нефтеотдачи)

5. Разработка новых и совершенствование применяемых программных продуктов для проектирования системы разработки и расчета динамики добычи нефти и коэффициента извлечения нефти.

Широкое использование новых методов и технологий повышение нефтеотдачи поможет решить проблему разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами.

### **Литература**

1. Бойко В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений.– М.: Недра, 1990 – 427 с.

2. Росляк А.Т. Современные технологии разработки нефтяных и газовых месторождений

3. Степанова Г.С. Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты.

4. Климов А.А. Методы повышения нефтеотдачи пластов.

**T.A. Belbayeva, Zaurbekov K.S.**

#### **Analysis of modern technologies for the development of oil and gas fields.**

**Abstract.** This paper discusses the advantages of using enhanced oil recovery methods, their variety and classification. The urgency of the problem of developing oil and gas fields with low-permeability reservoirs and hard-to-recover reserves is analyzed.

**Keywords:** oil recovery, low-permeability reservoirs, hard-to-recover reserves, field development, enhanced oil recovery methods.

**T. A.Бельбаева, Заурбеков К.С.**

#### **Мұнай және газ кен орындарын игерудің заманауи технологияларын талдау.**

**Андатпа.** Бұл жұмыста майды қалпына келтірудің жақсартылған әдістерін қолданудың артықшылықтары, олардың әртүрлілігі мен жіктелуі туралы айтылады. Өткізгіштігі аз қабаттары бар және қалпына келтіруге қиын қорлары бар мұнай-газ кен орындарын игеру проблемасының өзектілігі талданды.

**Түйін сөздер:** мұнайды қалпына келтіру, су өткізгіштігі аз қабаттар, қалпына келтіруге қиын қорлар, кен орнын игеру, мұнай өндірудің күшейтілген әдістері

УДК 622.245

**А.К.Бишембай<sup>1</sup>, А.А.Исмаилов<sup>2</sup>**

*Научный руководитель - А.А. Исмаилов, к.т.н., директор ТОО «НПЦ РЕС»*

## БУРОВЫЕ РАСТВОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МИРЕ И В КАЗАХСТАНЕ

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются разновидности буровых растворов которые высоким спросом употребляются в проектах Казахстана и мира. Указываются ряд преимуществ и недостатков растворов на водной и углеводородной основе. Называется места, где имелись опыты применения растворов на углеводородной основе. Целью статьи является анализ изучения проблем, чаще встречающихся при строительстве скважины. Рассматривается **поглощение бурового раствора** в качестве одной из основных проблем **при бурении**. Выделяются и описываются рецептуры определенных систем растворов выпускаемых ведущими компаниями в этой отрасли по ликвидации данного осложнения. На основании теоретических исследований материалов из источников данных разных компаний рассмотрены четыре варианта систем при борьбе с поглощениями, где составы могут быть адаптированы к конкретным условиям скважины.

**Ключевые слова:** буровой раствор, производители, поглощение, системы растворов, рецептура.

Буровой раствор – это многокомпонентная смесь, применяемая для промывки скважин в процессе бурения.[1] Состав буровых растворов подвергался изменениям и улучшилось с развитием нефтяной отрасли и продолжает меняться по сей день.

Имеется четыре главных типа растворов – на водной основе, на углеводородной основе, газообразные растворы и пена. На сегодняшний день оптимальный рецепт недорогого, но эффективного бурового раствора все еще находится на этапе поиска.

В данное время растворы на водной основе (РВО) применяются в основном при бурении и конструкции ствола скважины. Но, с достижением и открытием скважины продуктивного пласта, возникают ряд проблем. Проблема заключается в том, что, когда растворы на водной основе касается нефтяного пласта и пористой среды, где расположены полезные ископаемые резко уменьшается проницаемость призабойной зоны скважины. В результате это приводит к серьезному снижению продуктивности скважины и длительность всего процесса значительно нарастает. Кроме того, растворы на водной основе замерзают при отрицательной температуре, что так же ограничивает область ее применения. Если сравнить растворы на углеводородной основе (РУО) с РВО можно перечислить немало плюсов в пользу РВО: возможность долгого хранения и повторного применения; не взаимодействует с глиной и солевыми составами; не образуют коррозию; меняется вязкость, т.е. возрастанию вязкости можно добиться различными утяжелителями; стабильны к перепаду температуры; не размещаются в пласты с высокой фильтрацией и не воздействует к притоку нефти отрицательно. [2] Однако, РУО также имеют ряд недостатков, как невыгодность цены и нехватка основных составляющих; углеводородная основа быстро воспламеняется; процесс удаление твердых основ требует особой работы; значительный вред окружающей среде.

На сегодняшний день в Казахстане занимаются с производством реагентов такие компании, как M-I SWACO, Halliburton, Smartex DF, Petro-unit, Омас Интегрейтед, Asia Petro Service и другие. Все эти компании работают в достижении цели – получить как можно более высокий объем добычи наиболее безопасным, доступным и быстрым способом.

По анализам вышеперечисленных компании РВО все же является предпочтительным видом растворов так как является выгодным с экономической точки зрения и подходит для бурения неглубоких и разведочных скважин в нашем регионе. РУО и растворы на синтетической основе (РСО) в Казахстане являются привлекательными вариантами для крупнейших нефтегазовых проектов как Тенгиз, Кашаган и Карачаганак.

Вышеперечисленные гигантские месторождения отличается тем, что они очень глубокие и то, что РВО и РСО можно применить многократно решает проблем, связанных с расходами. Из ближайших зарубежных месторождений имеет опыт работы с системами РУО и РСО месторождения в Азербайджане, морское бурение в Охотском море, Сахалин, ЯНАО, Северный Кавказ, Восточная Сибирь, Пермский край.[3]

Для создания эффективного раствора в соответствии с характеристиками продуктивного пласта и повышения производительности – компании, занимающиеся с производством реагентов, совершенствуют рецептур растворов разными компонентами. Востребованность к оптимизации рецептур проявляется в связи с возникновением проблем.

#### **Системы буровых растворов для бурения зон поглощения**

Как уже упоминалось ранее не имеется оптимального, подходящего состава буровых растворов для всех месторождений. Сейчас компании изготавливает системы буровых растворов, где можно менять количество составляющего компонента относительно от частных условий.

Один из часто встречающихся проблем при бурении – поглощение бурового раствора. Множество компании во всем мире работает над решением этого вопроса: разрабатывает различных операционных систем для определения зон поглощения заблаговременно, изготавливает реагентов для оптимизации рецептур буровых растворов.

Компания M-I SWACO предлагает следующие системы для решения данной проблемы. Составы этих растворов адаптированы к конкретным условиям.

##### *Система на водной основе DRILPLEX*

Система DRILPLEX относится к текущему поколению водных буровых растворов на основе мелкодисперсных оксидов магния и алюминия, демонстрирующих непревзойденные удерживающие характеристики и отличные свойства по предотвращению потерь раствора даже при высоких скоростях потока. Система подходит для широкого круга применения. Водная основа раствора позволяет сократить расходы и минимизировать вред, наносимый окружающей среде, уменьшить скручивающие и осевые нагрузки, а также снизить вероятность эрозии стенок ствола скважины, потому что за счет системы DRILPLEX скорость потока в кольцевом пространстве скважины может быть снижена до нуля. Высокая вязкость раствора при низких скоростях сдвига обеспечивает пробковый поток в скважине.

##### *Система на водной основе DURATHERM*

Система DURATHERM образовалась из составов, использовавшихся в качестве пакерных жидкостей, для которых требуется долговременное сохранение реологических свойств. В результате этого данная низкоколлоидная система способна оставаться стабильной в присутствии кислых газов, солей и выбуренного шлама. Система DURATHERM используется при бурении в условиях высоких температур и высокого давления.

##### *Система на углеводородной основе RHELIANT*

Благодаря плоскому реологическому профилю, система нового поколения RHELIANT сохраняет постоянные свойства бурового раствора, которые не зависят от температуры и давления. При использовании RHELIANT значения ЭЦП неизменно ниже значений при использовании обычных инвертных систем, при этом уменьшаются проблемы в процессе бурения и снижаются потери готового бурового раствора.[4]

Компания Halliburton также работает над решением данной проблемы и предлагает свои варианты.

##### *Система на водной основе BOREMAX*

Компоненты системы BOREMAX, отвечающие за высокие ингибирующие свойства раствора, стабильные реологические свойства, контроль над водоотдачей, низкое содержание коллоидной фазы и высочайшее качество фильтрационной корки, работают синергетически. [5].

Данная система состоит из многих компонентов три из них отлично справляются герметизацией скважины, путем закупоривания трещин. Твердая фаза в этой системе почти не встречается, поэтому система считается отличным решением без компонентов величины коллоидных фракции.

Специально разработанный комплексный кольматант BaraBlend-657 является отличным компонентом в ситуациях, когда ширина трещин не достигает 3000 мкм, а поглощение раствора продолжается расти. Данный компонент изготовлен для сохранения эффективного коэффициента проницаемости чтобы получить максимальный объем полезных ископаемых. Но как отмечено выше это подходит только в случаях, когда ширина не превышает 3000 мкм. В ситуациях, когда ширина ещё больше и потеря достигает почти 100%, тогда следует добавить реагент BARAFLAKE. Комбинация этих материалов является отличным решением проблемы поглощение и может закрывать огромные трещины.

Выбор бурового раствора является важным этапом при строительстве скважины. В первую очередь для подбора правильной системы и рецептуры бурового раствора, необходимо получить точные геологические данные. Стадия правильного составления рецептуры раствора чревато эффективным бурением успешным завершением строительства скважины. Каждое месторождение уникально по-своему, и несмотря на схожих по литологии и других параметров не может быть универсального состава на все случаи. Поэтому необходимо адаптировать рецептуры для частного случая, исходя от данных определенного месторождения. Различные варианты предлагают компании усовершенствуя рецептуры разными компонентами. Все же вопрос по приготовлению экономически выгодного и решающих всех проблем раствора остается открытым. Поиск решений задач по буровым растворам требует от нас – научных соискателей кропотливой работы.

### Литература

1. Буровые растворы для бурения, заканчивания и капитального ремонта скважин. – URL: <https://neftegaz.ru/tech-library/burenie/142386-burovye-rastvory-dlya-bureniya-zakanchivaniya-i-kapitalnogo-remonta-skvazhin/> (дата обращения: 02.03.2021)
2. Трофимова Т. Углеводородные основы для буровых растворов производства «Газпром нефти» вытесняют с рынка импортные аналоги. – URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2017-december/1306551/> (дата обращения: 02.03.2021)
3. Технология за Круглым Столом: Буровые растворы. – URL: <https://rogtecmagazine.com/технология-за-круглым-столом-буровые-3/?lang=ru> (дата обращения: 05.03.2021)
4. Системы буровых растворов и реагенты. – URL: [https://www.slb.ru/upload/iblock/115/sis\\_bur\\_rastvorov\\_catalogue.pdf](https://www.slb.ru/upload/iblock/115/sis_bur_rastvorov_catalogue.pdf) (дата обращения: 05.03.2021)
5. Об итогах применения высокоэффективного бурового раствора BOREMAX. – URL: [https://burneft.ru/docs/archived\\_docs/articles\\_tek/66](https://burneft.ru/docs/archived_docs/articles_tek/66) (дата обращения: 15.03.2021)

**A.K. Bishembay, A.A. Ismailov**

#### **Drilling fluids used in the world and in Kazakhstan**

**Abstract.** This article discusses the types of drilling fluids that are used in high demand in projects in Kazakhstan and around the world. In this study we indicated a number of advantages and disadvantages of water-based and hydrocarbon-based solutions. In this research we offered the places where experimented the use of hydrocarbon-based solutions. The purpose of the article is to analyze the study of problems that are more common in the construction of wells. The absorption of drilling mud is considered as one of the main problems in drilling. Also, we identified and described the formulations of certain systems of solutions produced by leading companies in this industry for the elimination of this complication. As a result of the work we considered four variants of anti-takeover systems, where the compositions can be adapted to the specific conditions of the well.

**Keywords:** drilling fluid, producers, absorption, fluid systems, compounding.

**А.Қ. Бишембай, А.А. Исмаилов**

### Қазақстанда және әлемде қолданылатын бұрғылау ерітінділері

**Аңдатпа.** Берілген мақалада әлем бойынша және Қазақстанда үлкен сұранысқа ие бұрғылау ерітінділерінің түрлері қарастырылған. Су және көмірсутек негізіндегі ерітінділердің артықшылықтары мен кемшіліктері аталып, олардың қолданылған аймақтары жөнінде ақпарат беріледі. Ұңғы құрылысы кезінде жиі кездесетін мәселе – бұрғылау ерітіндісінің жұтылуына қарсы компаниялардың шығарған ерітінділер жүйесінің құрамына кеңірек тоқталған. Осы саладағы негізгі компаниялардың жұмыстарын зерттеу арқылы құрамын ұңғыға сай өзгертуге болатын төрт түрлі жүйені қарастырған.

**Түйін сөздер:** бұрғылау ерітіндісі, өндірушілер, жұтылу, ерітінділер жүйесі, құрам.

УДК 624.1:532(075.8)

**М.С.Болат**

*Ғылыми жетекші – М.С.Молдабеков, доктор PhD, Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы*  
[mirzakasim.bolat.pe@gmail.com](mailto:mirzakasim.bolat.pe@gmail.com)

### ИГЕРУДІҢ СОҢҒЫ САТЫСЫНДАҒЫ МҰНАЙ КЕН ОРЫНДАРЫНЫҢ, МҰНАЙ БЕРУ КӨРСЕТКІШТІГІН АРТТЫРУ ШАРАЛАРЫ

**Аңдатпа.** Қазақстандағы көптеген ірі және орта кен орындарының игерудің соңғы сатысына енуі оларды пайдалану тиімділігін, резервуарлар мен кен орындарын игерудің жай-күйін бағалауға, қалдық қорлардың құрылымын нақтылауға, жоспарланған мұнай өндіруге қол жеткізу үшін оларды белсенді игеруге тарту шараларын белгілеуге мүмкіндік береді. Бұл мәселені шешудің негізгі компоненттерінің бірі суланған, толық игерілмеген коллекторлардан, соның ішінде су-мұнай аймақтарынан қалдық мұнайды алу болып табылады. Пайдаланудың рентабельді мерзімін ұзарту және кен орындарын игерудің соңғы кезеңінде табиғи ортаға экологиялық жүктемені азайту мәселесі де алдыңғы қатарға шығады. Осы мәселелерді кешенді шешу арқылы ғана алға қойылған мақсаттарға қол жеткізуге болады.

**Түйін сөздер:** геологиялық-техникалық шаралар, бастарқы алынатын қор, қабатты гидрожару, полиакриламид, мұнай өндіру коэффициенті.

Қазіргі уақытта мұнай кен орындарын игеру күрделі жағдайда іске асырылуда, бұған кен орындарының игерудің соңғы сатысын жатқыза аламыз. Бұл шарттар мыналарды қамтиды:

- Даму объектілерінің геологиялық және физикалық көрсеткіштерінің нашарлауы,
- Мұнай қорларының құрылымының өзгеруі және қалпына келмейтін қорлар үлесінің ұлғаюы;
- Ұңғымалар өндірісінің сулануының жоғары деңгейі;
- Өнімнің құрамындағы жоғары мөлшердегі асфальт-шайырлы-парафинді заттар (АШПШ), парафиндер мен тұздардың болуы.

Соңғы уақытта мұнай кен орындарын игеру нарықтық жағдайда жүзеге асырылуда, мұнда мұнай өндірудің жаңа технологияларымен қатар, кен орындарын жобалау мен талдаудың ғылыми әдістері қарқынды дамуда. Көп қабатты мұнай кен орындарын игерудің соңғы сатысындағы маңызды проблемалардың бірі қалдық мұнайдың кен орындарында қаншалықты жинақталуын анықтау және оларды барынша алу мақсатында геологиялық-техникалық іс-шараларды негіздеу міндеті болып табылады. Игерудің соңғы сатысындағы кен орыннан мұнай алу коэффициентін жоғарылату, инновациялық техникалық және технологиялық шешімдерді өндірісте қолдануды қажет етеді.

Тек игеру технологиясын түбегейлі өзгертуге бағытталған радикалды, инновациялық тәсіл ғана пайдалану шығындарының төмендеуімен және қоршаған ортаға кері әсер етуімен жоспарланған мұнай жинау коэффициентіне жетудің алғышарттарын жасайды [8].

Мысал ретінде 1986 жылы кен орнын игерудің экстенсивті әдісінен интенсифікациялық әдісіне көшкен ОАО «Татнефть» тәжірибесін келтіре аламыз. Бұл мұнай қабатын оңтайлы игеру

технологиясының ережелеріне негізделген. Бұл технология профессор Н.Н. Непримерова жетекшілігімен Қазан университетінің ғалымдар мен мамандар тобы жүргізген көпжылдық зерттеулердің (30 жылдай) негізінде жасалды [5].

Мұнай қабатын оңтайлы игеру технологиясы қабаттың сүзілу-сыйымдылық қасиеттерінің қабат қысымының шамасынан, қолданылған депрессия мен репрессиядан, айдалған судың химиялық құрамынан, температуралық өзгерістерден, сондай-ақ сапалы жаңа ақпараттық қамтамасыз етуден анықталған заңдылықтарына негізделген.

Технология жаңа сүзу моделіне және жаңа математикалық аппаратқа негізделген: дискретті ортаның физикалық моделі және молекулалық динамика әдісі түріндегі құрылғы үздіксіз ортаның механикалық моделін алмастырды. Ол резервуардағы бұзылыстың таралуының соңғы жылдамдығымен қалыптан тыс сұйықтықтарды сүзудің релаксация сипатын ескереді [1].

Өндіруші ұңғымалардағы критикалық фильтрациясының жаңа құбылысы эксперименталды түрде ашық және теориялық негізделген, ал суперкритикалық – айдау ұңғымаларында негізделген. Мұнай қабатын оңтайлы игеру технологиясының негізгі постулаттары:

Кен орындарын игеру бастапқы қысымға тең қабат қысымымен жүзеге асырылуы керек. Қысымның кез келген бағытта ауытқуы мұнай өндіру коэффициентінің (МӨК) төмендеуіне әкеледі.

Қабат қысымы критикалық мәндерден аспауы керек. Суланған ұңғымаларда бұл мұнай қаныққан және су басқан бөлігінде бұзылыстың таралу жылдамдығының әртүрлі болуына байланысты суланудың күрт өсуіне әкеледі.

Репрессия қабатқа критикалық мәнен жоғары қысымына жол беріледі, бірақ гидродинамикалық және экономикалық критерийлермен негізделуі керек [7].

Сапалы әрі анағұрлым жетілдірілген ақпараттық қамтамасыз ету, ұңғыма аралық интервалдарды үздіксіз бақылауға фильтрациялық қысымның толқындарын қолдану арқылы негізделген. Қабаттың сарқылуын анықтайтын комплексті параметрлер: гидро және пьезоткізгіштік.

Сұйықтықты алу қарқыны туралы бірнеше көзқарас бар. Кейбір зерттеушілер мәжбүрлі іріктеуді және жоғары қарқындарды, ал басқалары сұйықтықты алудың қалыпты және төмен қарқынын қолдайды.

Кен шоғырын игерудің негізгі проблемасы өндірілетін өнімнің жоғары сулануы көрсеткіші болып табылады 90% - дан астам, осыған байланысты пайдалану объектісінде суды шектеу және су оқшаулау технологиялары кеңінен қолданылады, осындай технологиялардың бірі біртекті емес коллекторлары бар өндіруші ұңғымалардың жұмыс көрсеткіштерін жақсартуға арналған және реагенттің минералданған сумен өзара әрекеттесуі кезінде сыртқы көмірсутек фазасымен тұтқыр тұрақты эмульсияларды қалыптастыру және жуылған жоғары өткізгіш аймақтарды бұғаттау (селективті оқшаулау) қабілетіне негізделген технология болып табылады [2].

Игерудің соңғы сатысында өндірілетін және айдалатын судың келуін шектеу үлкен маңызға ие. Осы мақсатта жөндеу және оқшаулау жұмыстарының әр түрлі әдістері қолданылады, нәтижесінде өнімнің сулану көрсеткішінің азаюы ғана емес, сонымен қатар қабаттағы игеру процесінде су қабатының оқшаулануы күшейеді. Көбінесе, цемент суланған қабаттарды оқшаулау немесе бағаналық айналымды жою үшін қолданылады. Жекелеген өткізгіштігі жоғары қатпарлар бойынша судың жарылуы болған жағдайда селективті оқшаулау әдісі қолданылады. Бұл әдістің нұсқалары органосиликон қосылыстарын (119-204 өнімі, Акор), натрий силикатын (сұйық шыны), талшықты және полимермен толтырылған дисперсті жүйелерді қолдану болып табылады.

Технология өндірілген өнімде 90% – дан астам суланған, өндірілетін судың тығыздығы 1015-1185 кг/м<sup>3</sup> терригенді және карбонатты коллекторларда қолданған тиімді.

Қабатты гидрожару-бұл механикалық әсер ету тәсілі, мұнда жыныс қабатқа сұйықтық айдау кезінде пайда болатын қысым әсерінен минималды беріктік жазықтықтары бойымен жарылады [4].

Саркылған коллекторлардың мұнай беруін ұлғайту жөніндегі шаралар:

1. Ұңғыманың түп маңын тазарту, ұңғымалардың қайталама перфорациялау:

- таза мұнай аймағында (ТМА) перфорациямен қамту коэффициенті бірге тең болуы керек;

- су-мұнай аймағында барлық мұнайға қаныққан және ішінара суға қаныққан қалыңдығын екінше реттік перфорациялау.

2. Резервуардағы энергия жүктемесін азайту (өндірілетін су көлемін азайту және ығыстырушы агенттің айдауын шектеу).

3. Жұмыс істемейтін ұңғыма қорында мақсатты геологиялық-техникалық шараларды (ГТШ) өткізу.

4. Жоғары сулану көрсеткіштегі ұңғымалардың оқпандарында мұнайдың жинақталу жылдамдығын анықтау бойынша арнайы зерттеулер жүргізу және ұңғымаларды ағу жылдамдығынан аспайтын іріктеуге ауыстыру (бұған өнімді қабат шатырының микроантиклиналындағы ұңғымалар үміткерлер болып табылады).

5. Қалдық мұнайдың жинақталу жылдамдығынан асып кетпеу шартымен ұңғымаларда сусыз мұнайды іріктеуді ұйымдастыру.

6. "Хвостовик" технологиясын қолдана отырып, ұңғымалардың өндіруші қорында суланудың төмендеуі (суландыру өткізгіштігі бойынша қиманың қабаттық біртектілігіне байланысты ұңғымалар үшін).

7. Өнімді қабаттың жоғарғы қабатының абсолютті биіктіктерінің өзгеруін ескере отырып, айдау ұңғымаларының орналасуын өзгерту (айдау ұңғымалары өнімді қабаттың жоғарғы қабатының микросиналдарында орналасуы керек).

8. Өнімді қабаттың жоғарғы бөлігінің микроантиклиналдары үшін сұйықтықты үдемелі іріктеуді жергілікті қолдану [6].

Суландыру жүйесінің тиімділігінің жеткіліксіздігінің себептерінің бірі-өндірілген мұнай мен айдалатын судың тұтқырлығының жоғары ара - қатынасы, сонымен қатар қабаттардың гетерогенділігі ығысу фронтының біркелкі емес жылжуын күшейтеді. Өткізгіштігі бойынша біртекті емес қабаттарда мұнай өндіру жақсы өткізгіш аймақтар бойынша ығыстырушы агенттің мерзімінен бұрын серпілістерімен қатар жүреді, бұл қабаттың толық ығыстырумен қамтылуын және тұтастай мұнай беруін төмендетеді. Суландыру жүйесінің тиімділігін өнімді қабаттарға физика-химиялық әсер ету әдістерін қолдану арқылы арттыруға болады. Бүгінгі күні өнімді қабаттарға әсер ету бойынша технологиялар реагенттердің химиялық табиғатына және физикалық-химиялық процестердің механизмдеріне негізделген, олардың қабат жағдайында бөгейтін су қайтарғыш экранның пайда болуына әкеледі. Көптеген геологиялық-технологиялар үшін ең көп таралған жүйелер полиакриламид негізінде құралған [3].

Полимерлі суландыру-суда еритін ПАА-ты қолдана отырып, мұнай өндіруді арттырудың ең перспективті физика-химиялық әдістерінің бірі. Механизм айдалатын судың қозғалғыштығын төмендетуге, жыныстағы полимердің ішінара адсорбциясына байланысты тұтқырлықты теңестіруге, қарсылықтың қалдық факторын құруға, айдалатын судың су басу аймағында және өнімді қабаттың тік бөлігінде жылжу жиегін теңестіруге негізделген [9].

Өңдеудің соңғы кезеңіндегі кен орындарынан мұнай алу проблемасы туралы келтірілген мәліметтер негізінде келесі тұжырымдар жасауға болады:

Қабатқа су айдау арқылы резервуарға әсер ету әдістері әлі де өзектілігін жоғалтқан жоқ және қазіргі уақытта тиімді.

Қабатты гидрожару және полимерлі суландыруды қолдану ең тиімді шешім болып саналады, өйткені кен орындарын игерудің соңғы кезеңі өнімді суланудың жоғары деңгейімен және игерілуі күрделі өндірілетін мұнай қорларының ұлғаюымен сипатталады.

Жоғарыда айтылған мұнай өндіруді арттыру тәсілдерін қолдану арқылы, соңғы сатыдағы кен орындарының мұнай беру көрсеткішін арттыра аламыз.

### **Әдебиет**

1. Хисамов, Р.С. Анализ добычи жидкости на поздней стадии разработки / Р.С. Хисамов // Нефтяное хозяйство. - 1994. - № 1. - С. 52-54.
2. Сургучев М. Л. Циклическое (импульсное) воздействие на пласт как метод повышения нефтеотдачи при заводнении // Нефтяное хозяйство, 1965, № 3.
3. Муслимов Р. Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения: проектирование, оптимизация и оценка эффективности. Казань: Фэн, 2005. 688 с.
4. Никитина А. Технология АСП как решение проблемы истощения традиционных запасов // Нефтегазовая Вертикаль. 2014. № 10. С. 24–26.
5. Мартос В. Н. Применение полимеров в нефтедобывающей промышленности. Обзор зарубежной литературы. Москва: ВНИИОЭН, 1974. 96 с.
6. Галимов, Р. И. Технология полимерного заводнения на поздней стадии разработки месторождений / Р. И. Галимов. Молодой ученый. — 2017. — № 40 (174). — С. 4-6.
7. Л. М. Рузин, О. А. Морозюк. Методы повышения нефтеотдачи пластов: учебное пособие. — Ухта: УГТУ, 2014. — 127 с.
8. Хавкин А. Я. Нанотехнологии в добыче нефти и газа. Изд. 2-е. М.: Нефть и газ, 2008. 171 с.
9. <https://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C11/V2/014.pdf>

**M.S. Bolat, M.S. Moldabekov**

#### **Measures to increase the oil recovery rate of oil fields at the last stage of development**

**Abstract.** The entry of many large and medium-sized fields in Kazakhstan into the final stage of development will allow us to assess the efficiency of their use, the state of development of reservoirs and fields, to clarify the structure of residual reserves, to determine measures to involve them in active development to achieve the planned oil production. One of the main components of solving this problem is the extraction of residual oil from waterlogged, not fully developed reservoirs, including from water-oil zones. The issue of extending the cost-effective operational life and reducing the environmental burden on the natural environment at the final stage of field development also comes to the fore. Only a comprehensive solution to these problems can achieve these goals.

**Keywords:** geological and engineering operations, initial recoverable reserves, hydraulic fracturing, polyacrylamide, oil recovery factor.

**М.С. Болат, М.С. Молдабеков**

#### **Мероприятия по повышению показателя нефтеотдачи нефтяных месторождений на последней стадии разработки**

**Аннотация.** Вхождение многих крупных и средних месторождений Казахстана в завершающую стадию разработки позволит оценить эффективность их использования, состояние разработки резервуаров и месторождений, уточнить структуру остаточных запасов, определить меры по вовлечению их в активную разработку для достижения планируемой добычи нефти. Одним из основных компонентов решения данной проблемы является извлечение остаточной нефти из обводненных, не полностью освоенных коллекторов, в том числе из водно-нефтяных зон. На первый план выходит и вопрос о продлении рентабельного срока эксплуатации и снижении экологической нагрузки на природную среду на завершающем этапе разработки месторождений. Только комплексным решением этих проблем можно достичь поставленных целей.

**Ключевые слова:** геолого-технические мероприятия, начальные извлекаемые запасы, гидроразрыв пласта, полиакриламид, коэффициент извлечения нефти.

Даут Пэзлэт

Научный руководитель – Абдели Д.Ж. профессор Институт геологии и нефтегазового дела  
имени К. Турысова, кафедра «Нефтяная инженерия» Satbayev University, Алматы,  
Казахстан

[972731044@qq.com](mailto:972731044@qq.com)

## РАЗРАБОТКА РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЗАКОЛОННОГО ПРОСТРАНСТВА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

**Аннотация:** Актуальность выбора данной темы обусловлена тем, что на сегодняшний день нарушение герметичности заколонных пространств скважин, приводящее к возникновению межпластовых перетоков газа, межколонных газопроявлений и грифонообразований, остается серьезным видом осложнений на многих газовых и газоконденсатных месторождениях.

**Ключевые слова:** Герметичность, цементирование, скважина, схема, тампонаж, эксплуатация, технологии.

Герметичность заколонного пространства обеспечивается применением цемента определенных марок, дающих газонепроницаемый, трещиностойкий цементный камень.

Одной из основных причин возникновения избыточного давления в межколонном пространстве и самой скважине является негерметичность цементного камня, например, в результате использования тампонажного материала в виде цемента на глинистом растворе многократные опрессовки эксплуатационной колонны, цементных мостов, приводящее к разрушению цементного кольца, образованию в нем трещин и “отлипанию” цемента от породы и колонны.

Цементирование - закрепление обсадной колонны на стенке ствола скважины и отсечение избыточных флюидов от попадания в ствол скважины посредством нагнетания цементного раствора по обсадной трубе и вверх по кольцевому зазору.

Одноступенчатая (сплошная) система цементирования

Для быстрого и надежного укрепления обсадных стволов частных гидросооружений применяется сплошная система подачи смеси. Одноступенчатое цементирование скважин предусматривает закачку цементного состава в пространство вокруг трубы под высоким давлением при помощи спецоборудования, установленного на основе автосредства или вблизи сооружения.

Раствор для тампонажа под собственным весом направляется к башмачному основанию колонны, тем самым заполняя все имеющиеся полости.

Перед началом работ осуществляется тщательная промывка водозаборного ствола, далее устанавливается специальная пробка – ограничитель. Бетононасос осуществляет подачу смеси, под тяжестью которой пробка опускается на башмачное основание.

Сплошное цементирование используется для мелких скважин правильной конфигурации. Недостатком можно считать сложность проведения контроля над качеством трамбовки залитой цементной смеси.

Двухступенчатое цементирование скважин применяется:

1. когда цементная смесь застывает достаточно быстро, что не позволяет выполнить тампонаж за один рабочий цикл;
2. когда необходимо заполнить два отдельных участка в пространстве за обсадной трубой, расположенных на значительном расстоянии друг от друга;
3. когда скважина глубокая и все работы по тампонажу невозможно выполнить за один рабочий цикл.

При других условиях использование двухступенчатой системы тампонажа нерационально и экономически не обосновано.

Прямая схема подачи тампонажного раствора в затрубное пространство: раствор, закачанный внутрь цементируемой обсадной колонны, проходит по ней до башмака и затем по ступает в затрубное пространство, распространяясь снизу вверх; обратная схема: тампонажный раствор с поверхности подают в затрубное пространство, по которому он перемещается вниз.

Устройство для герметизации межколонного пространства на устье скважины включает ступенчатый цилиндрический корпус 1 с присоединительным фланцем 2 в верхней части. В корпусе 1 выполнены центральный осевой и радиальные каналы под боковые патрубки 3. В нижней части корпуса 1 выполнена наружная присоединительная резьба для взаимодействия с муфтой 4 обсадной колонны 5, а в верхней - внутренняя кольцевая расточка.

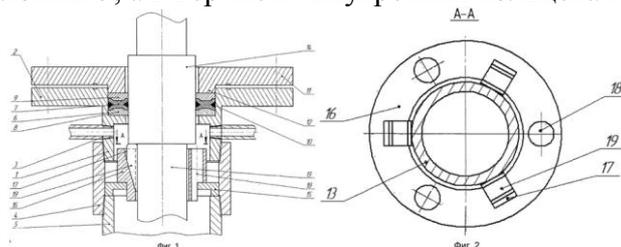


Рисунок 1 - Схема устройства для герметизации межколонного пространства

Скважина, как инженерное сооружение может, входить в состав сложной технологической цепочки по добыче нефти, газа или воды, а может быть самостоятельным инженерным сооружением. Но в том и в другом случае специфика скважин такова, что ее ствол пересекает множество пластов и пропластков. При бурении скважины разрушаются перемычки, изолирующие пласты с разными пластовыми давлениями, тем самым создавая каналы перетока. Для предотвращения этого, скважины обсаживаются стальными трубами (обсадными колоннами) и цементируются [1].

После ввода в эксплуатацию газовых и нефтегазовых месторождений на устье многих скважин выявляются межколонные газопроявления, межпластовые перетоки и грифоны газа за кондуктором. Это приводит к безвозвратным потерям газа, нарушениям проектных показателей разработки залежей и высоким темпам снижения пластового давления в газовой залежи в начальный период разработки. На многих газовых месторождениях не подтверждаются запасы газа, пересчитанные по темпам падения пластового давления, снижены коэффициенты извлечения газа из продуктивных пластов, особенно в глубокозалегающих объектах, осложненных аномально высоким пластовым давлением (АВПД) [2].

Проблема негерметичности скважин, с одной стороны, уже не первый год изучается специалистами, с другой стороны, далеко не всегда ей придается должное значение. Многие специалисты считают, что возникающие проблемы локальны в пространстве и времени, в силу чего эти проблемы могут быть легко решены в рамках существующих ремонтных работ.

Данное представление проблемы, на мой взгляд, несколько упрощенное. Проблема глобальнее. Ее следует разделить на несколько элементов:

1. Возможность организации работ на скважине. В зависимости от этапа жизни скважины можно рассматривать различные сценарии:

1а. Текущий ремонт эксплуатируемой скважины.

1б. Обеспечение герметичности при ликвидации или консервации скважины.

1в. Ликвидация негерметичности на уже ликвидированной скважине, возможно, через десятки лет после прекращения ее функционирования.

2. Наличие технологий, способных обеспечить уровень герметичности [3].

Очень часто первый пункт вообще выпадает из рассмотрения как очевидно решенный. Однако фактически – далеко не по всем скважинам это является настолько простой ситуацией.

Так, например, по данным [4], только на территории юга Тюменской области РФ и только в 1990-х гг. пробурено более 300 поисково-разведочных скважин на нефть и газ. Эти скважины считаются ликвидированными.

Ряд аварийных ситуаций демонстрируют, насколько активны могут быть процессы прорыва флюида (в основном, газа) по заколонному пространству.

В качестве способов обеспечения герметичности предложены различные технические решения, связанные с использованием традиционных тампонажных растворов, но призванные обеспечить большую надежность по сравнению с требованием РД [7].

При этом по отдельным объектам разработки вклад разных элементов различен. На пример, для ПХГ актуальна проблема разрушения цементного камня из-за динамических нагрузок при эксплуатации одних и тех же газовых скважин в режиме добычи и закачки [8, 9].

При этом исследования зацементированных колонн на Заполярном месторождении [10] показывают, что плохое сцепление цемента имеют от 18% до 41% фонда обследованных скважин (в зависимости от исполнителя работ), а отсутствие сцепления – от 9% до 22%. Ожидаемые проблемы с негерметичностью таких скважин подтверждаются фактическим материалом [11].

По ряду скважин на ПХГ были проведены работы по продлению сроков эксплуатации скважин [12]. Максимальный срок эксплуатации добывающей скважины составил 42 года. При этом для более старых скважин он меньше, чем для новых. Но срок в 42 года в ряде случаев меньше проектного или фактического срока эксплуатации газового месторождения. Так, на Медвежьем месторождении газ добывается уже 47 лет. Некоторые проектные документы имеют расчеты с прогнозным сроком более 100 лет.

Есть ряд технологий, которые не ограничиваются установкой только цементного камня. Например, в работах [13, 14] предлагается использовать гидрозатвор внутри эксплуатационной колонны, который имеет гидравлическую связь с заколонным пространством. Жидкость гидрозатвора создает противодействие на продуктивный пласт, препятствуя притоку из него. Но авторы работы [13] указывают, что стабильность жидкости гидрозатвора не превышает 10 лет. Этого достаточно при эксплуатации ПХГ, но не достаточно при ликвидации скважины.

Схема гидрозатвора, согласно [14], представлена на рис. 2. На схеме приняты следующие сокращения: МСЦ – муфта ступенчатого цементирования, ЦК – циркуляционный клапан.

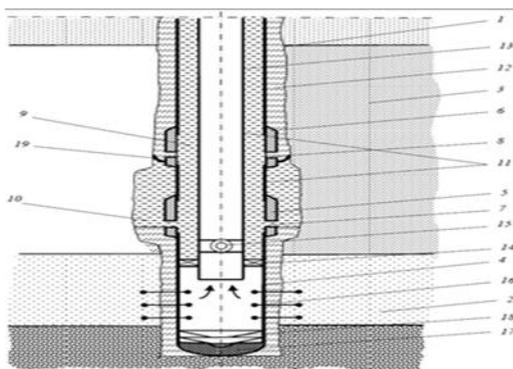


Рисунок 2 - Схема гидрозатвора, согласно [14].

1 – ствол скважины, 2 – продуктивный пласт МСЦ, 3 – непроницаемая кровля, 4 – эксплуатационная колонна, 5 – первая МСЦ, 6 – вторая МСЦ, 7 – отверстия первой, 8 – отверстия второй МСЦ, 9 – внутриколонное пространство, 10 – заколонное пространство, 11 – жидкость гидрозатвора, 12 – цементное кольцо, 13 – лифтовая колонна, 14 – пакер внутри-колонный, 15 – ЦК, 16 – перфорация, 17 – башмак, 18 – продавочная пробка, 19 – мажета

В процессе традиционного цементирования затрубного пространства эксплуатационной колонны (а также и кондуктора) приходится создавать значительные давления в цементировочных агрегатах. При этом приходится преодолевать противодействие столба

цементного раствора в затрубном пространстве. Подход с установкой гидрозатвора также требует достаточного противодействия при нагнетании жидкости гидрозатвора.

В работе [3], гравитационный фактор не преодолевают, а используют его в качестве подпорья (рис. 3)

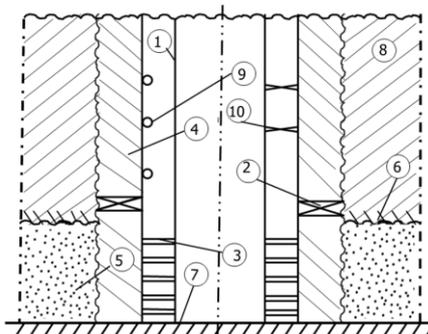


Рисунок 3 - Схема забоя при заканчивании скважины с закачкой герметизирующего текучего агента

На рисунке 3 цифрами показано: 1 – обсадная колонна, 2 – пакер, 3 – сквозные перфорационные отверстия в обсадной колонне, 4 – сформированная герметизирующим составом зона, 5 – продуктивный пласт, 6 – кровля продуктивного пласта, 7 – подошва продуктивного пласта, 8 – массив непродуктивных пород, включая по крышку (кровлю пласта), 9 – нагревательные элементы на внешней стороне обсадной колонны, 10 – односторонние клапаны газа.

Данный способ имеет ограничения к применению. Он, возможно, не будет достаточно эффективным в условиях наличия в разрезе многолетнемерзлых пород, а также в случае, если в процессе эксплуатации в скважину планируется закачка высокотемпературного агента (например, перегретого пара). При наличии промежуточных колонн выполняют процедуру герметизации аналогично изложенной, но с применением подходов, разработанных для цементирования промежуточных колонн.

### Литература

1. Г.Н. Рубан, Л.Н. Рубан. Возможности и перспективы применения геофизических методов исследования скважин с целью изучения напряженно – деформационного состояния геологических сред при разработке нефтегазовых месторождений и месторождений по дземных вод, Санкт–Петербург, 2003.

2. Дзюбло А.Д., Рубан Г.Н. Надежная диагностика и ликвидация заколонных перетоков как залог экологической безопасности при разработке нефтегазовых месторождений. 2018.

3. Д.П. Анিকেев, С.Н. Закиров, Э.С. Анিকেева, А.Д. Лысенко Негерметичность скважин – глобальная проблема, а не локальная. 2019.

4. Курбанов Я.М., Черемисина Н.А., Комбаров Р.К. и др. Опыт проведения ремонтно-изоляционных и ликвидационных работ на старом фонде геолого-разведочных скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2013.

5. Sharafutdinov Z.Z., Anosov E.V. Influence of individual factors of the wells construction technology on break-through of reservoir fluids along the cemented space // Construction of Oil and Gas Wells on Land and Sea. 2013.

**Dawuti Paizelaiti, D.J. Abdeli**

#### **Formulate reasonable methods to ensure bottom hole sealing of oil wells**

**Abstract.**the suitability of this topic is due to the damage of bottom hole sealing, It leads to the flow of interlayer gas, the appearance of interlayer gas and the formation of Griffin body, In many natural gas and condensate fields, complications are still a serious form.

**Keywords:** sealing, cementing, schematic diagram, cementing, operation, process.

**Даут Пэзлэт, Д.Ж. Әбделі**

**Мұнай ұңғымаларының сақиналық кеңістігінің тығыздығын қамтамасыз етудің ұтымды әдісін жасау**

**Аңдатпа:** Бұл тақырыпты тандаудың өзектілігі бүгінгі күні ұңғымалардың сақиналық кеңістігінің тығыздығын бұзу, қабаттар аралық газ ағындарының, сақиналық газ көріністерінің және грифин түзілуінің пайда болуына әкеліп соқтырумен байланысты. көптеген газ және газ конденсатты кен орындарындағы асқинула р.

**Түйін сөздер:** Тығыздық, цементтеу, құдық, схема, қосу, пайдалану, технология.

УДК 624.1:532(075.8)

**М.И. Ибрагимов**

*Научный руководитель А.А. Исмаилов- к.т.н Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова  
[marlen.ibragimov.98@mail.ru](mailto:marlen.ibragimov.98@mail.ru)*

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКВАЖИН БУРЕНИЕМ

**Аннотация.** Для увеличения нефтеотдачи пластов на старых месторождениях добыча на которых со временем снизилась, используют методы вторичного вскрытия пластов один из таких методы радиальное бурение. Радиальное бурение (RD) - это метод, с помощью которого можно создать несколько дренажей небольшого диаметра из скважины за относительно короткое время, быстрый метод восстановления и оптимизации нефтяных и газовых скважин, перфорирующий отверстия диаметром 25-50 мм в обсадной колонне с использованием жидкости под высоким давлением при выбранные глубины. Отверстие длиной около 100 метров создается перпендикулярно основному стволу скважины RD в основном используется для стимуляции истощенных или мертвых скважин путем обхода поврежденной зоны. В этой статье акцент был сделан на изучение процесса технологии радиального бурения, ее преимуществ, преодоления ограничений, ее использования для извлечения оставшейся сырой нефти из существующих резервуаров

**Ключевые слова:** радиальное бурение, фрезерование, проведение RD в разных странах, перфорация, скважины до и после RD.

Технология радиального бурения, Технология радиального бурения представляет собой модифицированную систему колтюбинга, в которой используются жидкости под высоким давлением в сочетании с гидравлическими ударными силами для проникновения в породу коллектора. Это достигается за счет использования струйных сил и их скрытия от прямых и обратных сил при определенном режиме потока и в определенной схеме. Это создаст достаточное количество поступающей энергии, чтобы вызвать эрозию пласта. Движение вперед становится функцией гидравлических сил, имеющихся в водометном двигателе, в виде тяги, чтобы продвигать струю вперед. Это достигается за счет сферически расположенных форсунок, направленных назад, что показано на рисунке 1.

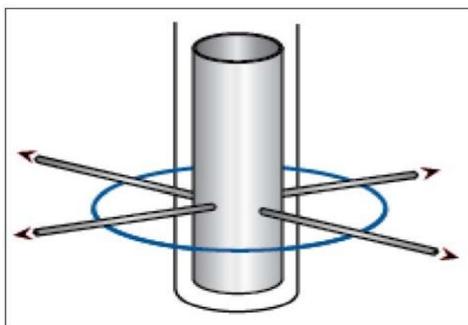


Рисунок 1 - Технология радиального бурения

Жидкость под высоким давлением создается в наземном блоке и направляется в струю через специально разработанную систему гибких труб высокого давления с небольшим наружным диаметром и гибкий шланг высокого давления для той части системы, которая фактически входит в пласт. ГНКТ остается в вертикальной (или наклонной) части ствола скважины, тогда как гибкий шланг проходит через систему дефлектора с заданным радиусом, позволяющую переключаться с вертикального на горизонтальное положение.[1]

Как правило, на каждый горизонт выбрасывается 4 ствола, а расстояние и ориентация могут быть согласованы с геологической структурой с помощью гироскопа для считывания показаний с поверхности. Площади дренажа скважин с боковой забивкой могут быть сопоставимы с традиционными горизонтальными скважинами, но гораздо более экономичны для разработки месторождения. Карбонаты, песчаники и угли лучше всего подходят для технологии боковой струйной очистки. Целями являются пласты с пористостью 5–35%. Технология RD является экологически чистой, при этом используется всего 150 баррелей (приблизительно) чистой (отфильтрованной до 10 микрон) жидкости для боковой работы 4 x 100 м. Повреждение пласта или вымывание углеводородов практически исключаются с помощью оптимизации добычи RD, поскольку используются очень низкие скорости закачки жидкости (5 галлонов в минуту).[2]

Система спроектирована с двумя секциями: верхней или поверхностной секцией, которая в основном представляет собой систему высокого давления, и скважинной системой, которая представляет собой фактическую установку для проникновения в пласт. В поверхностную систему входят: Электроэнергетическая секция, которая включает в себя двигатель, баки с жидкостью и функции управления. Секция высокого давления с насосами, которые создают поверхностное давление до 15000 фунтов на квадратный дюйм, в комплекте со всеми трубопроводами и вспомогательными насосами для кислоты и других химикатов, которые могут быть введены в жидкость транслировать. В отсеке намотки находится колонна катушек, гидравлические соединители для головки инжектора и другие вспомогательные гидравлические компоненты. В кабине управления размещены устройства управления наземным агрегатом для управления всей системой (рис 2)



Рисунок 2 - Наземное оборудование технологии радиального бурения

Таримское месторождение, Китай. Таримское газоконденсатное месторождение представляет собой тонкий пласт алевролитов с низкой проницаемостью и значительным повреждением пласта буровым раствором во время операций бурения и заканчивания. Добыча на этом месторождении ведется с 2006 года, добыча нефти составляет 5,3 т / сут, а добыча газа - 36103 м<sup>3</sup> / сут. После трех лет добычи добыча нефти составляет 0,5 т / сут, что означает, что это заброшенная скважина, если оператор не проводил новые операции. В 2010 году для увеличения добычи на месторождении был реализован план радиально-струйного бурения (RJD). Была спущена первоначальная колонна труб, проведен капитальный ремонт, а затем инструменты RJD были спущены на боковые стволы. Результат работы RJD показал значительное увеличение добычи нефти на 200%, как показано на таблица 1. Также на месторождении снова началась добыча газа после выполнения RJD.[3]

Таблица 1 - Добыча до и после РДС на Таримском газоконденсатном месторождении

	Oil Production(T/d)	Gas Production(m <sup>3</sup> )	Flow Pressure(MPa)
Before RDS	0.5	0	0
After RDS	1.5	3000	5.2

Первый случай применения радиального сверления в египте. Этот метод был впервые применен в Египте на нефтяном месторождении Белайим Лэнд в компании Petrobel. Образование нефтяного месторождения Белаим расположено в центральной части Суэцкого залива на Синайском полуострове. Нефтяные месторождения Белаим характеризуются множеством слоистых коллекторов, обычно образованных из песка с прослоями сланцев и ангидритов разного возраста. Основная добыча на месторождении Белаим теперь зависит от искусственного подъемника; вторичная добыча. Проведены пилотные испытания радиального бурения в трех скважинах.

Скважина №1 добывается из двух разных зон (зона II-A и зона IV) со средним дневным дебитом 251 баррелей в сутки. Эта скважина была пробурена в радиальном направлении в 2010 году для оценки и оптимизации этой техники на месторождении. Работы по радиальному бурению были выполнены на этой скважине путем фрезерования и струйной обработки семи боковых скважин с боковой длиной 164 фута на разных глубинах из зоны IV. Дебит показывает увеличение после стимуляции скважины с помощью этой техники. Общая суточная добыча увеличилась с 252 до 346 баррелей в сутки.

Скважина №2 эта скважина добывается из трех зон (зона II, II-A и зона IV) со средним дневным дебитом 471 баррелей в сутки. Работа по радиальному бурению была выполнена на этой скважине методом фрезерования и выбрасывание шести боковых отверстий на двух глубинах с поперечной длиной 164 фута, и одно из них было 295 футов поперечной длины из зоны II-A. Скорость производства очевидно показывает увеличение после стимулирования.

Скважина №3 эта скважина добывается только из одной зоны (зона IV) со средним дневным дебитом 189 баррелей в сутки. На этой скважине были выполнены работы по радиальному бурению путем фрезерования и струйной обработки четырех боковых стволов на двух глубинах с боковой длиной 164 фута от зоны IV.[4]

Северном Уртабулак. Всего для радиального бурения на Северном Уртабулаке было выбрано пять скважин, представляющих из себя обсаженные и необсаженные, находящиеся в разных частях месторождения. Все скважины были вертикальные или почти вертикальные. На четырех скважинах кандидатах были предприняты попытки бурения четырех боковых стволов на одном уровне, а на скважине NU-116 – по четыре боковых ствола на двух уровнях. За исключением скважины NU-44, где удалось пробурить лишь два боковых ствола, на всех остальных скважинах бурение оказалось успешным и были пробурены боковые стволы длиной около 100м на всех планируемых уровнях. Все боковые стволы были обработаны 10% раствором соляной кислоты сразу после бурения. Результаты радиального бурения на месторождении Северный Уртабулак показаны на следующей сводной диаграмме. [5]

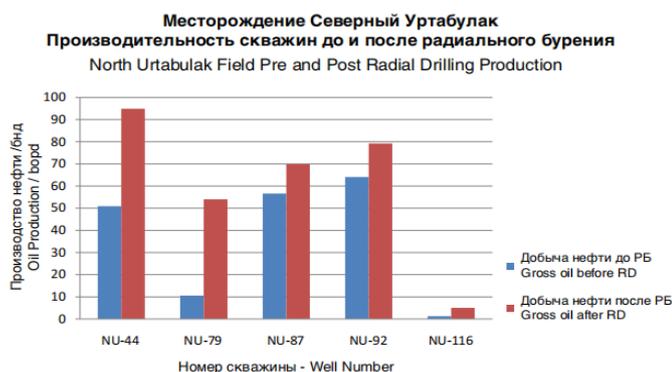


Рисунок 3 – Производительность скважины до и после радиального бурения

## ВЫВОДЫ

Таким образом, оценка показывает, что:

1. Эта технология является успешной с механической точки зрения, поскольку отверстия были просверлены успешно.
2. Скважина с наибольшей длиной бокового ствола показывает значительное увеличение дебита, так как длина бокового ствола увеличивается, и результаты будут больше пользы.
3. Использование этой техники в уплотненных породах лучше, чем в неконсолидированных породах, чтобы поддерживать отверстие в открытом состоянии.
4. Технология была успешно применена для создания нескольких горизонтальных радиалов на одном уровне в одной скважине.
5. Радиальное бурение с использованием струйных методов высокого давления может значительно увеличить нефтеотдачу и дебит нефти.
6. Перед крупномасштабным использованием этой техники перед проектированием необходимо рассмотреть механику горных пород.
9. дешевле, чем другие традиционные методы.

## Литература

1. <https://onepetro.org/SPEFD/proceedings-abstract/18FD/2-18FD/D021S014R002/214858>
2. <https://onepetro.org/SPENAIC/proceedings-abstract/17NAIC/2-17NAIC/D023S025R005/195531>
3. <https://onepetro.org/SPECTWI/proceedings-abstract/14CTWI/1-14CTWI/D012S008R001/212933>
4. <https://onepetro.org/SPENATC/proceedings-abstract/13NATC/All-13NATC/SPE-164773-MS/177815>
5. <https://rogtecmagazine.com/tethys-petroleum-опыт-применения-технологии-радиа/?lang=ru>

**M.I Ibragimov**

### Methods of increasing the productivity of wells by drilling

**Abstract.** To increase oil recovery in old fields where production has decreased over time, use methods of secondary opening of layers, one of these methods is radial drilling. Radial drilling (RD) is a method by which several small diameter drains can be created from a well in a relatively short time, a rapid method of restoring and optimizing oil and gas wells by perforating holes with a diameter of 25-50 mm in the casing using high-pressure fluid at selected depths. A hole about 100 meters long is created perpendicular to the main well bore and is mainly used to stimulate depleted or dead wells by bypassing the damaged area. In this article, the focus was on studying the process of radial drilling technology, its advantages, overcoming the limitations, and its use to extract the remaining crude oil from existing reservoirs.

**Keywords:** radial drilling, milling, conducting RD in different countries, perforation, wells before and after the RD.

**М. И. Ибрагимов**

**Бұрғылау арқылы ұңғымалардың өнімділігін арттыру әдістері**

**Андатпа.** өндіру уақыт өте келе төмендеген ескі кен орындарында мұнай өндіруді арттыру үшін қабаттарды екінші рет ашу әдістері қолданылады, осындай әдістердің бірі радиалды бұрғылау болып табылады. Радиалды бұрғылау (RD)-бұл ұңғымадан салыстырмалы түрде қысқа уақыт ішінде бірнеше кіші диаметрлі дренажды құруға болатын әдіс, тандалған тереңдікте жоғары қысымды сұйықтықты қолдана отырып, корпус бағанындағы диаметрі 25-50 мм тесіктерді тесу арқылы мұнай және газ ұңғымаларын қалпына келтірудің және оңтайландырудың жылдам әдісі. Ұзындығы шамамен 100 метр ұңғыма ұңғыманың негізгі оқпанына перпендикуляр түрде жасалады және негізінен бүлінген жерді айналып өтіп, таусылған немесе өлі Ұңғымаларды ынталандыру үшін қолданылады. Бұл мақалада радиалды бұрғылаудың технологиялық процесін, оның артықшылықтарын зерттеуге, шектеулерді жеңуге және қолданыстағы резервуарлардан қалған шикі мұнайды алу үшін пайдалануға баса назар аударылды.

**Түйін сөздер:** радиалды бұрғылау, фрезерлеу, әртүрлі елдерде РБ жүргізу, перфорация, РБ дейін және кейін ұңғымалар.

УДК 622.248.75

Г.И. Джалалов<sup>1</sup>, Г.Е. Кунаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Зав. Лабораторией "Гидрогазодинамики пластовых систем" института «Нефть и газ», Национальной Академии Наук Азербайджана, чл-корреспондент НАНА, доктор технических наук, профессор*

<sup>2</sup>*докторант Каспийский Государственный университет технологии и инжиниринга имени Ш. Есенова, г. Актау, Казахстан, [g\\_a\\_e\\_jack@mail.ru](mailto:g_a_e_jack@mail.ru)*

## **ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН**

**Аннотация.** На базе анализа результатов гидродинамических исследований притока флюидов к горизонтальным скважинам, проведённых различными авторами, в работе дано обобщённый перечень основных преимуществ, позволяющих рассматривать использование горизонтальных скважин как способ повышения рентабельности систем разработки нефтяных и газовых месторождений.

Показана необходимость развития моделирования фильтрационных процессов в условиях разработки горизонтальными скважинами глубокозалегающих месторождений, сложенных трещиноватыми и деформируемыми породами.

**Ключевые слова:** горизонтальные скважины, продуктивный пласт, бурения, горизонтальный ствол.

Поиск путей решения задачи удовлетворения потребности общества в повышении производительности каждой из пробуренных скважин всегда шел по многим направлениям, начиная от правильности выбора точки заложения скважины, сохранения и улучшения проницаемости пород призабойной зоны ствола скважины, разработки методов воздействия на сам продуктивный пласт, создания эффективно вытесняющих нефть агентов и методов регулирования их продвижения по продуктивным пластам и т.д.

Каждое направление, а также их рациональное сочетание давало технический эффект в виде прироста производительности скважин, но, во многих случаях, этот прирост оказывался недостаточным для обеспечения экономически приемлемой рентабельности применяемых методов.

Долгое время не получала своего развития идея увеличения производительности скважин за счёт существенного увеличения площади контакта ствола скважины с породами продуктивного пласта. Первые попытки её реализации были осуществлены в бывшем СССР ещё в 1937 году на месторождении Ярега [23]. Однако предвоенная обстановка и отсутствие

соответствующих технических средств и технологий, обусловившее высокую стоимость бурения горизонтальных скважин, привели к приостановке работ в этом направлении. Открытие высокопродуктивных месторождений Западной Сибири вновь снизило интерес к разработке месторождений горизонтальными скважинами, возобновлённой в 50-х годах прошлого столетия.

Однако, наблюдаемая в последние десятилетия общемировая тенденция существенного увеличения доли разведанных запасов нефти в низкопродуктивных коллекторах, разработка которых вертикальными скважинами заведомо нерентабельна, вновь выдвинула на первый план потребность в практической реализации обеспечения большой площади контакта ствола скважины с продуктивным пластом.

Поэтому процесс создания и бурного совершенствования техники и технологии бурения горизонтальных скважин, приведший к резкому снижению их стоимости, нельзя считать спонтанным, а следует рассматривать как естественное следствие возникшей потребности. Спрос, как всегда, родил предложение, и, в свою очередь, стимулировал развитие исследований по количественному уточнению известных и выявлению новых возможностей использования скважин с горизонтальными участками ствола различной протяженности и формы.

Появилось огромное количество публикаций, посвящённых изучению различных эксплуатационных параметров горизонтальных скважин. На сегодняшний день значительно более высокая производительность горизонтальных скважин по сравнению с вертикальными при прочих равных условиях является фактом, доказанным теоретически и подтверждённым практикой.

На основе проведённых исследований и накопленного практического опыта в настоящее время по общепризнанному мнению [1,2,7,12,13,15,16,18] наибольший эффект от использования возможностей горизонтальных скважин может быть получен на следующих эксплуатационных объектах:

- маломощные пласты с низкой или неравномерной проницаемостью;
- подгазовые и объекты с подошвенной водой;
- коллекторы с вертикальной трещиноватостью;
- месторождения высоковязких нефтей и битумов;
- шельфовые и труднодоступные продуктивные зоны;
- пласты, разрабатываемые на естественном режиме истощения.

Представительный обзор результатов гидродинамических исследований притока флюидов к горизонтальным скважинам, проведённых различными авторами [4-6,8,11,12,17,19-22,24-30], дан в работе [2] и, поэтому, более подробно мы остановимся лишь на результатах этих исследований:

- продуктивность горизонтальной скважины в однородных нетрещиноватых пластах с однофазной фильтрацией выше продуктивности вертикальной скважины, полностью

вскрывшей этот пласт, если длина горизонтального ствола больше чем  $h \sqrt{\frac{K_z}{K_v}}$ , где  $h$  – то

лщина пласта, м;  $K_z$  и  $K_v$  – соответственно горизонтальная и вертикальная проницаемость пласта, мкм<sup>2</sup>;

- в многофазных системах уравнения для коэффициентов продуктивности горизонтальных и вертикальных скважин могут использоваться лишь для оценки отношения этих коэффициентов;

- в однородных коллекторах, работающих на истощение, горизонтальные скважины в малопроницаемых коллекторах обеспечивают как более высокие дебиты, так и значительное увеличение нефтеотдачи, а в высокопроницаемых – существенное повышение отбора нефти при умеренном увеличении конечной нефтеотдачи;

- повышенная продуктивность при одном и том же темпе отбора позволяет поддерживать пониженную депрессию на пласт, способствуя уменьшению добычи воды или газа, а также существенно снижать выпадение газового конденсата из газа в прискваженной зоне на газоконденсатных месторождениях;

- в коллекторах с естественной вертикальной трещиноватостью извлекаемый объем нефти увеличивается с ростом протяженности горизонтального ствола в направлении перпендикулярном к ориентации системы трещин, при одновременном уменьшении продолжительности эксплуатации;

- сокращение длины горизонтального ствола или его расположение параллельно системе трещин приводит к более значительному снижению нефтеотдачи при уменьшении проницаемости скелета трещиноватой породы;

- при разработке однородных коллекторов заводнением горизонтальными добывающими и нагнетательными скважинами, добыча нефти заметно ускоряется, на протяжении всего периода эксплуатации накопленная добыча нефти всегда больше, чем при разработке вертикальными скважинами, однако обводненность продукции оказывается более высокой. Поэтому, рентабельность использования этого способа разработки может оказаться зависимой от дополнительных затрат;

- горизонтальные скважины, пробуренные в однородном естественно трещиноватом пласте с довольно высокой проводимостью системы трещин, не обеспечивают повышенной нефтеотдачи и даже ускоренного отбора запасов;

- горизонтальные скважины способны обеспечить повышенную конечную нефтеотдачу при реализации линейного режима заводнения, а также в случае приконтурного кольцевого заводнения;

- в условиях проявления эффекта образования конусов воды или газа горизонтальные скважины обеспечивают гораздо более высокую накопленную добычу (как минимум в 3-4 раза).

Даже этот, далеко не полный перечень результатов гидродинамических исследований притока флюидов к горизонтальным скважинам, свидетельствует о том, что использование горизонтальных скважин является не только средством повышения производительности скважин, но может быть важнейшей составной частью новых систем разработки месторождений (особенно низкопродуктивных), позволяющей существенно повысить конечные коэффициенты нефтеотдачи и сократить сроки разработки месторождений.

Не случайно поэтому, в последние годы в США, России, Канаде и др. странах защищены десятки патентов на системы разработки углеводородсодержащих месторождений, использующих как собственные возможности горизонтальных скважин, так и в их сочетании с традиционными методами воздействия на пласты (заводнение, термические методы, волновое воздействие, и др. физико-химические методы)[10].

Однако, в глубоко залегающих коллекторах, изменение внутрискважинного давления в процессе эксплуатации нередко приводит к тому, что разность горного и внутрискважинного давлений достигает величин, достаточных для деформации скелета многих пород, сокращения числа и диаметра открытых пор, что приводит к существенному изменению емкостных и фильтрационных характеристик пород коллекторов[3]. Естественно ожидать, что в этих условиях характер притока флюидов к горизонтальным скважинам будет отличаться для та-кового в коллекторах, залегающих на небольших глубинах. В связи с этим назрела необходимость в развитии моделирования фильтрационных процессов в условиях разработки горизонтальными скважинами глубокозалегающих месторождений, сложенных трещиноватыми и деформируемыми породами.

С перечнем работ, посвященных применению горизонтальных скважин при разработке нефтяных и газовых месторождений можно ознакомиться в [10].

## Литература

1. АБАСОВ М.Т., ВЕЗИРОВ Д.Ш., СТРЕКОВ А.С. Особенности разработки слоисто-неоднородного пласта системой горизонтально-вертикальных скважин. – «НХ». – 2000, №12. – с. 64-66.
2. АБАСОВ М.Т., ДЖАЛАЛОВ Г.И., МАМЕДОВ А.М., САЛМАНОВА С.С., КАРАЕВА Н.Т. Обзор гидродинамических исследований притока флюидов к горизонтальным скважинам. Изв. АН Азербайджана. «Науки о Земле», - 1995, №4-6.
3. АБАСОВ М.Т., ДЖЕВАНШИР Р.Д., ИМАНОВ А.А., ДЖАЛАЛОВ Г.И. О влиянии пластового давления на изменение фильтрационно-емкостных свойств терригенных пород-коллекторов в процессе разработки месторождений нефти и газа. Геология нефти и газа, Москва 1997, №5, с.34-39.
4. АЛИЕВ З.С., ШЕРЕМЕТ В.В. Определение производительности горизонтальных скважин, вскрывших газовые и газонефтяные пласты. – М.: «Недра» - 1995. – 131 с.
5. АЛИЕВ З.С., ШЕРЕМЕТ В.В. Определение производительности горизонтальных, газовых и газоконденсатных скважин. ЭИ, «Геология, бурение, разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений.» ВНИИЭгазпром – 1992, вып.3 – с.7-19.
6. АХМЕДОВ Б.А., КОЛОСОВСКАЯ А.К. Приток к горизонтальным скважинам в анизотропном пласте с проницаемой подошвой. «Доклады АН Азербайджана.» - 1968, №3. – с.3-5.
7. БАГИРОВ Б.А., МАМЕДОВ Т.М., САЛМАНОВ А.М. Геологические основы выбора нефтяных залежей месторождений Азербайджана для разработки горизонтальными скважинами. – «АНХ» - 1994, №2. – с.33-36.
8. БОЙКО Р.В. Принципы и критерии выбора газонефтяных объектов для горизонтального бурения. Ивано-Франк. гос-техн. ун-т нефти и газа. –1997-25 с. Деп.№92-Уи97.
9. БОРИСОВ Ю.П., ТАБАКОВ В.П. О притоке нефти к горизонтальным и наклонным скважинам в изотропном пласте конечной мощности. НТС ВНИИ. –1962. –Вып. 16.
10. ДЖАЛАЛОВ Г.И., ДАДАШЕВ А.М., ЖИДКОВ Е.Е. – Применение горизонтальных скважин при разработке нефтегазовых месторождений. (Библиографический указатель литературы). Баку «Nafta-Press» - 2002 г., 38 с.
11. ДЖАЛАЛОВ Г.И., МАГЕРРАМОВ Э.С. Приток жидкости к горизонтальным скважинам в анизотропном пласте. Труды ИПГНГМ АН Азербайджана «Вопросы разработки и физико-химии нефтегазоносных пластов.» - Б.1999. – с.42-46.

G.E. Jalalov<sup>1</sup>, G.Y. Kunayeva<sup>2</sup>

### On the efficiency of oil and gas field development based on the use of horizontal wells

**Abstract.** Based on the analysis of the results of hydrodynamic studies of fluid inflow to horizontal wells conducted by various authors, the paper provides a generalized list of the main advantages that allow us to consider the use of horizontal wells as a way to increase the profitability of oil and gas field development systems.

The necessity of development of modeling of filtration processes in conditions of development by horizontal wells of deep-lying deposits composed of fractured and deformable rocks is shown.

**Keywords:** horizontal wells, productive formation, drilling, horizontal trunk.

Г.И. Джалалов, Г.Е. Кунаева.

### Көлдөнөң ұңғымаларды қолдану негізінде мұнай және газ кен орындарын игеру тиімділігі туралы

**Андатпа.** Әр түрлі авторлар жүргізген көлдөнөң ұңғымаларға сұйықтық ағынын гидродинамикалық зерттеу нәтижелерін талдау негізінде жұмыста көлдөнөң ұңғымаларды пайдалануды Мұнай және газ кен орындарын игеру жүйелерінің тиімділігін арттыру әдісі ретінде қарастыруға мүмкіндік беретін негізгі артықшылықтардың жалпыланған тізімі берілген.

Сынған және деформацияланатын жыныстардан құралған терең жатқан кен орындарының көлдөнөң ұңғымаларын игеру жағдайында сүзу процестерін модельдеуді дамыту қажеттілігі көрсетілген.

**Түйін сөздер:** көлдөнөң ұңғымалар, өнімді қабат, бұрғылау, көлдөнөң магистраль.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ УСТАНОВОК ШТАНГОВЫХ ГЛУБИННЫХ НАСОСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «RODSTAR» НА МЕСТОРОЖДЕНИИ УЗЕНЬ.

**Аннотация.** В статье изложены основные причины протирания погружного оборудования при эксплуатации добывающих скважин установками штанговых глубинных насосов (УШГН), а также мероприятия, направленные на снижение аналогичных отказов посредством подбора компоновки глубинно-насосного оборудования (ГНО) на специализированном программном обеспечении (ПО).

**Ключевые слова:** УШГН, протирание, подбор компоновки ГНО, ПО «RODSTAR».

Основной причиной негерметичности насосно-компрессорных труб (НКТ) является протирание НКТ насосными штангами. Анализ данных скважин показал, что протирание происходит по причине искривления ствола скважин, а также за счет компрессионных нагрузок штанг. Для минимизации контакта штанги с НКТ рекомендуется проводить качественный подбор компоновки насосных штанг.

Для решения данной проблемы, в рамках реализации НИР филиала ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз», направленные на увеличение межремонтного периода (МРП) добывающих скважин – выполняются работы по подбору компоновки ГНО с применением ПО «RODSTAR».

«RODSTAR» является программным обеспечением для моделирования УШГН, а также для оптимизации компоновок текущих систем ШГН. Для примера рассмотрим скважину 4192 ГУ-69.

Скважина 4192 ГУ-69 относится к часто ремонтируемому фонду скважин. За скользящий 2019-2020г. на 19.01.20г. было проведено 11 ремонтов, 7 из них по причинам, связанным с обрывом НШ и протиранием НКТ. Средняя наработка (СНО) 38 суток. В табл.1 представлены ремонты за указанный период по скважине 4192.

Таблица 1. Ремонты за скользящий 2019-2020г. по скважине 4192 ГУ-69 на 19.01.20г.

ГУ-69	скв № 4192	Начало ремонта	Конец ремонта	СНО – 38 сут	Причины отказов	ØН	Ø НКТ	Лподв	Штанги, шт	
									3/4	7/8
		18.01.19	20.01.19		Обрыв штанг	57	73	1096+30	20	117
		16.02.19	18.02.19		Обрыв штанг	57	73	800+200	9	91
		22.03.19	24.03.19		Обрыв штанг	57	73	904+200	49	64
		12.06.19	13.06.19		ГТМ	57	73	760+200	5	90
		14.07.19	15.07.19		Негерметичность НКТ	44	73	768+200	16	80
		22.08.19	24.08.19		Пропуск/ износ насоса	44	73	768+200	16	80
		28.09.19	29.09.19		Обрыв штанги	44	73	744+200	6	87
		03.11.19	05.11.19		Мех. примеси	57	73	750+200	35	58
		13.11.19	14.11.19		ГТМ	57	73	800+200	39	61
		11.12.19	13.12.19		Обрыв штанг	57	73	808+200	46	55
		17.01.20	19.01.20		Обрыв штанг	57	73	1000+100	Компоновка «RODSTAR»	

Причины отказа погружного оборудования при работе ШГН скважины 4192 по результатам исследований и моделирования в ПО «RODSTAR» – влияние газа (из-за низкого давления на приеме и как следствие наличие свободного газа), с заполняемостью 53%. (рис. 1). Моделирование выявило частичную заполняемость насоса, что приводит к

дополнительным сжимающим нагрузкам на штанги, к их искривлению, а также контакту НКТ и колонны штанг (рис. 2).

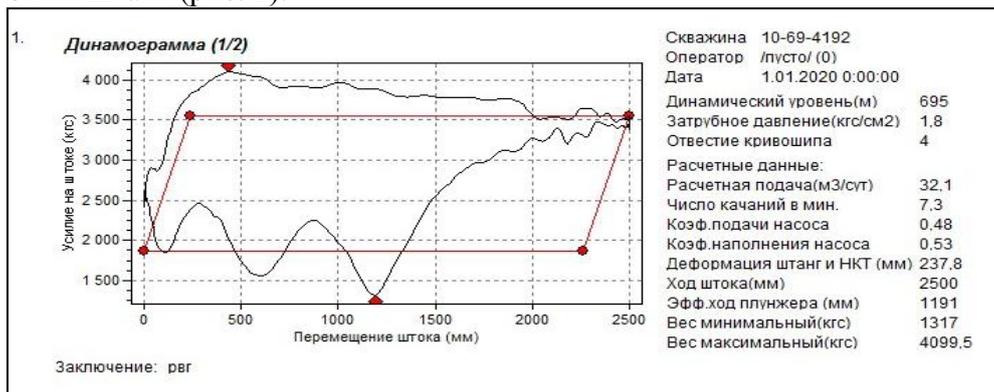


Рисунок 1- Динамограмма скв. 4192 от 01.01.20г.

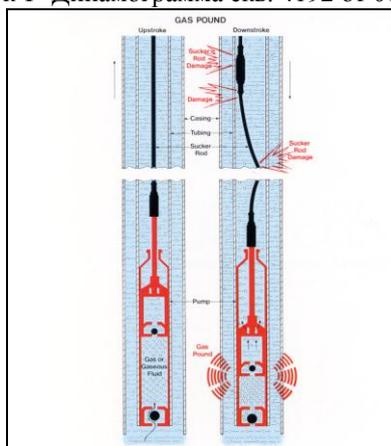


Рисунок 2 - Влияние газа на работу ШГН и колонны штанг.

Опыт эксплуатации ШГН показывает, что в значительном количестве разрушение штанговых колонн обусловлено усталостью металла из-за циклических и переменных по величине нагрузок. При подборе штанговых колонн необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Колонна должна иметь достаточную усталостную прочность, т.е. приведенные напряжения (стрессовая нагрузка) в любом сечении колонны должны быть меньше предельно допустимых значений напряжений для выбранного материала штанг (во всех моделях «RODSTAR» принималась класс прочности «Д»). Равнопрочность ступеней колонны штанг, т.е. приведенные напряжения между ступенями равна или их разница не превышает 5-10%;

2. Иметь минимальный вес;

3. Обладать небольшой деформацией (минимальные потери хода плунжера от упругих деформаций).

Текущая компоновка: 3/4 - 55 шт, 7/8 – 46 шт, Лподв – 808 м. Стрессовая нагрузка НШ 3/4 и 7/8 составляет – 67% (табл. 2).

Таблица 2. Текущая колонна штанг скважины 4192

Rod string design					Rod string stress analysis (service factor: 0,82)				
Diameter (mm)	Rod Grade	Length (m)	Min. Ten. Str. (kPa)	Fric. Coeff	Stress Load %	Top Maximum Stress (kPa)	Top Minimum Stress (kPa)	Bot. Minimum Stress (kPa)	# Guides/ Rod
22,2	D (API)	368	792897	0,2	66,7%	128870	32014	17891	0
19,1	D (API)	440	792897	0,2	67,9%	120504	16020	-3121	0

NOTE: Displayed bottom minimum stress calculations do not include buoyancy effects (top minimum and maximum stresses always include buoyancy).

При расчетах в ПО «RODSTAR» выявлены отрицательные минимальные осевые нагрузки на глубине 600м и изгибающую силу на глубине 700м (рис. 3).

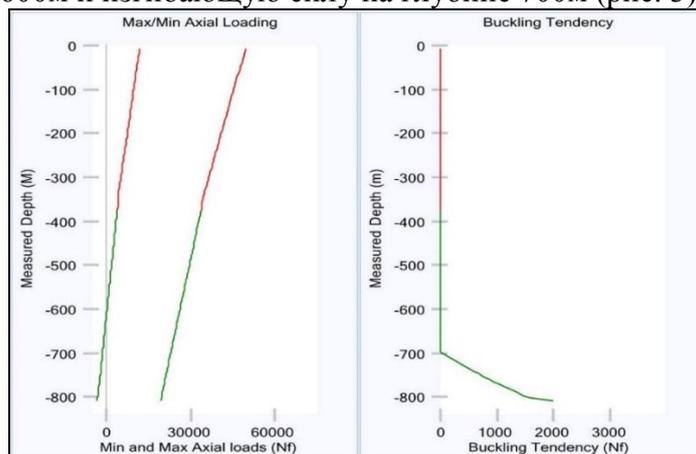
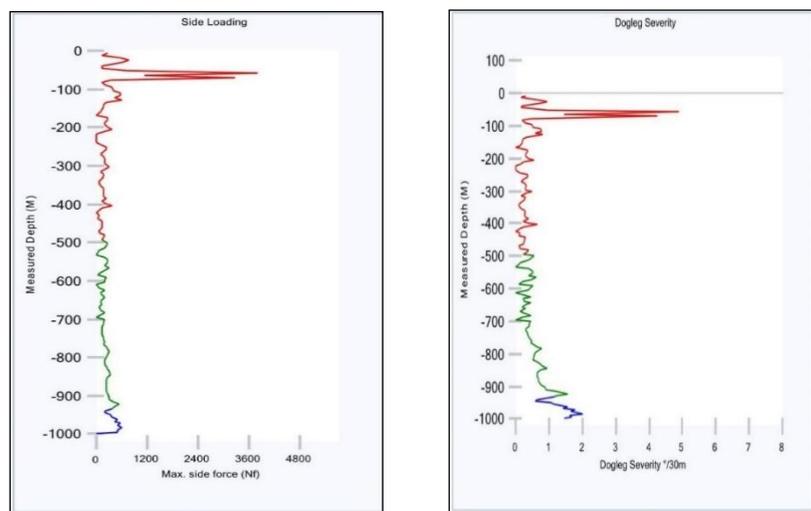


Рисунок 3 - Осевые нагрузки (слева) и тенденция к изгибу штанг (справа)

Указанные недостатки ведут к износу штанг (из-за компрессионных или сжимающих нагрузок, большому перепаду напряжения в ступенях) и приводят к:

- - к деформации сжатия и кручению колонны штанг,
- - дополнительному контакту НКТ и штанг при ходе вниз (так называемое зависание колонны штанг при ходе вниз),
- - изменению при ходе плунжера.

Кривизна скважины также влияет на контактные силы между колонной НКТ и колонной штанг. На рис. 4 показаны контактные нагрузки.



Отмечаются контактные силы, превышающие 300Н, между колонной НКТ и колонной штанг в интервале 50-1000м от устья. Учитывая эти данные, рекомендуется применение насосных штанг с центраторами по всей длине колонны. Максимальный темп набора кривизны составляет 4,5 град / 30 м на глубине 60-80м, что является высоким показателем искривления ствола скважины.

Рисунок 4 - Контактные нагрузки между колонной НКТ и колонной штанг

По расчетам, оптимальная компоновка штанг скважины 4192 выглядит следующим образом (табл. 3):

Таблица 3. Оптимальная компоновка штанг скважины 4192

Rod string design					Rod string stress analysis (service factor: 0,82)				
Diameter (mm)	Rod Grade	Length (m)	Min. Ten. Str. (kPa)	Fric. Coeff	Stress Load %	Top Maximum Stress (kPa)	Top Minimum Stress (kPa)	Bot. Minimum Stress (kPa)	# Guides/ Rod
22,2	D (API)	488	792897	0,2	62,6%	143562	46251	23263	0
19,1	D (API)	440	792897	0,2	62,3%	127261	23241	3337	0
22,2	D (API)	72	792897	0,2	34,8%	58093	-4859	-2293	0

NOTE: Displayed bottom minimum stress calculations do not include buoyancy effects (top minimum and maximum stresses always include buoyancy).

В табл. 4 приведен зеркальный анализ работы скважины 4192 на 01.01.21г. до и после спуска УШГН согласно выданным рекомендациям, с применением ПО «RODSTAR». Как видно из данной таблицы, за анализируемый период количество отказов без ГТМ снизился с 9 до 3 ед., а СНО без учета ГТМ увеличился с 37 до 114 дней.

Таблица 4. Зеркальный анализ работы скважины 4192 на 01.01.21г.

НГДУ	ЦДНГ	ГУ	№ скв	Дата пуска	Параметры скважин							Причины отказов ПО							
					период	Кол-во дни	Дни простоев	Отр. дни	Кол-во ПРС	Кол-во ПРС (без учета ГТМ)	СНО (с ГТМ)	СНО (без учета ГТМ)	Пролуск/внос ШГН	Негерметичность НКТ	Отворот штанг	Обрыв штанги	Огложение мехпримесей, солесложения	ГТМ	Всего
3	10	69	4192	19.01.20	до спуска	348	18	330	11	9	30	37	1	1		6	1	2	11
					после спуска	348	6	342	3	3	114	114				2	1		3
					отклонение	0	-12	12	-8	-6	84	77	-1	-1	0	-4	0	-2	-8

## Литература

1. «Технология и техника добычи нефти», В.И. Щуров, издат. «Недра», Москва, 1983г.
2. «Скважинная добыча нефти», И.Т. Мищенко, издат. «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва, 2003г.
3. "The Beam Pumping Design Chain" Fred W. Gipson, H. W. Swaim. Southwestern Petroleum Short Course, Lubbock, Texas.

**S.O. Kaultayev, B.E. Bekbauov**

### **Sucker Rod Pump systems Optimization by application of Rodstar design software at the Uzen field.**

**Abstract.** The article describes the main reasons for the cleaning of submersible equipment during the operation of production wells by installations of rod-type deep pumps, as well as measures aimed at reducing similar failures by selecting the layout of deep-pumping equipment on specialized software.

**Keywords:** sucker Rod Pump system, wiping, selection of the layout of pumping equipment, software «RODSTAR».

**С.О. Каултаев, Б.Е. Бекбауов**

### **«Rodstar» бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып,**

### **Өзен кен орнында штангалық тереңдік сораптық қондырғыларының жұмысын оңтайландыру.**

**Аңдатпа.** Мақалада тереңдік сораптық қондырғыларымен ұңғымаларды пайдалану кезінде жерасты жабдықтарының негізгі қажалу себептері, сондай-ақ мамандандырылған бағдарламалық жасақтамада тереңдік сораптық жабдықтарының орналасуын таңдау арқылы ұқсас істен шығуын азайтуға бағытталған шаралар көрсетілген.

**Түйін сөздер:** штангалық тереңдік сораптық қондырғы, қажалу, тереңдік сораптық жабдықтарының орналасуын таңдау, «RODSTAR» бағдарламалық жасақтамасы.

УДК 665.61

**М.М. Қазекен, Е.Е. Бекжігіт**

*Научный руководитель - Заурбеков К.С., магистр технических наук, тьютор кафедры НИ Satbayev Univeristy, Казахстан, город Алматы*

[maadi.mazhitovich@gmail.com](mailto:maadi.mazhitovich@gmail.com)

## **ВЛИЯНИЕ КОРОНАВИРУСА НА НЕФТЯНУЮ ОТРАСЛЬ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены изменения, связанные с пандемией COVID-19. Показана динамика цен на эталонную нефть (WTI, Brent), а также обвал их цен, вплоть до отрицательного значения. Было рассмотрено влияние нефти на экономику страны.

Данная работа получила свою актуальность в связи с объективной действительностью, в которую мы были втянуты из-за глобальной пандемии COVID-19. Попробуем проанализировать некоторые важные события, произошедшие в период данной

пандемии и сделать вывод того, чем она повлияла на нефтяную отрасль. Сделан вывод, что наступивший глобальный кризис должен стимулировать преодоление сырьевой зависимости казахстанской экономики, формирование инновационных идей на основе промышленного производства. Этот кризис должен стать поводом для руководства страны принимать все возможные меры по ускоренной диверсификации казахстанской экономики, обеспечению развития нефтегазохимии а также отраслей, связанных с глубокой переработкой природных ресурсов. В конце был сделан обзор на недавнюю новость, которая также повлияла на ценообразование нефти.

**Ключевые слова:** WTI, Brent, Коронакризис, экономика, Казахстан, Суэцкий Канал

Для начала для справки вспомним некоторые исторические моменты [1]:

- Декабрь 2019 года – в Китае, Ухань, провинция Хубэй, впервые была зафиксирована вспышка коронавируса SARS-CoV-2
- 30 января 2020 года - Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) объявила вспышку коронавируса SARS-CoV-2 чрезвычайной ситуацией в области общественного здравоохранения, имеющей международное значение
- 11 марта 2020 года — ВОЗ объявила вспышку коронавируса SARS-CoV-2 пандемией
- 16 марта 2020 года – Президент Республики Казахстан Токаев Касым-Жомарт Кемелевич объявил чрезвычайное положение (ЧП) в стране

Казалось бы, ничего в начале не предвещало беды, но в дальнейшем нас ждали последствия, которые мы никак не смогли бы предотвратить.



Рисунок 1 - Распространение COVID-19

На данном изображении 1 мы видим процесс распространения коронавируса по земному шару.

Теперь подойдем к более интересной части нашего доклада: влияние коронавируса на нефтяную отрасль. В качестве примеров рассмотрим для начала влияние на изменения цен важных сортов нефти.

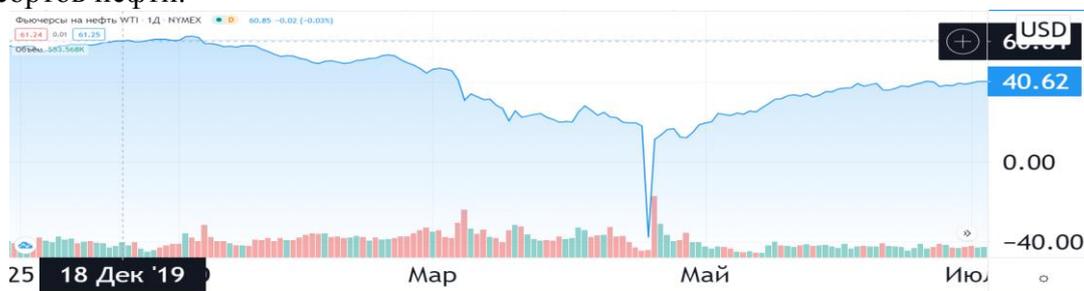


Рисунок 2 - Динамика цен нефти марки WTI

Как мы видим на данном изображении 2, цена на фьючерс сорта нефти WTI (West Texas Intermediate) на тот день показывал значение, отображенное на графике синим цветом. На тот момент события пандемии особо не предвещали беды.



Рисунок 3 - Динамика цен нефти марки WTI

Судя по данному рисунку 3, а также по такому крутому изменению цены на сорт нефти WTI, трудно представить, какие события или факторы могли случиться, что способствовало созданию такой весьма исторического и интересного события. Данную ситуацию можно объяснить благодаря простой причинно-следственной связи. В тот период, когда всемирная экономика переживала не самую благоприятный для неё пандемию коронавируса, спрос на жидкие углеводороды, то есть нефть, был весьма низок. Это объяснялось тем, что во многих странах в целях избежания распространения вируса, объявлялись широкомасштабные локдауны, то есть накладывание ограничений на передвижение людей, транспорта, а также приостановка некоторых отраслей экономики. Как вы думаете, будет ли в таком случае спрос на саму нефть, а также на её производные? Нет, к сожалению, будет минимален. Отсюда возникает вопрос: что делать с излишками нефти, на которую особо нет спроса. Остаётся лишь вариант её складирования, хранения в специальных хранилищах. Но получилось так, что объёмов добытой нефти оказалось слишком много, из-за чего резервуары как на суше, так и на море (в танкерах), стали слишком быстро заполняться. А так как хранение данных излишков стало слишком дорогим, то инвесторы пытались избавиться от них до истечения майского фьючерса, который как раз таки истёк 21 апреля, любой ценой. Всё это мы могли заметить на графике изменения цен на сорт нефти WTI.

Такое же падение цен мы можем наблюдать на более знакомый нам североморской сорт нефти Brent. Основной причиной стал так называемый коронакризис, описанный ранее. Но по сравнению с WTI, цены не опустились ниже нуля, хотя сами по себе также не были благоприятными. Изменения цен, в свою очередь, можно пронаблюдать на рисунках 4 и 5



ниже.

Рисунок 4 - Динамика цен нефти марки Brent



Рисунок 5 - Динамика цен нефти марки Brent

Такая кошмарная ситуация, можно сказать, принявшая страшные обороты в самом начале, сильно повлияла на всемирную экономику и, в частности, на экономику нашей страны, благополучие которой в данный момент сильно зависит от цен на нефть. На тот момент, когда цена на нефть была крайне низкой, были пересмотрены планы на добычу нефти: они были сокращены на 4 млн. тонн, до 86 млн. тонн. На момент написания данной статьи, когда цена на нефть начала увеличиваться, планы были пересмотрены в сторону повторного сокращения на ещё 3 млн. тонн, что в итоге составляет 83 млн. тонн нефти в год. В зависимости от продаж данной нефти курс нашей национальной валюты будет изменяться, что, в свою очередь, напрямую будет влиять на благополучие нашей экономики и граждан нашей страны.[5]

Напоследок обратим влияние на ещё одно событие, произошедшее весьма недавно (в момент написания статьи). Утром 23 марта в Суэцком канале сел на мель сухогруз Ever Given, заблокировав сотни судов.

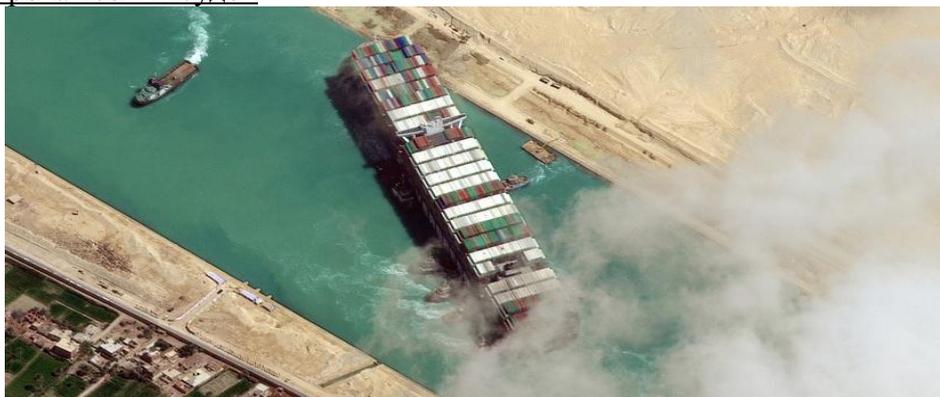


Рисунок 6 - Танкер застрявший на Суэцком канале

На данном рисунке 6 можно пронаблюдать, в каком положении оказался сухогруз. Данный канал примечателен тем, что ежедневно через него проходит около 10% мировых поставок нефти. Из-за образовавшейся «пробки» цены на нефть поднялись. После того, как появились новости о снятии контейнеровоза с мели, мировые цены на нефть утром 29 марта снижаются на 2%: стоимость июньских фьючерсов на нефть Brent - до 63,13/барр., майских - до \$63,5/барр. Данное событие примечательно тем, что, казалось бы, ситуация на вид нелепая, но имеет такие последствия.

### Литература

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%8F\\_COVID-19](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%8F_COVID-19)
2. <https://fastly.syg.ma/attachments/d7c0f5fadeb8112206b7e0f39f55661745bf5778/store/72c4e285d84f25e7fa72f56b66203ab3d7a20810f0340232944f154df412/file.gif>
3. [https://ru.tradingview.com/symbols/NYMEX-CL1!/?](https://ru.tradingview.com/symbols/NYMEX-CL1!/)
4. [https://ru.tradingview.com/symbols/MOEX-BR1!/?](https://ru.tradingview.com/symbols/MOEX-BR1!/)

5. <https://rus.azattyq.org/a/kazakhstan-economy-coronavirus-and-oil-impact-kasymkhan-kapparov/30535170.html>
6. <https://www.interfax.ru/business/758358>
7. <https://russian.rt.com/world/news/847419-egipet-sueckii-kanal>

**М.М. Kazeken, Y.Y.Bekzhigit**

#### **The impact of coronavirus on the oil industry**

**Abstract.** In this article, we have tried to analyze the impact of the coronavirus pandemic on the oil industry and what the consequences were. The main results of this work can be determined by the fact that we gave a brief assessment of very interesting events that occurred during the global pandemic, such as the record drop in prices for benchmark oil (WTI, Brent), the recent event on the Suez Canal, and also considered the impact of the coronacrisis on the economy of our country.

**Keywords:** WTI, Brent, Coronacrisis, economy, Kazakhstan, Suez Canal

**М.М. Қазекен, Е.Е. Бекжігіт**

#### **Влияние коронавируса на нефтяную отрасль**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада біз коронавирус пандемиясының мұнай саласына әсері қандай болғанын және оның салдары қандай болғанын талдауға тырыстық. Бұл жұмыстың негізгі нәтижелерін мыналар анықтауға болады: біз әлемдік пандемия кезінде болған өте қызықты оқиғаларға қысқаша баға бердік, мысалы, эталон мұнайына (WTI, Brent) бағаның рекордтық төмендеуі, жақында болған оқиға Суэц каналы, сонымен қатар коронавирустың біздің ел экономикасына әсерін зерттеді.

**Түйін сөздер:** WTI, Brent, Коронакризис, экономика, Қазақстан, Суэц каналы

УДК 65.7.03

**Д.А.Хасен**

*Ғылыми жетекші: Ж.Қ.Даиров Техника ғылымдарының магистрі Кафедра меңгерушісі Қ. Тұрысов атындағы геология, мұнай және тау-кен ісі институты Мұнай инженериясы кафедрасы Satbayev University, Қазақстан, г.Алматы*  
[dhasenov14@gmail.com](mailto:dhasenov14@gmail.com)

### **МҰНАЙ ӨНДІРІСІН SiO<sub>2</sub> НАНОБӨЛШЕКТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АРТТЫРУ МЕХАНИЗМДЕРІ**

**Аңдатпа.** Кен орындарында мұнай алу және мұнай өндіруді арттыру үшін жыл өткен сайын жаңа жетілдірілген әдістерді қолдану талап етеді. Қазіргі уақытта осы мақсаттар үшін нанотехнологияны, атап айтқанда әртүрлі материалдардың нанобөлшектерін қолдану кең өріс алып жатыр. Қазіргі уақытта әртүрлі нанобөлшектер бар, бірақ олардың ішіндегі ең арзан және қол жетімдісі-кремний нанобөлшектері. Су негізіндегі Суспензия және SiO<sub>2</sub> нанобөлшектері өнімді қабатқа құйылған кезде өте тиімді болуы мүмкін. Бұл технологияны қолдану үшін мұнай беру механизмдерін толық түсіну қажет және осы мақалада заманауи зерттеулер негізінде SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерін пайдалану кезінде мұнай өндіруді арттырудың негізгі механизмдері көрсетілген. Зерттеулер көрсеткендей, SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерін қолданған кезде негізгі әсерге ылғалдылықты өзгерту, интерфазалық кернеуді азайту және кеуек арналарын бітеу арқылы қол жеткізіледі. Ылғалдылықтың өзгеруі тау жынысы мен бір тамшы мұнай арасындағы нанобөлшектердің енуіне байланысты, оларды бір-бірінен ажыратады деп болжанады. Бұл механизм ылғалданудың шеткі бұрышын өзгерте отырып, айырғыш қысымның жоғарылауымен бірге жүреді. Сондай-ақ, кеуектегі капиллярлық қысымның төмендеуі байқалады, бұл мұнай өндіруді жеңілдетеді.

**Түйін сөздер:** нанотехнология, нанобөлшектер, наноұнтақтар, кремний диоксиді, мұнай өндірісін арттыру механизмдері (МӨМ).

## Кіріспе.

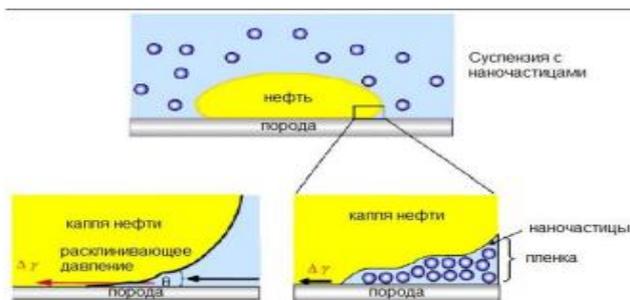
Нанотехнология-бұл 1-ден 100нм дейінгі масштабта жұмыс істейтін заманауи бағыт. Мұнай-газ саласы үшін, атап айтқанда, мұнай өндіру кірісін арттыру әдістері үшін әр түрлі перспективалы наноматериалдар бар. Бірақ ең қол жетімдісі және арзан болып табылатын нанобөлшектердің бірі бұл жер қыртысының маңызды бөлігін құрайтын кремний. SiO<sub>2</sub> нанобөлшектері сумен әрекеттесуінен нанодисперсияны немесе ығыстыру агенті ретінде нанофлюидті құрайды. Зертханалық зерттеулер орта есеппен қосымша мұнай өндіру кірісі шамамен 8% құрайды[2]. Бірақ ең маңызды атап айтатын зат ол-мұнай өндіруді арттыруға қол жеткізілетін механизмдерді түсіну. Көмірсутектерді ығыстыру (гидрофильді де, гидрофобты кеуекті өнімді қойнау – коллектор ортасы) әдетте коллекторлық қасиеттері мен ығыстыру жағдайларына байланысты капиллярлық 0,02-0,06 МПа құрайтын гистерезис, бұл кластерлерді 10 см-ден 50 см-ге дейін ұстап тұруға мүмкіндік береді[3].

SiO<sub>2</sub> кернеу және т. б. басқару үшін, нанобөлшектері сулану, интерфаза сияқты әртүрлі қасиеттерге әсер етеді, сондай-ақ технологияның тиімділігін арттыру үшін параметрлердің қайсысы оның жұмысына көбірек әсер ететін қасиеттерге ие екенін білу керек. Бұл мақалада ең қарқынды әсер ететін факторлар келтірілген және ашылған SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерін қолдану тиімділігі көрсетілген.

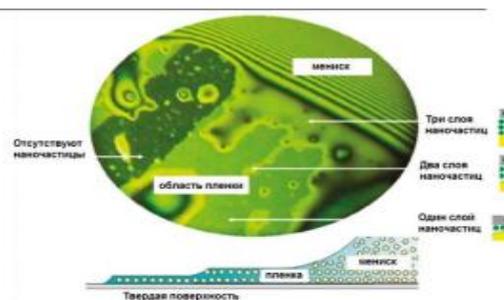
**Ылғалдылықтың өзгеруі.** Тау жыныстары бетінің ылғалдануы мұнай өндіру коэффициентіне (МӨК) әсер ететін ең маңызды сипаттамалардың бірі. Беттік белсенді заттар тау жыныстарының ылғалдануын өзгерте алатыны белгілі, сонымен қатар мұнай өндіруді арттыру үшін қолайлы жағдайлар жасайды[4]. Ылғалдылық капиллярлық қысымға және салыстырмалы өткізгіштік қисығына әсер етеді. Зерттеулер нанобөлшектердің беттік ылғалдану өзгерісіне әсер ететінін және мұнай өндіруді арттыруда оң әсер ететінін көрсетті.

Жұмыста [1] нанобөлшектердің ылғалдануға әсері туралы зерттеу жүргізілді, онда қысымның тау-кен жынысымен мұнай тамшысын айырғыш әсері туралы мәлімдеме алғаш рет айтылды. Қысымның айырғыш қасиетін Б.В. Дерягин ашты және зерттеді (1935). Ол жұқа сұйық пленкалардың термодинамикалық параметр ретінде сыналатын айырғыш қысым ұғымын енгізді[6].

Айырғыш қысым-бұл сұйықтықтың үлкен көлеміндегі гидростатикалық қысыммен салыстырмалы түрдегі жұқа пленкадағы артық қысым.



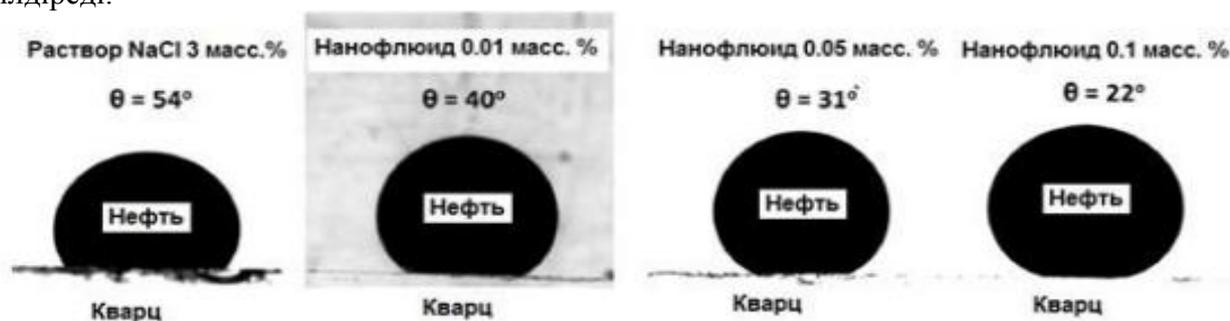
Сурет 1 - Нанобөлшектері арқылы айырғыш қысымы бар пленка қалыптастыру



Сурет 2 - Қалыңдығы әртүрлі наноөлшектердің қабаттарының қалыптасуы

**SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерінің Карбонат коллекторларының өткізгіштігінің жоғарылауына әсерін талдау.** Жұмыс [2] барысында ылғалдану шеткі бұрышының өзгеруі SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерінің артуымен байқалды. Ылғалдандыру бұрышы-бұл қатты беттің ылғалдану сипаттамаларын сандық мәнін өлшеу болып табылады (3-сурет). Концентрацияның 0.01-ден 0.1% массаға дейін артуы, ылғалдану бұрышының төмендеуі (54°-дан 22°-ға дейін) байқалады. Бұл тау-жыныстарының беті гидрофильді бола бастағанын

білдіреді.



Сурет 3 - SiO<sub>2</sub> нанобөлшектерінің концентрациясының жоғарылауымен ылғалданудың шекті бұрышының өзгеруі

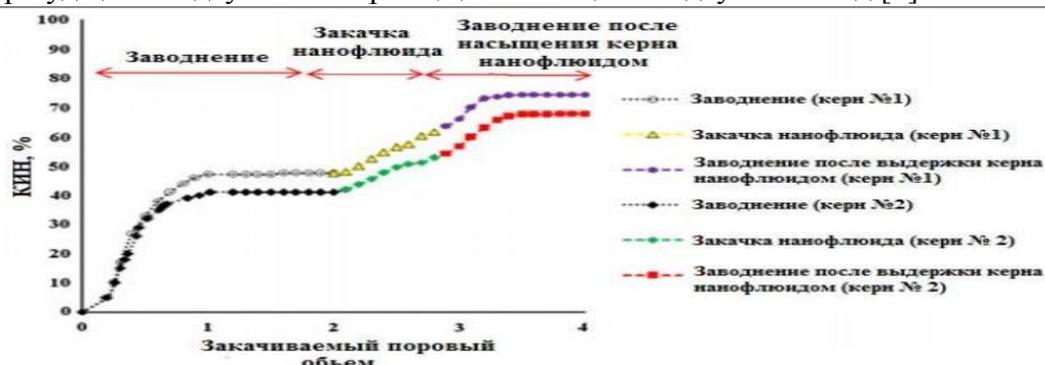
Коллектор жынысының бетіне нанобөлшектердің адсорбциясы оның беткі қабатындағы зарядқа әсер етеді, осылайша ылғалдану сипаттамаларын өзгертеді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, концентрациясы 4г/л нанодисперсия коллектор жынысының ылғалдылығын айтарлықтай өзгерте алады[2]. Бұл шеткі ылғалдану бұрышы 4 г/л ылғалдану концентрациясына дейін күрт артады, содан кейін шайылады. Осылайша, әр шарттың өз тиімді концентрациясы бар деп болжауға болады және оның асып кетуі әрдайым қосымша нәтиже ала бермейді.

Тағы бір әсер нанофлюидті сумен біріктіру арқылы байқалады. Сурет осы эксперименттің нәтижелерін көрсетеді, онда үлгі келесідей қатармен сыналады:

- I) дәстүрлі су тасқыны;
- II) нанофлюидті айдау, кейіннен біраз уақытқа ұстау;
- III) нанофлюид біраз уақыт ұстағаннан кейін дәстүрлі су тасқыны.

Нәтижелер әдеттегі нанофлюидтің сумен алмасуы жақсы әсер көрсетеді. Беттік керілудің төмендеуі капиллярлық қысымның төмендеуіне әкеледі[2].



Сурет 4 - Нанофлюид пен суды аралас айдау кезінде мұнай алу нәтижелері

**Қорытынды.** Осылайша, мұнай өндіру механизмдерін анықтайтын негізгі факторлар: коллектор жыныстарының ылғалдануының өзгеруі деген тұжырым негізделген. Менің ойымша нанобөлшектер ол мұнай саласының болашағы болып табылады. Себебі, мұнай саласындағы басты мақсат ол мұнай өндірісін арттыру және сол арттыру жолында тиімді тәсіл қолдану болып табылады. Нанобөлшектер гидрофильді таужыныстарынан мұнай бөліп, мұнай өндірісін арттыруға көп үлесін береді. Мұнай өндірісінің артуы экономикалық жағынан кірістің артуна алып келеді және жаңа кен-орындарын табу мен өндіру жұмыстарына шығынданбауға себепші болады.

### Әдебиет

1. Назарова Л.Н. Разработка нефтегазовых месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. — М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011. — 156 с. [Nazarova L.N. Razrabotka neftegazovyih mestorozhdeniy s trudnoizvlekaemyimi zapasami. — М.: Izd-vo RGU nefti i gaza im. I.M. Gubkina, 2011. — 156 s.]

2. Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии. М.: "Академия", 2006. – 246 с. [Summ B.D. Osnovyi kolloidnoy himii. M.: "Akademiya", 2006. – 246 s.]

3. Хавкин А.Я. Наноявления и нанотехнологии в добыче нефти и газа / Под ред. член-корр. РАН Г.К. Сафаралиева // М.-Ижевск. ИИКИ. 2010. 692 с. [Havkin A.Ya. Nanoyavleniya i nanotehnologii v dobyiche nefiti i gaza / Pod red. chlen-korr. RAN G.K. Safaraliev // M.-Izhevsk. ИИКИ. 2010. 692 s.]

4. Воробьев А.Е., Воробьев К.А. Наноматериалы и нанотехнологии: особенности протекания физико-химических процессов. Lambert Academic Publishing, Mauritius. 2018. – 104 с.

5. Воробьев А.Е., Малюков В.П. Наноявления и нанотехнологии при разработке нефтяных и газовых месторождений. - М.: РУДН, 2009. - 106 с.

6. А.Е.Воробьев, С.Карабаев. Механизм увеличения нефтеотдачи при использовании наночастиц SiO<sub>2</sub>. 2020. 23-30 с. Журнал: Вестник Атырауского университета нефти и газа им. С. Утебаева

**D.A.Khassen**

#### **Mechanism for increasing oil transfer using SiO<sub>2</sub> nanoparticles**

**Abstract.** More and more advanced and modern methods are required to maintain production and increase oil recovery in the fields. At the moment, for these purposes, more and more people are offering to use nanotechnology, in particular nanoparticles of different materials. At the moment, there are many different nanoparticles, but the cheapest and most readily available of them are silicon dioxide nanoparticles. A suspension based on water and SiO<sub>2</sub> nanoparticles can be very effective when injected into a productive reservoir.

**Keywords:** nanotechnology, nanoparticles, nanopowder, silicone dioxide, EOR/IOR, recovery mechanism.

**Д.А.Хасен**

#### **Механизм увеличения нефтеотдачи при использовании наночастиц SiO<sub>2</sub>**

**Аннотация.** Требуется все более совершенные и современные методы для поддержания добычи и увеличения нефтеотдачи на месторождениях. На данный момент для этих целей все больше предлагают использовать нанотехнологии, в частности наночастицы разных материалов. В настоящий момент существуют много разных наночастиц, но самые дешевые и легкодоступные из них являются наночастицы диоксида кремния. Суспензия на основе воды и наночастиц SiO<sub>2</sub> при закачке в продуктивный пласт может быть весьма эффективной.

**Ключевые слова:** нанотехнология, наночастицы, нанопорошок, диоксид кремния, МУН, механизмы нефтеотдачи.

УДК 665.61

**В.С. Ключниченко, Т.М.Малыбаев**

*Научный руководитель - Заурбеков К.С., магистр технических наук, тьютор кафедры НИИ Satbayev Univeristy, Казахстан, город Алматы*

[klyushnichenko-v@bk.ru](mailto:klyushnichenko-v@bk.ru)

### **ТЕПЛОЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ ВЯЗКОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТА**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается Тепловой метод снижения вязкости нефти. Для того чтобы повысить нефтеотдачу месторождений, которые содержат тяжелые парафинистые и смолистые **нефти** применяют тепловой метод. Тепловой метод это один из методов снижения вязкости нефти. Данный метод можно поделить на три основные подгруппы: воздействие на пласт посредством пара, горение внутри пласта, пароциклические обработки скважин. Каждый из них имеет свои особенности.

**Ключевые слова:** нефтеотдача; запасы, вязкость, плотность, температура, термические методы, паровоздействие, внутривластовое горение.

Запасы нефти в недрах Земли неограничны, в то время как открытие новых месторождений требует колоссальных временных и денежных вложений. Более того, имеет

место быть информация о том, что запасы легкой нефти также подходят к концу. Что значительно усложняет процесс добычи нефти, уменьшается дебит и увеличивается себестоимость нефти, вследствие чего логично предположить уменьшение маржи. В связи с этим, уменьшение вязкости нефти, и как следствие достижение высокой нефтеотдачи пласта имеет невероятную актуальность для нашей страны.

Вязкость - это текучесть тел, которое оказывает сопротивление перемещению слоев. Вязкость одно из важнейших свойств нефти [1]

Один из самых распространенных способов уменьшения вязкости нефти это – термический нагрев. Данный метод позволяет увеличить температуру в стволе и призабойной зоне. Нагрев приводит к разжижению нефти, а так же расплавляется парафин и смолистые вещества . [2]

Тепловой метод классифицируется на:

- паротепловой.
- внутрипластовое горение.
- пароциклическая обработка скважины.

**Паротепловой процесс**, который показан на рисунке 1, состоит в том, что пласт, который имеет низкую температуру и содержащий нефти высокой вязкости, с помощью паронагревательных скважин заполняются паром. Пар, который имеет высокую теплоемкостью, вносит изменение тепловой энергии в пласт, которая в дальнейшем расходуется на нагрев пласта и тем самым снижает относительную проницаемость, вязкость.

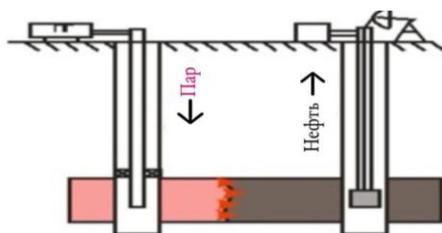


Рисунок 1 - Схема описывающая закачку пара в пласт.[1]

На рисунке 2 показана схема рассредоточения температурных зон в пласте. Первая зона – снижение температуры от перегретого к насыщенному. Вторая зона - переход тепла в пласт от парообразования. Третья зона – температура снижается до начальной. Четвертая зона – миграция холодной воды

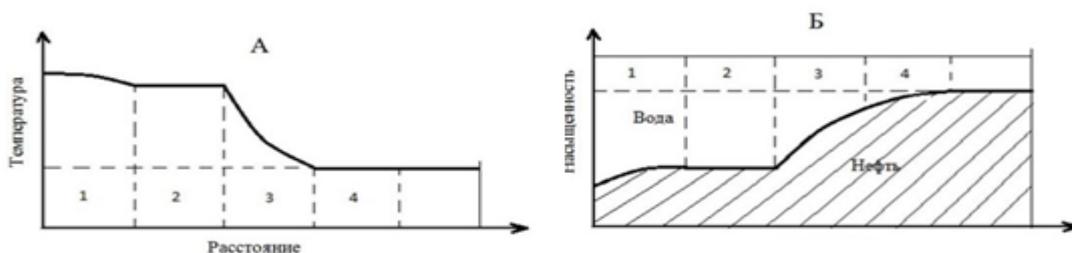


Рисунок 2 - Описание температурных частей(зон) при закачке агента[2]:

А – температурные зоны; Б – насыщенность; 1 – перегрев пара; 2 – насыщенный пар; 3 – горячая вода; 4 – холодная вода.

### **Внутрипластовое горение.**

Данный метод основан на окислительной реакции при взаимодействии кислорода и углеводородов с образованием тепла. При помощи нагнетательной скважины начитается закачка кислорода. Далее, в пласт подводят тепло с использованием электронагревателя, газовых горелок, химических реакций. В качестве продукта горения используется та же нефть, находящаяся в пласте. Внутрипластовое горение подразделяется на сухое и влажное внутрипластовое горение.

При **сухом внутрислоевом горении** в пласт нагнетается только воздух. Воздух, обладая значительно меньшей теплоемкостью, чем порода пласта осуществляет оттаивание фронта нагревания породы от перемещающегося фронта горения. Как результат, до 80% генерируемой теплоты в пласте остается в задней части фронта горения и рассеивается в окружающие породы.

При **влажном внутрислоевом горении** помимо воздуха, в пласт закачивается вода, которая испаряется при достаточном нагревании. И этот горячий, водяной пар переносит тепло на передний фронт. В результате, развиваются большие зоны прогрева.

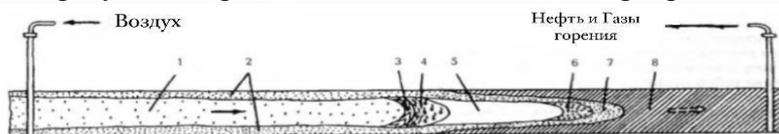


Рисунок 3 - Распределение температуры в пласте во время внутрислоевого горения : Первая - окисленная зона; Вторая – остаточная ширина пласта; Третья – зона фронта горения; Четвертая – зона образования кокса; Пятая – зона сгущения пара; Шестая – зона воды с  $t^\circ$  более 60; Седьмая – зона с высокой насыщенностью нефтью; Восьмая – зона состояния пласта без воздействия на нее.

### Пароциклическая обработка скважин. (ПЦО)

Пароциклическая обработка скважин – это циклическое нагнетание пара в нефтяной пласт с целью его дальнейшего использования для добычи нефти с уменьшенной вязкостью.

Показана схема – 4, демонстрирующая процесс ПЦО скважины

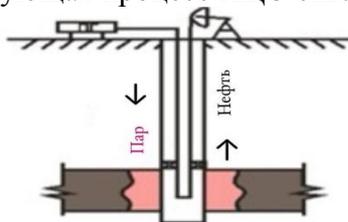


Рисунок 4 – процесс ПЦО скважин

Целью пароциклической обработки скважин является прогревание пласта с нефтью у забоя добывающей скважины, с последующим уменьшением вязкости нефти, увеличения давления в пласте. Пар проникает во все доступные ему слои и поры. За счет капиллярных сил горячий конденсат меняется местами с нефтью, благодаря чему с одной стороны уменьшается вязкость нефти, а с другой стороны нефть перемещается в более доступные для добычи места.[2]

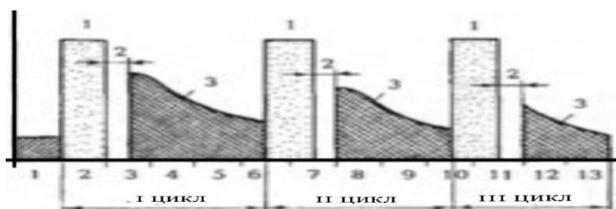


Рисунок 5 - Циклы ПЦО: 1 – закачка пара; 2 – проникновение пара ; 3 – добыча нефти.

### Литература

1. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ - Л. М. Рузин, О. А. Морозюк. Ухта, УГТУ, 2014.
2. Шерстюк С.Н. Изменение состава и свойств высоковязкой нефти при воздействии композиций для увеличения нефтеотдачи пласта. / С.Н.Шерстюк, О.В. Серебренникова, Л.Д. Стахина, П.Б. Кадычагов. //Известия ТПУ. – 2010. - Т. 317. - №3. С. 122–125.
3. ПУТИ И МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ Мячугин А.Н. Научный руководитель – профессор Каверзин С.В.

V.S. Klyushnichenko, T.M. Malybaev

### Thermal method for viscosity reduction and enhanced oil recovery

**Abstract.** This article discusses the thermal method for reducing the viscosity of oil. The thermal method is one of the methods for reducing the viscosity of oil. This method can be divided into three main subgroups: stimulation of the reservoir by means of steam, combustion within the reservoir, steam cyclic treatment of wells. Each of them has its own characteristics.

**Keywords:** oil output; reserves; viscosity; density; temperature; thermal methods; steam influence; fire flooding

В.С. Ключниченко, Т.М. Малыбаев

**Жылу әдісі мұнай өніміндегі тұтқырлықты төмендетуге және майды қалпына келтіруге арналған.**

**Аңдатпа.** Мақалада мұнайдың тұтқырлығын төмендетудің жылу әдісі талқыланады. Жылу әдесі мұнай құрамында ауыр парафинді және шайырлы заттары бар кен орындарының жұмыс тиімділігін арттыру үшін қолданылады. Жылу әдісі- мұнайдың тұтқырлығын төмендету әдістерінің бірі. Бұл әдісті үш негізгі топқа бөлуге болады: бу арқылы қабатқа әсер ету, қабат ішіндегі жану, ұңғымаларды пароциклді өңдеу. Олардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері бар.

**Түйін сөздер:** мұнайды қалпына келтіру, қорлар, тұтқырлық, тығыздық, температура, термиялық әдістер, будың әсері, ішкі қабаттық жану

УДК 622.

А.Б. Қоныс, Қ.Ғ. Мергенов

*Ғылыми жетекші- Насибуллин Б.М. Мұнай-газ ісі мамандығы, әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ.,  
[konysakbayan@gmail.com](mailto:konysakbayan@gmail.com)*

### СУДАН ОҚШАУЛАУ ЖҰМЫСТАРЫ КЕЗІНДЕ КРЕМНИЙ НЕГІЗДІ АКОР ЖӘНЕ БАЙЛАНЫСҚАН ПОЛИМЕР ӘДІСТЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІ

**Аңдатпа.** Бұл мақалада қазіргі кезде мұнай өнеркәсібінде үлкен проблемаға айналған судан оқшаулау жұмыстары әдістерінің тиімділіктері қарастырылады. Аталған проблемадағы сулану үлесін қысқарту мақсатында көптеген әдіс-тәсілдер қолданылып келеді. Байланысқан полимер мен кремний негізді АКОР реагентінің өзара тиімділігін және қолданылу сипатын салыстыру осы мақаланың негізгі мақсаты болып табылады. Сонымен қатар, байланысқан полимер құрамына әртүрлі біріктіруші химиялық қосылыстар қосу арқылы оның пайдалану аясын кеңейтіп, оқшаулау жұмыстарын сапасын арттыра аламыз. Байланысқан полимер құрамына қатты біріктіруші материалдар қосылады. Көп жағдайда беріктігін арттыру мақсатында хром қосылыстары қолданылады. АКОР материалы кезінде негізін кремний қосылыстары ретінде алып оқшаулау жұмыстары жүргізіледі. Байланысқан полимер мен кремний негізді АКОР реагенті судан оқшаулау жұмыстары кезінде қабат жағайын ескере отырып қолданылады. Екі әдістің де өзіне тән ерекшеліктері бар. Аталған ерекшеліктерін ескере отырып, судан оқшаулау әдісін таңдау арқылы жоғары нәтижеге қол жеткіземіз.

**Түйін сөздер:** жөндеу-оқшаулау жұмыстары, судан оқшаулау жұмыстары, АКОР реагенті, қабат сулануы, байланысқан полимер, біріктіруші материалдар.

Мұнай кен орындарын игеру кезінде қабаттағы бөгде сулардың ұңғымаға еніп кетуі мұнай игерудегі дебиттің төмендеуіне алып келетін мәселелердің бірі. Ұңғыманың сулануы бөгде сулардың өнімді горизонтқа өтуінен, ұңғы бекітілуінің нашарлауынан болады. Көп жағдайда табан суларының конустануы нәтежиесінде, сонымен қатар қабаттың біртексіздігінен, жоғары өткізгішті қабаттар мен үлкен жарықшақтардың болуынан, шегендеу құбырларының дұрыс цементтелмеуінен, цемент көпірінің қирауынан, қабатқа айдалған суларының көлемінің кобеюінен туындайды. Сол себепті осындай проблемалардың алдын алу үшін көптеген судан оқшаулау жұмыстары жүргізіледі. [1] Судан оқшаулау жұмыстарының өзі бірнеше түрге жіктеледі. Атап айтсақ, ең негізгі екі тобы механикалық

және химиялық судан оқшаулау жұмыстары болып келеді. Механикалық судан оқшаулау жұмыстарына көп жағдайда пакерлер және пластрьлар арқылы оқшаулауды жатқызатын болсақ, химиялық судан оқшаулау әдістеріне әртүрлі органикалық, бейорганикалық, элементарорганикалық қосылыстар мен олардың қоспаларын жатқызсақ болады. Химиялық оқшаулау жұмыстары қазіргі кезде қолданылу аясы бойынша үлкен ауқымға ие болуда. Оның өзі бірнеше полимер, гель түзетін материалдарды, сонымен қатар оларға әртүрлі химиялық қоспаларды қосу арқылы көптеген әдіс- тәсілдерге жіктеледі. [2]

Қазіргі кезде судан оқшаулау жұмыстары арасында маңызы бар негізгі әдістердің бірі кремнийорганикалық құрамды АКОР реагенті мен байланысқан полимерлі жүйе болып табылады. Екі судан оқшаулау әдісі өзінің ерекшелігімен сипатталады. Олардың әрқайсысы қолданылу аясы, химиялық құрамы, сонымен қатар әсер ету әдісі бойынша ерекшеленеді. [3]

АКОР құрамдары-жеңіл сүзілетін тұтқырлығы 1,2-100 МПа\*с (АКОР-Б тұтқырлығы 1-8 МПа) және тығыздығы 970-1200 кг/м<sup>3</sup> болып келеді. Олардың қабаттың су қанықпаған учаскелеріне әсер ету селективтілігі, реттелетін қату уақыты мен тұтқырлығы су оқшаулау жұмыстарын үлкен тиімділікпен жүргізуге мүмкіндік береді. Олар қабаттық немесе түптік температураларының кең интервалында қолданылуы мүмкін: -15-тен 300 °С дейін қолданылады. [4]

АКОР-БН материалы елімізде көптеген кен орындарында қолданылған. Қазақстан кен орындарында 108 ұңғыма, оның ішінде 2007 жылы 19 ұңғыма өңделді. 89 ұңғыма бойынша орташа көрсеткіштер 1-кестеде келтірілген (2007 жылғы өңдеу ескерілмеген). Қабаттың қуаты шамалы және ұңғымалардың қабылдағыштығы нашар болған жағдайда айдау көлемі 12 м<sup>3</sup> дейін АКОР технологиясын қолдану ұсынылады.

АКОР-БН құрамдарының технологиялық қасиеттері оларды басқа тампонаж материалдарымен бірге қолдануға, жаңа біріктірілген технологиялық схемаларды жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, жұмыс жоғары қуатты өнімді горизонттары бар жерлерде және жоспарлардың жақсы қабылдағыштығында жүргізілген жағдайда байланысқан полимер+АКОР-БН 102 технологиясын қолдану ұсынылады. Керісінше, қабаттардың нашар қабылдағыштығы жағдайында АКОР-дың аз мөлшерін айдау жақсы нәтиже береді. АКОР-БН құрамдарын пайдалану технологиясы әртүрлі геологиялық-техникалық жағдайларда қолданылады, алайда судан оқшаулау жұмыстары кезінде барынша тиімділігін алу үшін оны нақты геологиялық жағдайларға мақсатты түрде бейімдеу қажет. [5]

1-кесте. Кен орындарда жүргізілген жөндеу-оқшаулау жұмыстарының орташа көрсеткіштері.

№	Месторождения	Технология воздействия	Количество обработок	Успешность %	Дополнительная добыча нефти, т	Удельная эффективность т/скв.
1	Узень	ВУС+АКОР	35	77,15	22806	651,6
2	Узень	АКОР	1	100	15	15
3	Ю-3 Камышитовое	ВУС+АКОР	2	100	1454	727
4	Ю-3 Камышитовое	АКОР	16	87,5	3174	198,4
5	С.Балгимбаева	ВУС+АКОР	2	100	701	350,5
6	С.Балгимбаева	АКОР	1	100	484	484
7	Кырыкмылтык	ВУС+АКОР	2	100	1804	902
8	Кырыкмылтык	АКОР	1	100	549	549
9	Акинген	АКОР	7	71,5	2510	358,6
10	Алтыкуль	АКОР	5	100	311	62,2
11	Вост.Макаг	АКОР	4	50	29	7,25
12	Сев.Жолдыбай	АКОР	8	100	1711	213,9
13	Вост.Молдабек	АКОР	2	100	622	311
14	Б.Жоломанова	АКОР	3	100	3112	1037,3
Всего			<b>89</b>		<b>39282</b>	<b>441,4</b>

Сонымен қатар, қазіргі кезде судан оқшаулау жұмыстарында кең қолданысқа ие материал байланысқан полимер болып табылады. Байланысқан полимерді қолдану барысында полимерлі ерітіндіні белгілі бір реагенттермен (тігілген полимерлер) араластыру

кезінде қабаттың өлшемінде аз қозғалмалы гель түзіледі - жекелеген қабаттардың өткізгіштігі тегістеледі, сол арқылы ығыстыру фронты түзеді және қабаттың мұнай беруін тұтастай жоғарылатады. Жоғары өтімді қабаттар бітеледі. Полимерлерді және қабаттың өзінде гелдерді түзе отырып тігу агенттерін бірлесіп айдау технологиялары бар. Алайда, полимерді және тігісті тізбекті айдау нәтижесінде тікелей қабатта полимерді тігу технологиясы неғұрлым тиімді. [6]

Ионды кешен құрауыштардан байланыстыратын агенттер ретінде ең көп бпйланыстырғыш белсенділікті көрсететін және полимердің тотығу деструкциясын катализдайтын CR(III) тұздары қызығушылық тудырады. CR(III) тұздары гель түзудің реттелетін уақыты бар композицияларды алудың арқасында мұнай беруді ұлғайту технологияларында өзін жақсы көрсетті, бұл қабаттың ең өтетін аралықтарын өңдеудің селективтілігін арттыруға мүмкіндік береді. Үш валентті хром иондарының қаптамасы ретінде пайдаланылатын реагенттердің концентрациясына байланысты 8-24 сағат ішінде гелдер жеткілікті тез түзеді. Алайда, осындай тез байланыстыруына байланысты жарықшақты емес коллекторлар жағдайында айдау ұңғымасының түп маңы аймағы ғана өңдеуге ұшырайды. [7]

2-кесте. Байланысқан полимерді әртүрлі физика-геологиялық шарттарда қолдану.

Геологиялық-физикалық шарттары	қолдану	Байланысқан полимер
Коллектор түрі		Терригенді, карбонатты
Су айдау системасы		Аудандық, ошақты, алаңды
Сулану көрсеткіші		50-90%
Өткізгіштігі		0,03-0,5 мкм <sup>2</sup>
Қабат жағдайындағы динамикалық тұтқырлығы	мұнайдың	Регламенттелмейді
Қабат температурасы		40-80 °С
Қабат суының минералдылығы		Регламенттелмейді
Эффективті қалыңдық		3-30 м

Технологияны зертханалық, теориялық және кәсіпшілік сынау негізінде әдісті неғұрлым тиімді қолдану өлшемдері:

1. қабаттық мұнайдың тұтқырлығы 3-тен 125 мПа•с дейінгі шектерде болуы тиіс.
2. 0,02-ден 2,3 мкм<sup>2</sup>-ге дейін. Ауа Температурасы 60-90 °С.
3. қабаттардың жату тереңдігі шектеуші фактор болып табылмайды.
4. полимер ерітіндісін дайындауға арналған су тұщы немесе тым аз минералданған (тұздар 10-20 г/л-ден аспайтын) болуы тиіс.
5. құрылықшілік суландыру кезінде алаңдық, бір қатарлы және үш қатарлы әзірлемелердің белсенді жүйелері жобаланады. Полимердің өндірілмейтін шығындарына байланысты полимердің ерітіндісін қатты айдау қажет емес. [6]

**Қорытынды.** Судан оқшаулау жұмыстары ішінде қарастырылған екі әдістің арқайсысы өзінің ерекшеліктерімен сипатталады. Екі судан оқшаулау әдісі де терригенді және карбонатты коллекторлы тау жынысты қабатта орналасқан ұңғымаларды қолданылады. Қабаттың геологиялық-физикалық жағдайын, қабаттық сұйықтықтың сипаттамасын ескеру, қабатқа айдауға арналған құрамды дұрыс таңдау және сынақтан өткізу, сондай-ақ байланысқан полимердің технологиялық тиімділігін есептеу оң нәтижеге әкеледі. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде АКОР құрамдарымен су өткізбейтін жұмыстардың оңтайлы технологиялық схемалары мен режимдері анықталды. Су оқшаулау жұмыстарының нәтижелері айтарлықтай дәрежеде объектінің геологиялық сипаттамаларына байланысты екені анықталды. Изоляциялау жұмыстарын жүргізу кезінде ұңғымаларды бір мәнді таңдау үшін оларды жөндеуден кейін пайдаланудың негізгі көрсеткіштерін білу және олардың негізінде жөндеу-оқшаулау жұмыстарын орындаудың орындылығы туралы шешім қабылдау қажет. Бұл ретте болжамды мәндердің сенімді интервалы мұнай өнеркәсібінде қолдану үшін қажетті дәлдікті қамтамасыз етуі тиіс. Екі әдісті салыстыру кезіндегі нәтижелер:

1. Байланысқан полимер тұтқырлығына қарағанда байланысқан кремний негізді АКОР материалының тұтқырлығы аз болып келеді. Бұл бізде материалды қабатқа оңай әрі тез, артық шығынсыз айдауға мүмкіндік береді.

2. Байланысқан полимерге қарағанда АКОР материалының беріктігі жоғары болып келеді. Сол арқылы материалды қабатқа айдап, изоляция жұмыстары басталғанда байланысқан полимердің беріктігі жоғары болып келеді.

3. Байланысқан полимер құрамындағы элементтер кремний негізді АКОР реагенттерінің элементтеріне қарағанда қымбат болып келеді. Бұл экономикалық шығындардың көбеюіне әкелуі мүмкін.

4. Байланысқан полимердің карбонатты коллекторлы жағдайдағы қату уақыты 8-24 сағ арасында болса, АКОР реагенті 4-20 сағ аралығында қатып гель күйге айналады. Ол процесстің жүру уақытын азаюына мүмкіндік береді.

Жалпы кремнийнегізді АКОР материалы байланысқан полимерге қарағанда 30 жылдан астам уақыт мұнай өнеркәсібінде қолданылып келеді. Көп жағдайда қабат жағдайын ескере отырып, АКОР-БН мен байланысқан полимер қосындысының жоғары нәтижеге жететіндігі елімізде жүргізілген зерттеулерде көрсетілген. Алайда жұмысты бастамас бұрын бірінші қабат жағдайын ескере отырып әдіс таңдау арқылы жоғары тиімділікке қол жеткізе аламыз. Сол себепті қабатты зерттеу жұмыстарына үлкен мән беріледі.

### **Әдебиет**

1. Лымарь И.В. (2011)., Обзор новых технологий изоляции водопритока, внедренных на нефтяных месторождениях., УДК 622.276 (476)., Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», № 5.

2. Ланчаков Г.А., Ивакин Р.А., Григулецкий В.Г. (2014). О материалах для ремонтно-изоляционных работ газовых и нефтяных скважин. Бурение и нефть. - № 6.

3. Строганов В.М., Строганов А.М., Пономарев Д.М., (2016)., Эффективная технология водоизоляционных работ с применением кремний органических материалов группы АКОР-БН., Передовые нефтегазовые технологии. - № 8. С.73-76.

4. Кадыров Р.Р., Жиркеев А.С., Хасанова Д.К., Сахапова А.К. (2006) Ограничение водопритока кремнийорганическим продуктом АКОР БН-102 с применением гибких труб // Нефть. Газ. Новации. - № 5-6. С. 71-76.

5. Энгельс А.А., Нурпеисов Н.Н. (ТОО «ОТО-ПРОМ»); Строганов А.М., Строганов В.М. (ООО «НПФ «Нитпо»), ПРИМЕНЕНИЕ АКОР-БН 102 В РЕМОНТНО-ИЗОЛЯЦИОННЫХ РАБОТАХ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАЗАХСТАНА., Сборник докладов II Международной научно-практической конференции «Современные технологии капитального ремонта скважин и повышения нефтеотдачи пластов. Перспективы развития» Геленджик, Краснодарский край, 21-26 мая 2007 г.

6. Гумерова Г. Р., Яркеева Н. Р. (2017). Технология применения сшитых полимерных составов. УДК 622.276.6. © Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело».

7. Шагиахметов А.М., Тананыхин Д.С., Мартюшев Д.А., Лекомцев А.В., (2016)., Исследование влияния температуры на период гелеобразования и прочность водоизолирующего состава на основе карбоксиметилцеллюлозы., УДК 622.276.6., Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений

**A.b. konys, k.g. mergenov**

### **Efficiency of acora based on silicon and cross-linked polymer technologies when working on water insulation**

**Abstract.** This article discusses the effectiveness of methods of work on isolation from water, which have now become a big problem in the oil industry. In order to reduce the share of irrigation in this problem, many methods and techniques are used. The main purpose of this article is to compare the mutual effectiveness and the nature of the application of the Acor reagent on a bound polymer and a silicon base. In addition, by adding various connecting chemical compounds to the composition of the bonded polymer, we can expand its scope of use and improve the quality

of insulation work. Solid connecting materials are added to the composition of the binder polymer. In most cases, chrome compounds are used to increase the strength. With the ACOR material, a giant insulation of the base is carried out as silicon compounds.

**Keywords:** repair and insulation works, water-insulating works, ACOR reagent, layer wetting, bonded polymer, connecting materials.

**А.Б. Коныс, К.Г. Мергенов**

### **Эффективность акора на основе кремния и сшитых полимерных технологий при работах по изоляции воды**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается эффективность методов работ по изоляции от воды, которые в настоящее время стали большой проблемой в нефтяной промышленности. В целях сокращения доли орошения в данной проблеме используется множество методов и приемов. Сравнение взаимной эффективности и характера применения реагента АКОР-БН на кремниевой основе и сшитого полимера является основной целью данной статьи. Кроме того, добавляя различные соединительные химические соединения в состав связанного полимера, мы можем расширить его область использования и повысить качество изоляционных работ. В состав связующего полимера добавляют твердые соединительные материалы. В большинстве случаев с целью повышения прочности используют хромовые соединения. При материале АКОР в качестве кремниевых соединений проводят гигантскую изоляцию основания.

**Ключевые слова:** ремонтно-изоляционные работы, водоизолирующие работы, реагент АКОР, смачивание слоя, связанный полимер, соединительные материалы.

УДК 622.24.05

**Ж.К. Курмангазы**

*Научный руководитель – Гусенов И.Ш., д.т.н. Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[zhanibek\\_kurmangazy@mail.ru](mailto:zhanibek_kurmangazy@mail.ru)

## **АНАЛИЗ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ**

**Аннотация.** В данной статье представлены изучения того, может ли полимерное заводнение обеспечить приемлемое средство извлечения вязких нефтей из резервуаров, где термические методы не могут быть применены. В последнее время наблюдается растущий интерес к этой технике для пластов с тяжелой нефтью. Первичные методы добычи легкой нефти, которая находится сравнительно дешево основана на том, что пласты, находящиеся на залегающей нефти, создают давление и обеспечивает давление на поверхность. Когда внутреннее давление становится недостаточно, используют вторичные методы нефтедобычи, такие как заводнение.

**Ключевые слова.** Полимерное заводнение, полимер, нефть, вязкость, коэффициент извлечения нефти, нефтеотдача.

В настоящее время в нефтедобывающих компаниях извлекают лишь 30 % нефти, около 70 % нефти остаются в пласте. Повысить нефтеотдачу на 20-30 % позволяет специальная технология – полимерное заводнение. Эффективность технологии неоднократно доказана в самых различных геологических условиях и регионах мира. Вода закачивается через сеть дополнительных скважин вытесняя нефть на поверхность, однако до 70 % нефти после использования первичных и вторичных методов по-прежнему остается в недрах. 40-50 % нефти заземляется в порах пород, а 20-30 % оказывается в зонах с пониженной проницаемостью и в ловушках. Существует различные способы извлечения остаточной нефти, основанные на изменение свойств нефти и пластовых пород. Одними из наиболее перспективных третичных методов добычи нефти является технология полимерного заводнения. По технологиям активные вещества, растворенные в воде, закачиваются в нефтеносные слои. Полимер вытесняет нефть, также применяется для увеличения вязкости раствора.

Влияние скорости закачки полимерных растворов с различной концентрацией на вытеснение нефти с вязкостью 1000 мПа\*с и 8400 мПа\*с изучали путём закачки полимерных растворов на скоростях 0,3-15,24 м/сут в насыпные модели. Проницаемость насыпных песчаных моделей была равна  $13 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$ . Результаты представлены на рисунках 1 и 2. Коэффициент вытеснения нефти, выраженный в процентах от исходной массы нефти в модели, вычислялся после прокачки полимерного раствора в объёме равном 1,5-порового объёма модели [1-2].

Результаты, представленные на рисунках 1 и 2 показывают, что для того, чтобы полимерное заводнение было эффективным и улучшало нефтеотдачу сверх уровня заводнения, концентрации полимера должны быть выше определенного минимального уровня. Для условий данных экспериментов минимальная эффективная концентрация раствора полимера составляет около 5000 ppm. Кроме того, результаты этих экспериментов показывают, что нефтеотдача выше при более низких скоростях закачки, независимо от концентрации раствора полимера. Такое поведение может быть связано со снижением вязкости полимера при высоких скоростях фильтрации через пористую среду.

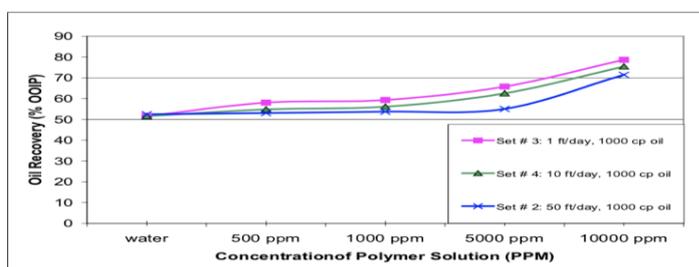


Рисунок 1 - Влияние скорости закачки на нефтеотдачу при вытеснении нефти 1000 мПа\*с

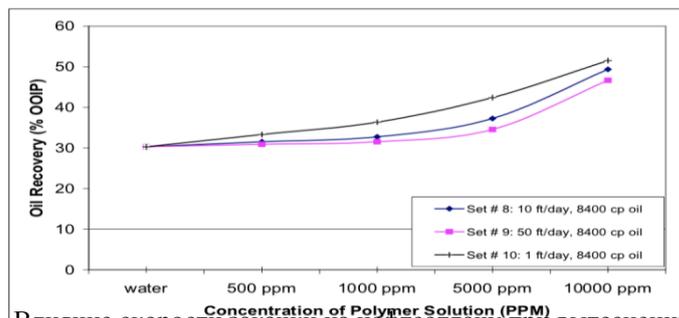


Рисунок 2 - Влияние скорости закачки на нефтеотдачу при вытеснении нефти 8400 мПа\*с

Второй исследуемый параметр-вязкость нефти. На рисунке 3 и 4 приведены результаты нефтеотдачи при вытеснении 1000 и 8400 мПа\*с проб грунта при скоростях закачки 0,3 и 15,24 м/сут. [2] Для всех экспериментов, проведенных и описанных в данной работе, нефтеотдача была выше для экспериментов, проведенных с более низкой вязкостью нефти. Такое поведение ожидается, поскольку более низкая вязкость нефти приводит к более благоприятному соотношению подвижности между впрыскиваемым раствором полимера и вытесненной нефтью.

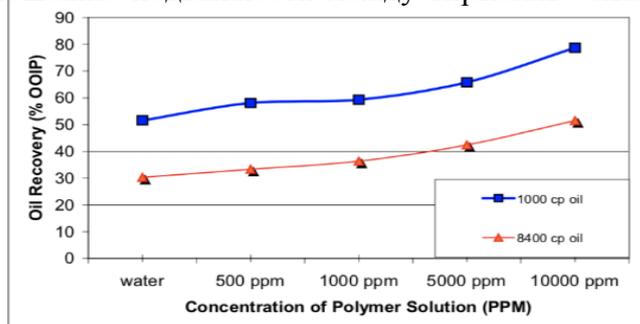


Рисунок 3 - Влияние вязкости нефти на коэффициент извлечения (скорость закачки полимера 0,3 м / сут)

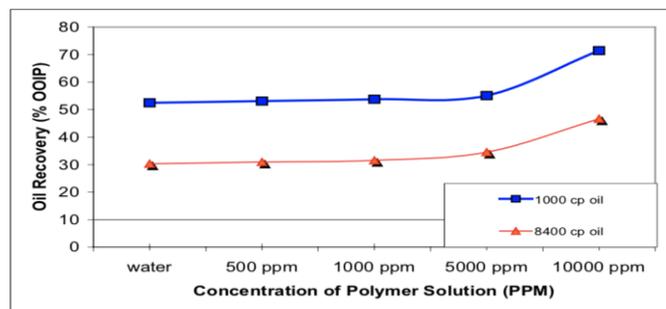


Рисунок 4 - Влияние вязкости нефти на коэффициент извлечения (скорость закачки полимера 15,24 м / сут)

Крупнейшее в мире полимерное заводнение было осуществлено в Дацине, Китай, в 1996 году, чтобы вытеснить нефть с 9 до 10 сП [3]. Пилотные испытания полимерного заводнения проводились в Дацине с 1972 года. Первые 12 лет крупномасштабного проекта Дацин типично использовал 1000-1300 ppm НРАМ (15-18 млн г/моль), обеспечивая 40-50 сП поверхностной вязкости. Как правило, для данной модели вводили примерно 1 PV раствора полимера, хотя для оптимизации производительности было проведено значительное количество вариаций и экспериментов.

Исходя из статьи, видно, что полимерное заводнение является перспективной технологией увеличения нефтеотдачи, на успешность которого влияют различные факторы. Эффективность вытеснения нефти при фильтрации растворов полимеров зависит от реологических свойств полимерной системы, от типа полимера, молекулярного веса, состава породы, минерализации раствора, жесткости раствора и температуры.

Следовательно, для максимального повышения результативности полимерного заводнения необходимо проводить исследования физико-геологических свойств пласта и подбирать оптимальную композицию, которая приведет нас к наибольшему увеличению нефтеотдачи в призабойной зоне пласта.

## Литература

1. KUMAR, M., HOANG, V., SA TIK, C., High Mobility Ratio Water Flood Performance Prediction Challenges and New Insights; SPE paper 97671 presented at the SPE International Improved Oil Recovery Conference in Asia Pacific, Kuala Lumpur, Malaysia, 5-6 December 2005.
2. Asghari, K. and Nakutnyy, P. 2008. Experimental Results of Polymer Flooding of Heavy Oil Reservoirs. Presented at the Canadian International Petroleum Conference, Calgary, 17–19 June. PETSOC-2008-189. <https://doi.org/10.2118/2008-189>.
3. Zhang Jingcun, Hao Yuexing & Jiang Xiangcheng: “Behaviour Reflection Characteristics of Polymer Flooding Pilot Test in Daqing Oil Field”. “Oil Field Chemistry” P33-40, October, 1993, No.

**Z.K. Kurmangazy**

### Analysis of polymer flooding for high viscosity oils

**Abstract.** This article presents studies on whether polymer flooding can provide an acceptable means of recovering viscous oils from reservoirs where thermal methods cannot be applied. Lately there is an increasing significance in this equipment for high viscosity oil fields. Primary methods for the production of light oil, which are relatively cheap, are based on the fact that the reservoirs located on the underlying oil create pressure and provide pressure to the surface. When the internal pressure becomes insufficient, secondary oil recovery methods such as flooding.

**Keywords:** Polymer flooding, polymer, oil, viscosity, oil recovery factor, oil recovery.

**Ж.К. Курмангазы**

### Тұтқырлығы жоғары мұнайларға полимерлі суландыру әдісін талдау

**Андатпа.** Бұл мақалада полимерлі суландыру әдістерін қолдану мүмкін емес қабаттардан тұтқыр мұнайларды шығару құралы бола алатындығы туралы зерттеулер келтірілген. Қазіргі кезде ауыр мұнай түзілімдеріне деген қызығушылық артып келеді. Салыстырмалы түрде жеңіл мұнай өндірудің алғашқы әдістері

негізге алынған мұнай қабатында орналасқан қабаттарға қысым жасап, жер бетіне қысым түсіреді. Ішкі қысым жеткіліксіз болған кезде мұнайды қалпына келтірудің қайталама әдістері, мысалы суландыру қолданылады.

**Түйін сөздер:** Полимерлерді суландыру, полимер, мұнай, тұтқырлық, мұнайды қалпына келтіру коэффициенті, мұнайды қалпына келтіру.

УДК 622.

**А.Е. Махамбетов, Н.Д. Азилханов**

*Научный руководитель – Картабай А.Т., к.т.н., доцент*

*Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы*

*[makhambetov.akhat@gmail.com](mailto:makhambetov.akhat@gmail.com), [ibndones@gmail.com](mailto:ibndones@gmail.com)*

## **ОЦЕНКА ЗАКАЧКИ CO<sub>2</sub> КАК УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ**

**Аннотация.** В этой статье обсуждается оценка закачки CO<sub>2</sub> как метода увеличения нефтеотдачи. Закачка углекислого газа является вторичным и третичным методом увеличения нефтеотдачи и используется на заключительной стадии разработки. Углекислый газ хорошо смешивается с нефтью и может растворять тяжелые компоненты. Кроме того, CO<sub>2</sub> поддерживает пластовое давление, что предотвращает падение дебита. Чтобы углекислый газ и нефть смешались, его необходимо довести до критического состояния, повысив температуру и давление. После достижения необходимых условий оба вещества полностью совместимы. Результатом такой комбинации является среда, которая может легко просачиваться через пористую среду. На самом деле закачку газа было бы целесообразно использовать в карбонатных коллекторах, а в нашей стране и во всем мире есть много нефтяных месторождений, которые расположены в карбонатных породах. Работа основана на данных по месторождению, расположенному в Красноярском крае, входящем в состав Ангарской складчатой зоны. Само месторождение представлено в основном карбонатными коллекторами. Также будет рассмотрено применение этого метода для Казахстанского месторождения на примере месторождения Жетыбай.

**Ключевые слова:** закачка CO<sub>2</sub>, фазовое поведение, вытеснение газом, моделирование, уменьшение вязкости.

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. И один из наиболее эффективных способов сделать это - закачка газа с дальнейшим смешиванием процесса. Закачка газа в пласт - хорошее решение для поддержания пластового давления и испарения тяжелых компонентов.

Этот процесс основан на закачке CO<sub>2</sub>, при котором реагент смешивается с исходной нефтью на месте. 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.

Осадочные породы наиболее подходят для накопления углеводородов из трех типов горных пород. Осадочные породы по составу делятся на несколько подгрупп. Они отличаются друг от друга в случае минералогии. Карбонатные породы получили свое название из-за минералов на основе иона CO<sub>3</sub>. В качестве хорошего примера можно взять такие породы, как доломит и известняк. [1]

Выбор типа карбонатных коллекторов обусловлен тем, что в них сосредоточено большое количество мировых запасов нефти. Карбонатные слои состоят из рифов, обломочного известняка, хемогенного известняка и доломитов. Однако чаще всего в их состав входят известняки и доломиты. Их отличительной особенностью является система фильтрации и

резервуара, имеющая сложную структуру, а также содержащиеся в них отложения, которые очень специфическим образом взаимодействуют с поверхностью породы-резервуара.

Изучаемое месторождение - нефтегазоконденсатное месторождение верхнего протерозоя, которое расположено в Красноярском крае. Геологическое строение частично составляют метаморфические образования архея и протерозоя, а осадочные образования протерозойской и палеозойской эпох. Важно отметить, что продуктивный горизонт преимущественно расположен в доломитах рифея. [5]

Для моделирования было выбрано это месторождение, потому что флюид и пластовые условия доступны в открытом доступе. При внедрении технологий увеличения нефтеотдачи в карбонатном коллекторе закачиваемый реагент в большинстве случаев будет проходить через систему трещин и разломов, минуя нефть в матрице породы. Закачка газа по-прежнему является наиболее распространенным способом для этого типа литологии.[1]

С другой стороны, критерии отбора имеют большое значение для поверхностного осмотра, чтобы выяснить, подходят ли условия коллектора или нет. Для уверенности были взяты материалы из разных источников и проведено их сравнение. В приведенной ниже таблице показаны характеристики коллектора и свойства нефти.

Таблица-1. Пластовые характеристики и свойства нефти

Свойства нефти			Характеристики коллектора			
Вязкость, (сП)	Плотность, (API)	Состав	Тип пласта	Средняя проницаемость, (мД)	Глубина, (фут)	Температура, (К)
0.5	41°	Высокий процент от C1 до C7	Карбонатный	<10	>6000	373

Из рисунка ниже мы можем определить, что для того, чтобы закачать газ для достижения смешиваемости, необходимо, чтобы жидкость находилась на глубине более 2000 м и имела значение вязкости менее 10 сП. Для закачки углекислого газа подходит небольшое значение глубины, то есть для достижения смешиваемости достаточно низкое значение давления.[2]

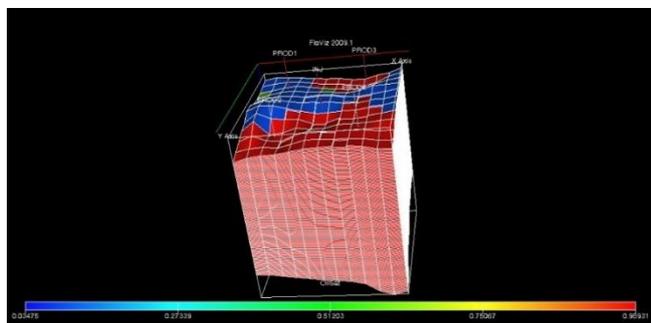


Рисунок 1 - Профиль нефтенасыщенности по CO<sub>2</sub>

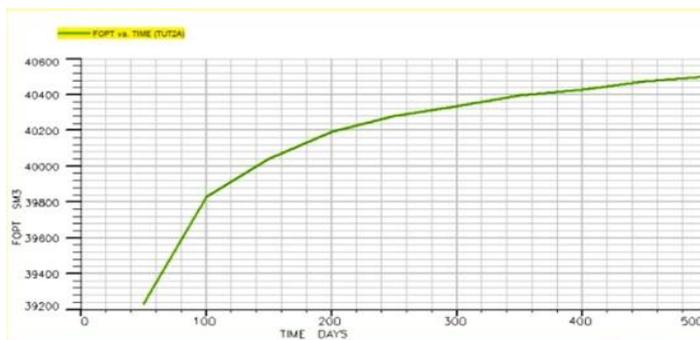


Рисунок 2 - Общая добыча нефти на месторождении по CO<sub>2</sub>

По данным месторождения модель построена в программе ECLIPSE 300. ECLIPSE 300 обычно используется для построения моделей, в которых происходит изменение композиции, что аналогично цели данной работы. Построено 5 точечных скважин, 1 нагнетательная, 4 добывающих. На рисунке 1 показан профиль нефтенасыщенности CO<sub>2</sub> и процесс закачки.

На рисунке 2 мы можем наблюдать увеличение общей добычи нефти на месторождении, это означает, что CO<sub>2</sub> хорошо влияет на пласт, растворяя тяжелые компоненты, а затем смешиваясь с нефтью.[3]

Цель данной работы заключается в применении этого метода на Казахском месторождении. Казахское месторождение, которое по характеристикам пласта совпадает с Красноярским краем – Жетыбайское месторождение. На Жетыбайском месторождении пробуренными скважинами вскрыта толща палео-мезо-кайнозойских

отложений максимальной глубиной 4502 м, представленных породами недифференцированных каменноугольных, триасовых, юрских, меловых, палеогеновых и неогеновых систем. Нераскрытый разрез каменноугольных отложений в скважине 25 в интервале 3722-4502 м представлен прослоем плотных темно-серых мгнозернистых полимиктовых песчаников с прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов, алевролитов, черных глинистых сланцев, мелкозернистых сланцев, зернистые карбонатные породы и карбонатные туфы. Породы катастрофические, трещины иногда бывают карбонатными, угол падения слоев 30-45°. [4]

Таблица-2. Текущие свойства пластовой нефти по горизонтам

Горизонт	Рпл., МПа	Рнас., МПа	Газосодержание		Объемный коэффициент, доли ед.	Усадка нефти, %	Плотность нефти в пласт. условиях, г/см <sup>3</sup>	Вязкость нефти в пласт. условиях, мПа*с	Коэффициент сжимаемости *10 <sup>-4</sup> /МПа	Коэффициент растворимости газа, м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> МПа
			м <sup>3</sup> /т	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>						
Ю-2	15,9	15,7	88	76	1,220	18	0,778	2,98		4,84
Ю-3	15,9	15,7	88	76,5	1,220	18	0,778	2,98		4,84
Ю-4	16,6	12,4	70,6	62,1	1,178	16,0	0,807	3,99	16,1	5,01
Ю-5	16,6	12,4	70,6	62,1	1,178	16,0	0,807	3,99	16,1	5,01
Ю-6	16,8	13,5	75,5	67	1,216	17,8	0,805	3,99	17,6	4,96
Ю-7	17,5	14,2	99,3	85,3	1,251	19,7	0,768	1,7	17,2	6,01
Ю-8	18,2	14,2	99,3	85,3	1,251	19,7	0,768	1,7	17,2	6,01
Ю-9	18,8	14,2	108,9	92,6	1,282	22,0	0,749	1,44	15,6	6,52
Ю-10	19,4	14,4	123,6	103,7	1,330	24,9	0,720	1,33	15,1	7,20
Ю-11	19,9	14,4	123,6	103,7	1,330	24,9	0,720	1,33	15,1	7,20
Ю-12	20,5	14,4	113,8	96,1	1,300	23,0	0,751	1,30	15,1	6,67
Ю-13	20,9	14,4	113,8	96,1	1,300	23,0	0,751	1,30	15,1	6,67

Горизонт Ю-13 пригоден для закачки углекислым газом согласно Таблице-2. Это решение применялось с учетом вязкости, плотности нефти, газосодержания, насыщенности, пластовых условий.[4]

**Заключение.** В данной статье данные взяты с месторождения, расположенного в Красноярском крае, входящем в состав Ангарской складчатой зоны. Литология месторождения карбонатная, трещиновато-кавернозная. Также стоит отметить, что для проведения закачки углекислого газа в пласте должны быть определенные условия, которые показаны в таблице скрининга. Вытеснение газа отлично подходит для коллекторов глубиной более 2000 метров, не содержащих тяжелых углеводородов. После этого в моделировании было проведено закачка CO<sub>2</sub> с получением графика общая добыча нефти на месторождении с течением времени. Большинство месторождений Казахстана расположены в карбонатных слоях, Жетыбайское месторождение имеет комплексные породы, такие как мгнозернистые полимиктовые песчаники с прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов, алевролитов, черных глинистых сланцев, мелкозернистых карбонатных пород и карбонатных туфов. На самом деле породы Жетыбайского месторождения прочные, поэтому заводнение углекислым газом подходит для увеличения нефтеотдачи. Согласно Таблице-2 для обеспечения заводнения был выбран горизонт Ю-13. Параметры схожи с Красноярским краем, вязкость, глубина, плотность нефти, пластовые условия совместимы. В заключение рекомендуется закачка CO<sub>2</sub> на Жетыбайском месторождении.

## Литература

1. Mikhail Panfilov. Physicochemical Fluid Dynamics in Porous Media. Applications in Geosciences and Petroleum Engineering- Institute Elie Cartan – University of Lorraine CNRS bd. Aguilletes, BP 70239 54506, Vandoeuvre-lés-Nancy France.
2. Shell International Exploration and Production. Gas Flooding lectures, 2016 г.
3. Ali Danesh. PVT and Phase Behavior of Petroleum Reservoir Fluids-Elsevier Science & Technology Books, 1998.
4. Авторский надзор за реализацией уточненного проекта разработки месторождения Жетыбай, 2011 г..
5. Kozyaev A.A., Shukovskyi R.M., Zakrevski K.E. Fracture Modeling. DFN practicum in Petrel 2016-2019- Moscow, 2019.
- 6.

**A.Y. Makhambetov, N.D. Azilkhanov**

### **Assessment of CO<sub>2</sub> flooding as enhanced oil recovery**

**Abstract.** This article discusses evaluating CO<sub>2</sub> injection as an enhanced oil recovery method. Carbon dioxide injection is a secondary and tertiary enhanced oil recovery method and is used in the final stage of development. Carbon dioxide mixes well with oil and can dissolve heavy components. Also, CO<sub>2</sub> maintains reservoir pressure, which prevents the flow rate from dropping. In order for carbon dioxide and oil to mix, it must be brought to a critical state by increasing the temperature and pressure. After reaching the required conditions, both substances are fully compatible. The result of this combination is a medium that can easily seep through a porous medium. In fact, gas injection would be appropriate to use in a carbonate reservoir, and in our country and all over the world there are many oil fields that are located in carbonate rock. This work is based on data on a field located in the Krasnoyarsk region, which is part of the Angara fold zones. The field itself is represented mainly by carbonate reservoirs. Also, application of this method for Kazakhstani oilfield will be considered, using an example Zhetybay oilfield.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> flooding, phase behavior, gas displacement, modeling, viscosity decreasing.

**А.Е. Махамбетов, Н.Д. Әзілханов**

### **Мұнайбергiштікті арттыру ретінде CO<sub>2</sub> айдауды бағалау**

**Андатпа.** Бұл мақалада CO<sub>2</sub> айдау арқылы мұнай өндіруді арттыру әдісі қарастырылады. Көмірқышқыл газын айдау мұнай өндіруді арттырудың екінші және үшіншілік әдісі болып табылады және өндірудің соңғы сатысында қолданылады. Көмірқышқыл газы мұнаймен жақсы араласады және ауыр компоненттерді ерітеді. Сонымен қатар, CO<sub>2</sub> резервуардағы қысымды ұстап тұрады, бұл дебиттің төмендеуіне жол бермейді. Көмірқышқыл газ және мұнай араласуы үшін, температура мен қысымды критикалық нүктеге жеткізу керек. Қажетті жағдайларға қол жеткізгеннен кейін екі зат да толық үйлесімді болады. Бұл комбинацияның нәтижесі кеуекті орта арқылы оңай ағып кететін орта болып табылады. Шын мәнінде, газ айдауды карбонатты коллекторларда қолданған жөн, ал біздің елімізде және бүкіл әлемде карбонатты жыныстарда орналасқан көптеген мұнай кен орындары бар. Жұмыс Ангарск бүктелген аймағының құрамына кіретін Красноярск өлкесінде орналасқан кен орны туралы мәліметтерге негізделген. Кен орнының өзі негізінен карбонатты коллекторлармен ұсынылған. Сондай-ақ, бұл әдісті Жетібай кен орны мысалында қолдану қарастырылатын болады.

**Түйін сөздер:** CO<sub>2</sub> айдау, фазалық күй, газбен ығыстыру, модельдеу, тұтқырлықты азайту.

УДК 622.323

**М.Т. Массина**

*Научный руководитель – А.А. Кабдушев, PhD, заведующий кафедрой Нефтегазового дела, и.о. доцента ТарГУ им. М.Х. Дулати Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*  
[massina.maira@gmail.com](mailto:massina.maira@gmail.com)

## **РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В ПРОЦЕССЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ НЕФТИ В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ**

**Аннотация.** В представленной статье рассматривается ранее разработанная методика непосредственного исследования влияния ультразвуковых волн (при частотах 25 и 68 кГц и мощностях 100, 250, 500 Вт) на изменение вязкости парафина, синтетических масел и керосина. Эксперименты проводились для неконтролируемых и контролируемых

температурных режимов в гладкой капиллярной трубке. Во всех экспериментах вязкость всех жидкостей снижалась под действием ультразвука. Определены механизмы влияния кавитации и тепловыделения на снижение вязкости нефти под действием ультразвука. В данной статье также обсуждается влияние частоты, мощности и температуры ультразвука на снижение вязкости.

**Ключевые слова:** ультразвук, вязкость, гладкая капиллярная трубка, частота, выходная мощность.

Одним из механизмов, с помощью которого ультразвук улучшает извлечение нефти из пористых сред, является снижение вязкости [1-4]. Вязкость является одним из контролирующих факторов эффективности площадной развертки любого проекта повышения нефтеотдачи пластов (EOR), поскольку она контролирует подвижность движущегося фронта следующим образом:

$$M = \frac{K_{r1} \mu_2}{K_{r2} \mu_1} \quad (1)$$

В котором  $K_{r1}/K_{r2}$  коэффициент проницаемости вытеснения жидкости (или агента) в вытесненную жидкость (нефти) и  $\mu_1/\mu_2$  коэффициент вязкости вытесняемой фазы (нефти) к вязкости вытесняющей фазы (EOR -агента). Чем меньше коэффициент вязкости, тем ниже подвижность (M), что приводит к более равномерному перемещению и более высокому восстановлению при операциях EOR.

В этом исследовании ультразвуковой генератор подавал энергию, которая излучалась в водяную ванну через погружной преобразователь. В качестве генератора использовался ультразвуковой процессор Genesis™ XG-500-6, который генерирует ультразвуковые волны с максимальной выходной мощностью 600 Вт и двумя частотами 25 и 68 кГц. В качестве однопористой системы в экспериментах по течению жидкости использовалась гладкая капиллярная трубка из нержавеющей стали диаметром 25 см с размерами 0,2 × 20 см (D × L). Водяная ванна размером 21 × 50 × 30 см (Ш × Д × В) была спроектирована таким образом, чтобы создать подходящую среду для применения ультразвука.

Для испытаний использовались три вида жидкостей: парафиновое масло, синтетическое масло и керосин. Для испытаний на вязкость был выбран широкий диапазон вязкостей жидкости. Синтетическое масло с API 17,29° использовалось как более тяжелое масло по сравнению с парафиновым маслом и керосином (низкая вязкость).

В данном исследовании была проведена серия экспериментов по непосредственному измерению вязкости трех масел (парафинового масла, синтетического масла и керосина) при различных частотах ультразвука (25 и 68 кГц) и выходной мощности (100, 250 и 500 Вт) с помощью гладкой капиллярной трубки.

Как результат, приведены и обсуждены результаты экспериментов для неконтролируемого температурного режима. Испытания капиллярных трубок на неконтролируемый температурный режим. На рис. 1 показано, что после применения ультразвука (68 кГц, 500 Вт) наклон (m) линии тренда (линии регрессии) уменьшился с 25596

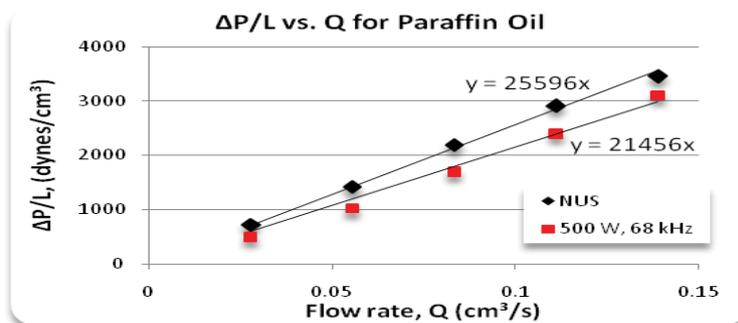


Рисунок 1 - Измерение вязкости парафинового масла под ультразвуком (частота 68 кГц и мощность 500 Вт) и без ультразвука

до 21456. Вязкость парафинового масла была снижена с 31,7 до 26,65 сР после применения ультразвука, что составляет около 16 % снижения вязкости. На рис. 2 показано снижение вязкости синтетического масла с 68,2 до 59,3 сР под воздействием ультразвукового излучения (68 кГц, 500 Вт), что составляет около 13 % снижения вязкости. Снижение вязкости представленное на рис. 1 и 2, скорее всего, было вызвано теплом, которое могло быть произведено ультразвуком. За тепловыделение ультразвуковым излучением в неконтролируемом температурном режиме могут отвечать следующие механизмы: ультразвуковая кавитация, при которой кавитация поглощает огромное количество тепловой энергии в момент разрыва пузырька. Высокая интенсивность ультразвуковых волн приводит к сильной кавитации и тепловому эффекту, а также граничное трение приводит к повышению температуры на границе раздела различных сред.

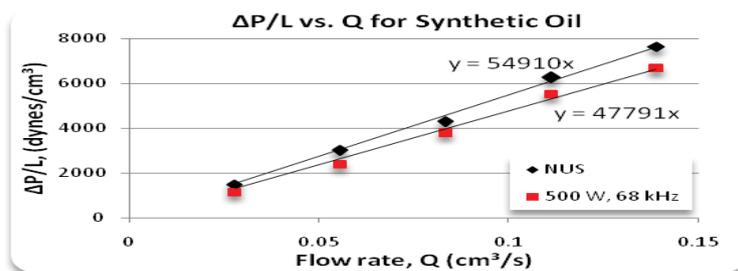


Рисунок 2 - Измерение вязкости синтетических масел под ультразвуком (частота 68 кГц и мощность 500 Вт) и без ультразвука

На рис. 3-5 приведены результаты экспериментов по измерению вязкости (опыты № 1-3) синтетического масла, парафинового масла и керосина под воздействием ультразвука (частоты 25 и 68 кГц и различные выходы мощности 100, 250, 500 Вт).

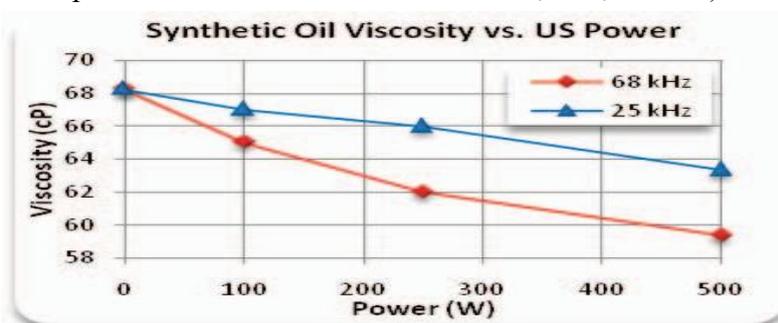


Рисунок 3 - Вязкость синтетических масел при различной мощности и частоте ультразвука в неконтролируемом температурном режиме

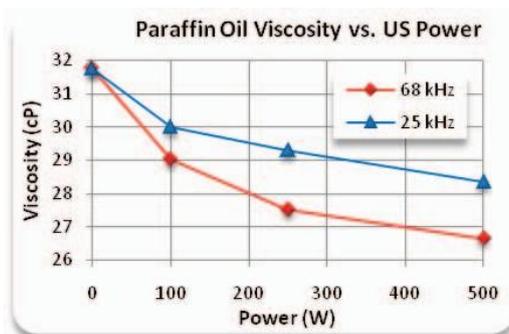


Рисунок 4 - Вязкость парафинистых масел при различной мощности и частоте ультразвука в неконтролируемом температурном режиме

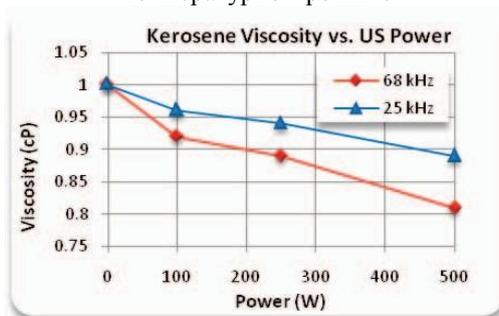


Рисунок 5 - Вязкость керосина при различной мощности и частоте ультразвука в неконтролируемом температурном режиме

Вязкость снижалась с увеличением мощности и частоты ультразвука во всех экспериментах. Как видно из рисунков, увеличение выходной мощности волн снижает вязкость жидкостей. Другими словами, существует прямая зависимость между выходной мощностью волн и снижением вязкости. Этот вывод согласуется с предыдущими исследованиями, в которых авторы пришли к выводу, что нефтеотдача увеличивается при применении ультразвуковых волн.

Заключенные выводы.

1. Проведя серию экспериментов по измерению вязкости, было замечено, что вязкость жидкостей снижается во всех экспериментах. Данное снижение явно значительно в случаях неконтролируемого температурного режима.

2. Более высокая мощность ультразвука показала более высокое снижение вязкости жидкости. Более высокая частота ультразвука выявила более высокое снижение вязкости для экспериментов с неконтролируемым температурным режимом.

3. Градиент давления вдоль гладкой капиллярной трубки был уменьшен под действием ультразвука, что увеличивает текучесть жидкости и, в свою очередь, способствует получению дополнительного добычи.

4. Снижение вязкости под действием ультразвука было выше для более легких жидкостей по сравнению с более тяжелыми.

5. На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что кавитация, генерация тепла и снижение вязкости являются тремя перспективными механизмами, вызывающими увеличение нефтеотдачи пластов.

### Литература

1. Прачкин В.Г., Галяутдинов А.Г. Волновые технологии интенсификации добычи нефти // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. №5
2. Лесин В.И. Анализ способов снижения вязкости неньютоновской нефти на основе фрактальной теории // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». 2019. №6

3. Hamidi H. A technique for evaluating the oil/heavy-oil viscosity changes under ultrasound in a simulated porous medium // Ultrasonics. February 2014. Volume 54, Issue 2. Pages 655-662

4. Прачкин В.Г., Муллакаев М.С., Асылбаев Д.Ф. Повышение продуктивности скважин методом акустического воздействия на высоковязкие нефти в каналах призабойной зоны скважины// Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2014. № 9.

5. Lin, Y.; Feng, L.; Li, X.; Chen, Y.; Yin, G.; Zhou, W. Study on ultrasound-assisted oxidative desulfurization for crude oil. Ultrason. Sonochem. 2020

**M.T. Massina, A.A. Kabdushev**

#### **A Role of Ultrasonic Waves in processes of Oil Viscosity Changes in Porous Media**

**Abstract.** In this study, a technique was developed to directly investigate the effect of ultrasonic waves (frequencies of 25, and 68 kHz and powers of 100, 250, 500 W) on viscosity changes of Paraffin, Synthetic oil, and Kerosene. The experiments were carried out for uncontrolled and controlled temperature conditions in a smooth capillary tube. The viscosity of all the liquids was decreased under ultrasound in all the experiments. Cavitation and heat generation are identified as influencing mechanisms on oil viscosity reduction under ultrasound. The effect of ultrasound frequency, power and temperature on viscosity reduction is also discussed in this article.

**Keywords:** ultrasound, viscosity, smooth capillary tube, frequency, power output

**М.Т. Массина, А.А. Кабдушев**

#### **Кеуекті ортадағы мұнайдың тұтқырлығын өзгерту процесінде ультрадыбыстық толқындардың рөлі.**

**Аңдатпа.** Ұсынылған мақалада ультрадыбыстық толқындардың (25 және 68 кГц жиіліктер мен 100, 250, 500 Вт қуаттар кезінде) парафиннің, синтетикалық майлар мен керосиннің тұтқырлығының өзгеруіне әсерін тікелей зерттеудің бұрын әзірленген әдістемесі қарастырылады. Тәжірибелер тегіс капиллярлық түтіктегі бақыланбайтын және бақыланатын температура жағдайлары үшін жүргізілді. Барлық тәжірибелерде ультрадыбыстың әсерінен барлық сұйықтықтардың тұтқырлығы төмендеді. Ультрадыбыстың әсерінен мұнайдың тұтқырлығын төмендету үшін кавитация мен жылудың бөлінуіне әсер ету механизмдері анықталды. Бұл мақалада ультрадыбыстық жиіліктің, қуаттың және температураның тұтқырлықты төмендетуге әсері де қарастырылады.

**Түйін сөздер:** ультрадыбыстық, тұтқырлық, тегіс капиллярлық түтік, жиілік, шығу қуаты.

УДК 622.323

**М.Ю. Максимов**

*Научный руководитель – Б.С. Ахымбаева доктор PhD, ассистент-профессор кафедры «Нефтяная инженерия» SU Satbayev University, Алматы, Казахстан*  
[madiyar.maximov@mail.ru](mailto:madiyar.maximov@mail.ru)

### **ПРЕИМУЩЕСТВА ОСВОЕНИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается необходимость освоения богатых нефтью, газом и ископаемыми земель Арктики. Приведены приблизительные числа запасов углеводородных ресурсов. Описаны все выгодные условия данного проекта. Сформулированы общие положения добычи углеводородного сырья на территории бассейнов, омывающих северные берега Европы. Разобраны основные проблемы добычи нефти и газа на морских месторождениях.

**Ключевые слова:** проект, шельф, нефть, газ, перспектива, запасы, разработка, экологические проблемы.

Постепенное уменьшение количества запасов углеводородного сырья на суше и обострение мирового энергетического кризиса обуславливает необходимостью в современном мире все более и более широкого изучения и разработки нефтегазовых ресурсов континентального шельфа, в истоках недр которых находится почти в 3 раза больше газа и нефти, чем на континентальной зоне. В этой связи начались интенсивные

развития проектов добычи черного сырья на континентальных шельфах морей как на территории России, так и во всем мире.

Одним из таких проектов является Арктика. Регион Арктической зоны является одной из наиболее широкомасштабных территорий для развития хозяйственной деятельности российских и мировых компаний. Начиная с конца 1970-го года было принято стратегически важное решение о срочной необходимости изучения и разработки нефтегазовых месторождений арктического шельфа. Основное предпочтение был шельф Западной Арктики (Карское, Печорское и Баренцево моря). Наилучшим достоинством Арктического региона являлось его географическая особенность и высокие перспективы нефтегазоносности, учитывая, что основная часть земель покрыта льдом [1].

Арктика имеет в своих недрах следующие запасы полезных ископаемых: 1500 трлн кубометров природного газа, около 120 млрд баррелей нефти, 785 млрд (т) угля из числа которых: приблизительно 600 млрд (т) энергетических и 80 млрд (т) коксующегося угля. Итоговая оценка всего минерального сырья в сумме составляет более 30 трлн долларов (USD). В составе полезных ископаемых тут располагаются такие элементы как: полиметаллы, железо, золото, алмазы, медно-никелевые руды, фосфор, титан, платина, хром, ванадий, молибден, слюда, марганец, вольфрам [2]. Наибольшей полезной частью региона владеет непосредственно РФ. Имея в своих владениях почти весь Арктический регион, геологическая разведка тут проводится с прошлого века, но полного разворота добычи не производится.

В данном регионе имеются проблемы с климатом и особым геологическим строением. Также все ведущие нефтедобывающие компании не пришли к общему решению, как же легче и экономичнее добывать нефть и газ. Транспортировка производится в основном на танкерах, так как не целесообразно тратить на прокладку нефтегазопровода с утеплителями для того, чтобы избежать замерзания и уменьшения скорости перекачки.

Местный рельеф и общая среда характеризуется гидрометеорологическими, геологическими, геоморфологическими факторами, влияние которых значительным образом осложняют процесс разработки шельфовых месторождений. Гидрометеорологическими факторами являются: условия температурного характера; ветренные волнения; водные течения и колебания морского пространства (в прибрежной зоне); морской покров льда; химический состав воды; уровень воды.

На (Рисунке 1) приведены данные связанные с глубиной залегания в бассейнах 3 северных морей Арктического шельфа. Графики добычи углеводородов взяты до 2018 года. Проанализировав данный рисунок следует сказать, что по глубине залегания наилегчайший доступ к залежи наблюдается в Печорском море, так как там наименьшая глубина воды и более близкое расположение к суше что облегчает транспортировку сырья.

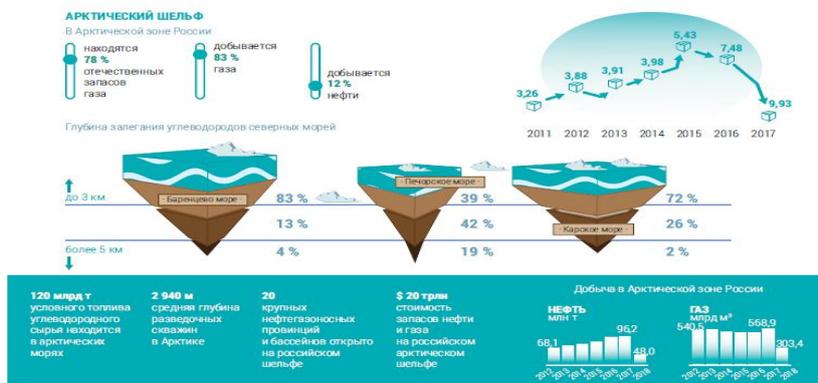


Рисунок 1 - Данные о глубинах залегания в трех основных бассейнах Арктики РФ.

Опираясь на климатические и рельефные особенности региона, следует что, необходимы самые передовые технологии для добычи нефти в мерзлоте. Такие возможности

могут предоставить крупнейшие зарубежные компании такие как Exxon Mobil (США), Eni (Италия), BP (Великобритания). Целесообразно поделить или сдать в аренду часть добываемых скважин для обмена опыта в таких усложненных климатических зонах. Это говорит о выгодных экономических доходах. Также при партнерском соглашении на совместную добычу с ведущими странами, приведет к развитию логистической и транспортной инфраструктуры в данном регионе, а наиболее выгодным будет Северный морской путь.[3]

Развитие энергетического сектора Арктического региона осложняются факторами быстрого и широкомасштабного освоения энергоресурсов. Современной и актуальной причиной является экологическая проблема, из-за которой экологи и экономисты не могут прийти к компромиссу, соответственно делятся во мнении, нужно ли вмешиваться в столь богатую сырьем землю. Добыча полезных ископаемых без экологической проблемы невозможна. Разлив нефтепродуктов в море предполагает уменьшение численности живой фауны и флоры региона. Учитывая, что основные геологические сложения покрыты ледяным покровом, следует предположить, что под мерзлым льдом находится природный газ и осевшие бактерии, и вирусы. Которые при высвобождении могут доставить много новых заболеваний и эпидемии. [4]

Необходимо осваивать данный регион с учетом предшествующих неудач, то есть избежание как технологических так и экологических проблем. Разработать наилучший вариант нефтедобычи, также ее транспортировки без вреда окружающей среде.

### **Литература**

1. Д.С. Иванченко, Е.С. Картамышева. - Морская добыча нефти ; Молодой ученый. 2017. [1]
2. А.Б. Золотухин. - Мировые запасы углеводородов и потребность в новых технологиях их освоения. 2012. [2]
3. Е.П. Жариков. - Морская нефть: роль, проблемы освоения ; ДВФУ: Арктическая нефть в морской добыче: состояние, проблемы, перспективы. [3]
4. Д.О. Елисеев. - Экономическое освоение российской Арктики: цели, задачи, подходы. [4]

**М.Yu.Maximov, B.S.Akhymbayeva**

#### **Advantages of oil resources development in the arctic region**

**Abstract.**This article examines the need to develop the Arctic lands rich in oil, gas and minerals. The approximate numbers of hydrocarbon reserves are given. All the favorable conditions for this project are described. The general provisions of the extraction of hydrocarbon raw materials on the territory of the basins washing the northern shores of Europe have been formulated. The main problems of oil and gas production in offshore fields are analyzed.

**Keywords:** project, shelf, oil, gas, perspective, reserves, development, environmental problems.

**М.Ю.Максимов, Б.С.Ахымбаева**

#### **Арктикалық аймақта мұнай ресурстарын дамытудың артықшылықтары**

**Андатпа.** Бұл мақалада Арктиканың мұнай, газ және пайдалы қазбаларға бай жерлерін игеру қажеттілігі қарастырылған. Көмірсутектер қорының шамамен сандары келтірілген. Бұл жоба үшін барлық қолайлы жағдайлар сипатталған. Еуропаның солтүстік жағалауларын жуатын бассейндер аумағында көмірсутегі шикізатын өндірудің жалпы ережелері тұжырымдалды. Теңіз кен орындарында мұнай мен газ өндірудің негізгі проблемалары талданды.

**Түйін сөздер:** жоба, шельф, мұнай, газ, перспектива, қорлар, игеру, экологиялық проблемалар.

УДК 665.61

**А.Т. Мукашев, А.К. Абдукаримов, Ж.К. Даиров, Д.А. Исмаилова**

*Научный руководитель – Исмаилова Джамиям Абдулахатовна, PhD, ассистент-профессор кафедры «Нефтяная инженерия», SU Satbayev University, Алматы, Казахстан*  
[amanmukashev10@gmail.com](mailto:amanmukashev10@gmail.com)

## МИНИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГИИ ГИББСА

**Аннотация.** Согласно второму закону термодинамики в изолированной системе условием самопроизвольно протекающих процессов является увеличение энтропии ( $dS > 0$ ), а максимум энтропии – условие равновесия ( $dS=0$ ). Но большинство процессов, существующие в природе, протекают в неизолированных системах, тем самым определять направление химических реакций по энтропийному фактору не является удобным. Исходя из этого, в неизолированных системах нужно определять направление химических реакций к изменению энергии Гиббса. Учитывая, что системы должны иметь или постоянное давление, или постоянный объём. На практике рассматривают системы при постоянных давлении и температуре ( $P=const$ ;  $T=const$ ), по причине того, что эти процессы встречаются чаще остальных.

Функцией, имеющей размерность энергии, вытекающей из I и II законов термодинамики называется энергией Гиббса. Имеет формулу:

$$d(U - TS + pV)_{T,P} \leq 0, \text{ где } G = U - TS + pV$$

Отрицательное значение энергии Гиббса, является условием самопроизвольности процесса, т. е.  $dG_{T,P} \leq 0$  или  $\Delta G_{T,P} \leq 0$ . В то время, как для равновесия системы  $dG_{T,P} = 0$ . [1]

**Ключевые слова:** минимизация энергии Гиббса, свободная энергия, энтропия, энтальпия.

Данная статья преследует цель анализа алгоритмов минимизации энергии Гиббса для определения состава в состоянии химического равновесия. Первый рассмотренный алгоритм представляет собой нестехиометрический (твердые неорганические соединения) подход для расчета составов системы с фазовым и химическим равновесием. Свободная энергия Гиббса всей системы  $G_{Total}$  для общей системы с  $N_c$  компонентами и  $N_p$  фазами определяется выражением

$$G_{Total} = \sum_{j=1}^{N_p} \sum_{i=1}^{N_c} n_{ij} \bar{G}_{ij}(T, P); \text{ где}$$

$N_{ij}$  - число молей компонента  $i$  в фазе  $j$  и  $\bar{G}_{ij}$  молярная свободная энергия Гиббса компонента при данных температуре ( $T$ ) и давлении ( $P$ ). Компоненты в системе находятся в состоянии равновесия и перераспределяются между различными фазами, так что функция свободной энергии Гиббса системы  $G_{Total}$  достигает своего минимума. [2]

Преимущество подхода состоит в том, что не требуется знать реакции, происходящие в системе. Для этого подхода требуются только компоненты и их стандартное состояние. Поскольку моли компонентов могут изменяться из-за реакций, в систему добавляется ограничение элементарного баланса. Тогда равновесный состав является решением следующей задачи минимизации

$$\min G_{Total} = \sum_{j=1}^{N_p} \sum_{i=1}^{N_c} n_{ij} \bar{G}_{ij}(T, P); \text{ при условии, что } AN = E \text{ и } n_{ij} \geq 0$$

Здесь  $N$  - матрица числа молей всех компонентов во всех фазах, а  $A$  - матрица элементов со столбцами, содержащими количество элементов в каждом компоненте. Например, матрицы  $A$ ,  $N$  и  $E$  для бинарной системы  $CO_2-H_2O$  с двумя фазами, газовой фазой (компоненты -  $CO_2$  и  $H_2O$ ) и водной фазой (компоненты -  $H_2O$ ,  $H^+$ ,  $OH^-$ ,  $CO_2$ ):

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 2 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 2 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$N = [n_{CO_2, gas} \ n_{H_2O, gas} \ n_{H_2O, aq} \ n_{H^+ aq} \ n_{OH^- aq} \ n_{CO_2 aq}]^T$$

$$E = [n_{C, Total} \ n_{O, Total} \ n_{H, Total}]^T$$

Данный подход к минимизации энергии Гиббса также можно адаптировать к различным составам раствора и не требует знания всех реакций и констант реакций. Алгоритм минимизации свободной энергии Гиббса также обеспечивает гибкость для использования различных термодинамических моделей для разных фаз. [2]

Далее рассмотрим последовательную замену, дополненная для минимизации энергии Гиббса. Это серия локальных минимизаций энергии Гиббса, в которой ложное решение получается из уравнений летучести для фиксированного числа фаз и исправляется в последующем анализе устойчивости. Устойчивость и эффективность многофазного потока были важными проблемами, которые необходимо было решить для композиционного моделирования коллектора со сложным фазовым поведением. Количество фаз равновесия является частью решения в новом алгоритме, в отличие от подхода с последовательной устойчивостью. Преимущество нового алгоритма с точки зрения надежности и эффективности более выражено для более сложного фазового поведения, в котором присутствуют множественные локальные минимумы энергии Гиббса. [3]

Правильное фазовое равновесие для заданных  $P$ ,  $T$  и  $z_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N_c$ ) определяется ( $i = 1, 2, \dots, N_c$  и  $j = 1, 2, \dots, N_p$ ) что дает глобальный минимум

$$\underline{G}_R = \sum_{j=1}^{N_p} \sum_{i=1}^{N_c} \beta_j x_{ij} \ln(x_{ij} \varphi_{ij}), \text{ где}$$

$P$  - давление,  $T$  - температура,  $z_i$  - общая мольная доля компонента  $i$ ,  $x_{ij}$  - мольная доля компонента  $i$  в фазе  $j$ ,  $\beta_j$  - мольная доля фазы  $j$ ,  $N_c$  - количество компонентов,  $N_p$  - количество равновесных фаз.

Вводим следующие ограничения:

$$z_i = \sum_{j=1}^{N_p} \beta_j x_{ij}; \sum_{j=1}^{N_p} \beta_j = 1; \sum_{i=1}^{N_c} x_{ij} = 1; \text{ где}$$

$$\beta_j \geq 0 \text{ и } x_{ij} \geq 0 \text{ для } i = 1, 2, \dots, N_c \text{ и } j = 1, 2, \dots, N_p.$$

Касательная плоскость к поверхности свободной энергии Гиббса в устойчивом состоянии равновесия не может лежать выше поверхности свободной энергии Гиббса при любом составе. Следовательно,  $D_j = \sum_{i=1}^{N_c} (\ln x_{ij} \varphi_{ij} - \ln x_{iRef} \varphi_{iRef}) \geq 0$

для  $j = 1, 2, \dots, N_s$  при заданных  $T$  и  $P$ .  $N_s$  - это количество точек функции расстояния  $D$  безразмерной касательной плоскости, определенной с помощью эталонного состава равновесных фаз ( $x_{iRef}$ , где  $i = 1, 2, \dots, N_c$ ). Обратите внимание, что  $N_s = N_p + N_u$ , где  $N_u \geq 0$  и количество неустойчивых точек  $D$ .

Имеется практический метод использования функции свободной энергии Гиббса для интеграции расчетов фазового равновесия и геохимических реакций. Эта структура с использованием функции свободной энергии Гиббса обеспечивает возможность интеграции различных термодинамических моделей, которые более точно описывают фазы: модель коэффициента активности для водной фазы, а также модели EOS для других фаз. В дополнение к известному углеводородному составу компоненты водной фазы могут быть выбраны в зависимости от состава раствора месторождения, на котором планируется закачка. Следовательно, эта модель может быть адаптирована к любой комбинации системы углеводород / раствор / кальцит при условии, что параметры Питцера доступны для этой конкретной комбинации. Концентрации компонентов, полученные с помощью этого

подхода, также могут быть использованы для моделирования изменения смачиваемости в результате реактивного переноса.

Таким образом, изменения фазового поведения и минимальное давление смесиваемости, ожидаемые из-за геохимических реакций, могут помочь определить априори, следует ли вообще учитывать геохимические реакции во время закачки CO<sub>2</sub> в резервуары. Эта модель может быть интегрирована в любой симулятор коллектора, потому что любой алгоритм может быть использован для минимизации функции свободной энергии Гиббса всей системы.

Прямая минимизация свободной энергии Гиббса возможна как средство объединения геохимических / фазовых равновесий / реагирующих систем.

Новый алгоритм глобальной минимизации свободной энергии Гиббса для изотермических и изобарических потоков. Правильная система уравнений решается с последовательной заменой стационарных точек расстояния касательной плоскости, определенного в эталонной композиции. Преимущество нового алгоритма с точки зрения надежности и эффективности более выражено для более сложного фазового поведения, в котором присутствуют множественные локальные минимумы свободной энергии Гиббса. Новый алгоритм может быть инициализирован как смещенной, так и с несмещенной схемой, поскольку он может обрабатывать произвольное количество составов выборки. Это также дает гибкость, которую предлагает алгоритм с точки зрения надежности и эффективности. [3]

Данный литературный обзор был сделан в рамках проекта (AP09058452 Development of PVT model for prediction of wax precipitation), который получил грантовое финансирование в рамках проекта молодых ученых для научно-технических проектов на 2021-2023 гг.

#### Литература

1. Касенов Б.К., Алдабергенов М.К., Пашинин А.С., Термодинамические методы в химии и металлургии, Алматы: "Рауан", "Демеу", 1994.
2. Касенов Б.К., Алдабергенов М.К., Пашинин А.С., Термодинамические методы в химии и металлургии, Алматы: "Рауан", "Демеу", 1994.
3. S. Eghbali, R. Okuno, "Successive Substitution Augmented for Global Minimization of the Gibbs Free Energy," *SPE*, 2015.

#### A.T. Mukashev, A.K. Abdukarimov, Zh.K. Dairov, D.A. Ismailova Gibbs Energy Minimization

**Abstract.** According to the second law of thermodynamics in an isolated system, the condition for spontaneous processes is an increase in entropy ( $dS < 0$ ), and the maximum of entropy is the condition of equilibrium ( $dS = 0$ ). However, most of the processes that exist in nature take place in non-isolated systems, therefore it is not convenient to determine the direction of chemical reactions by the entropy factor. Based on this, in non-isolated systems it is necessary to determine the direction of chemical reactions to a change in the Gibbs energy. Thus, systems must have either constant pressure or constant volume. In practice, systems are considered at constant pressure and temperature ( $P = \text{const}$ ;  $T = \text{const}$ ), due to the fact that these processes occur more often than others.

A function that has the dimension of energy arising from the I and II laws of thermodynamics is called the Gibbs energy and has the following equation:

$$d(U - TS + pV)_{T,p} \leq 0, \text{ где } G = U - TS + pV$$

A negative value of the Gibbs energy is a condition for the spontaneous process, i.e.  $dG_{T,p} \leq 0$  or  $\Delta G_{T,p} \leq 0$ , while for the equilibrium of the system  $dG_{T,p} = 0$ . [1]

**Keywords:** Gibbs's energy, free energy, entropy, enthalpy.

#### A.T. Мукашев, А.К. Абдукаримов, Ж.К. Даиров, Д.А. Исмаилова Гиббс энергиясын азайту

**Аңдатпа.** Оқшауланған жүйедегі термодинамиканың екінші заңына сәйкес, өздігінен жүретін процестердің шарты - энтропияның жоғарылауы ( $dS < 0$ ), ал энтропияның максимумы - тепе-теңдік шарты ( $dS = 0$ ). Бірақ табиғатта болатын процестердің көпшілігі оқшауланбаған жүйелерде жүреді, сондықтан химиялық реакциялардың бағытын энтропия факторымен анықтау ыңғайлы емес. Осының негізінде оқшауланбаған жүйелерде Гиббс энергиясының өзгеруіне химиялық реакциялардың бағытын анықтау қажет. Жүйелер тұрақты

қысымға немесе тұрақты көлемге ие болуы керек екенін ескере отырып. Іс жүзінде жүйелер тұрақты қысым мен температурада қарастырылады ( $P = \text{const}$ ;  $T = \text{const}$ ), өйткені бұл процестер басқаларға қарағанда жиі жүреді.

Термодинамиканың I және II заңдарынан шығатын энергия өлшемі бар функция Гиббс энергиясы деп аталады және келесі теңдеуге ие:

$$d(U - TS + pV)_{T,P} \leq 0, \text{ где } G = U - TS + pV$$

Гиббс энергиясының теріс мәні өздігінен жүретін процестің шарты болып табылады, яғни  $dG_{T,P} \leq 0$  немесе  $\Delta G_{T,P} \leq 0$ . Жүйенің тепе-теңдігі үшін  $dG_{T,P} = 0$ . [1]

**Түйін сөздер** : Гиббс энергиясының минимизациясы, еркін энергия, энтропия, энтальпия.

УДК 678.742.21+628.4.038

**Н.К. Нурмаш, Б.Ж. Бурханов**

*Научный руководитель Устинова Т.П. доктор технических наук, профессор, <sup>2</sup>Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина*

*<sup>1</sup>Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,*

*Казахстан, г. Уральск*

*cosmo04@mail.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КАК НАПОЛНИТЕЛЕЙ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

**Аннотация.** *Рассмотрены вопросы применимости волокнистых и дисперсных промышленных отходов – окси-ПАН и шлама шлифовки стекла в качестве наполнителя термопластичной матрицы. Проведена оценка физико-химических характеристик отходов шлама шлифовки стекла. Показан характер и степень улучшения деформационно-прочностных характеристик ПКМ при добавлении в них отходов окси-ПАН.*

**Ключевые слова:** *наполнитель, ПЭНД, полимерная матрица, отходы шлифовки стекла, окси-ПАН, волокна, композиционный материал*

В современных условиях полимерные материалы широко используются практически во всех сферах человеческой деятельности. Связано это с их уникальными технологическими и потребительскими характеристиками. Но при всем многообразии выпускаемых полимерных материалов и разнообразия их свойств, сами по себе в чистом виде они не обладают необходимыми характеристиками в полной мере удовлетворяющих конечных потребителей. По этой причине в основном их применяют в виде полимерных композиционных материалов (ПКМ), состоящих из полимерного связующего, волокнистых и дисперсных наполнителей, а также технологических добавок. Оптимальный подбор компонентов позволяет создавать композиционные материалы с самым различным комплексом свойств. Однако технологическое развитие на современном этапе ставит задачи по разработке композиционных материалов нового поколения с улучшенными характеристиками. При этом основной упор делается на направленное регулирование характеристик ПКМ, с использованием в том числе наноразмерных компонентов [1, 2].

В качестве волокнистых и дисперсных наполнителей используют самые разные материалы, в том числе наночастицы. Анализ проведенных за последние годы исследований показал, что введение наполнителей позволяет значительно улучшить физико-механические характеристики, а также снизить себестоимость их производства [3].

Для ПКМ общетехнического назначения обычно используют волокна и дисперсные частицы неорганического или минерального происхождения. В большинстве случаев данные компоненты требуют дополнительных операций по их подготовке перед использованием. В связи с этим в последние годы значительно возрос интерес к использованию промышленных отходов в качестве наполнителей для ПКМ. Среди них можно выделить отходы окси-ПАН и

шлам шлифовки стекла. Использование промышленных отходов решает две немаловажные задачи: позволяет разработать композитные материалы с более низкой себестоимостью, а также утилизировать отходы, которые сложно переработать

Целью работы являлось исследование возможностей использования волокнистых отходов окси-ПАН, а также дисперсных отходов шлифовки стекла в качестве наполнителей в композиционных материалах на основе термопластичной матрицы ПЭНД.

В качестве объектов исследования были выбраны: полиэтилен низкого давления экструзионный марки ПЭНД 273-73 (ГОСТ 16338-85); разноокисленные полиакрилонитрильные волокна плотностью 1,17-1,41 г/см<sup>3</sup>, представляющие собой резаные отходы стадии термостабилизации производства углеродных волокон марки УК 54000/017 текс длиной 1-18 мм производства ООО «Аргон», образцы шлама шлифовки стекла полученных из различных предприятий г. Уральск, также композиционные полимерные пленки с содержанием волокнистого наполнителя 1, 5, 10 %.

Отходы окси-ПАН образуются на стадии окисления полиакрилонитрильного волокна, используемого при производстве углеродных волокон, и представляют собой разноокисленный полиакрилонитрильный жгут, с изменяющейся плотностью в пределах 1,17-1,41 г/см<sup>3</sup> в зависимости от уровня окисления. Длина резки волокон - 1-18 мм. Отличительной особенностью данного вида отходов является его хорошая адгезионная совместимость с полимерной матрицей, в связи с чем в последние годы растет число работ направленных на изучение возможностей применения данного вида наполнителя в разработке различных видов ПКМ [4].

Отходы или шлам шлифовки стекла образуются при конечной обработке продукции стекольной промышленности с целью обеспечения безопасной эксплуатации изделий из стекла, а также для улучшения их эстетического вида. Шлифовка и полировка стекла производятся с использованием воды и абразивных порошков, содержащих в своем составе частицы корунда и других очень твердых минералов. Ежегодно на типовом предприятии по производству стекла образуется порядка 60 т/год шлама шлифовки стекла. По компонентному составу шлам шлифовки стекла представлен следующими соединениями: SiO<sub>2</sub> – 73,55%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,12%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,15%; CaO – 10,12%; MgO – 2,45%; Na<sub>2</sub>O – 11,99%; K<sub>2</sub>O – 0,41%; SO<sub>3</sub> – 0,21% [6], то есть близок к обычному стеклу. В связи с этим, можно предположить, что процессы взаимодействия частиц шлама с полимерной матрицей будут иметь схожий характер с процессами взаимодействия наполнителя и матрицы в стеклонеполненных композитах.

Данный вид отходов может быть использован в качестве альтернативы силикатным модификаторам ударной прочности ПКМ, таким как кварцевый песок, полево шпат, нефелин, плавленный или микрокристаллический кварц [5, 6]. Такие силикатные наполнители получают путем дробления и рассеивания по фракциям исходного минерального или неорганического сырья. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к модификаторам или наполнителям, используемым при создании ПКМ, силикатные материалы проходят несколько стадий обработки. При этом данные процессы обработки такие как плавление, дробление и разделение по фракциям имеют значительную энергоемкость. Кроме того, для их осуществления необходимы значительные капиталовложения на оборудование, материалы и трудовые ресурсы. Все это несомненно, отражается на себестоимости силикатных наполнителей, а также на конечной стоимости получаемых композитов.

В отличие от этих материалов шлам шлифовки и полировки стекла изначально является дисперсным материалом, содержащим в том числе очень твердые компоненты такие как корунд (оксид алюминия). Будучи дисперсным материал не требует дополнительных подготовительных операций, что может значительно снизить себестоимость получаемой с его добавлением продукции.

Как показали исследования, проведенные на базе лабораторий СГТУ им Ю.А. Гагарина, наблюдается улучшение деформационно-прочностных характеристик ПКМ при добавлении в них наполнителя отходов окси-ПАН. При повышении содержания волокнистого наполнителя увеличивается прочность композитов. Так при содержании отходов окси-ПАН 10 % прочность на разрыв увеличилась в 1,8 раза, а нагрузка на прокол соответственно – на 105 Н.

Добавление наполнителя также повышает устойчивость ПКМ к воздействию ультрафиолетового излучения. Так при 10 % содержании отходов окси-ПАН потеря прочности композитов на основе ПЭНД после 400 часов облучения ультрафиолетовым излучением снижается на 8 % от исходного значения.

Таким образом промышленные отходы такие как шлам шлифовки стекла и волокнистые отходы окси-ПАН могут иметь достаточно хорошие перспективы в качестве наполнителей полимерных матриц при создании ПКМ.

### Литература

1. Раскутин А.Е. Стратегия развития полимерных композиционных материалов // Авиационные материалы и технологии. 2017. №5. С. 344-348. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-S-344-348
2. Устинова Т.П. Современные тенденции в области создания полимерматричных композиционных материалов с прогнозируемым комплексом свойств // Вестник СГТУ. 2011. № 4. Выпуск 3. С. 228-233.
3. Курбанова Р.В., Кахраманлы Ю.Н., Кахраманов Н.Т., Мамедли У.М., Чернявская Н.А. Аппретированные полимерные нанокомпозиты на основе полиэтилена низкой плотности и кварца. // Пластические массы, 2018. №5-6. С. 37-40.
4. Моругова О. А. Структурные особенности и комплексная оценка свойств отходов окси-ПАН и полимерматричных композитов на их основе: диссертация на соискание кандидата технических наук: 05.17.06 / Моругова Ольга Александровна; [Место защиты: Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.].- Саратов, 2016.- 165 с.
5. Кучеренко, Е. В. Отходы минерального стекла - эффективный наполнитель полиэфирной матрицы / Е. В. Кучеренко, С. В. Арзамасцев, А. С. Щербаков // Техническое регулирование в транспортном строительстве. – 2018. – № 5(31). – С. 54-57.
6. Шишковец, М. М. Шибека Л.М. Анализ направлений использования отходов производства стекла, [Текст] Минск : БГТУ , 2015 .- ил., табл. Новейшие достижения в области инновационного развития в химической промышленности и производстве строительных материалов, Минск : БГТУ, 2015, С. 132-135

**N.K. Nurmash, B.Zh. Burkhanov**

#### **Study of the possibility of using industrial waste as fillers of polymer composites**

**Abstract.** The article considers the use of glass grinding slurry as a filler for fibrous and dispersed industrial waste – Оxy-pan and thermoplastic Matrix.

**Keywords:** filler, HDPE, polymer matrix, glass grinding waste, oxypan, fibers, composite material.

**Н.К. Нұрмаш, Б.Ж. Бурханов**

#### **Өндірістік қалдықтарды полимер композиторларын толтырушы пайдалану мүмкіндігін зерттеу**

**Андатпа.** Мақалада талшықты және дисперсті өнеркәсіптік қалдықтардың – окси-ПАН және термопластикалық матрицаның толтырғышы ретінде әйнекті тегістеу шламының қолданылуы қарастырылады.

**Түйін сөздер:** толтырғыш, ПЭНД, полимерлі матрица, шыны, окси-ПАН, талшық, композициялық материал ажарлау қалдықтары.

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ

**Аннотация.** В данной статье проведена технико-экономическая оценка эффективности применения технологии полимерного заводнения на месторождении «К». Представленное месторождение характеризуется высокой вязкостью пластовой нефти, обводненностью и неоднородностью пласта. Мировой опыт применения полимерного заводнения на аналогах показывает высокую эффективность. Результаты моделирования процесса полимерного заводнения показывают высокую технико-экономическую эффективность и дают основание к пилотному испытанию.

**Ключевые слова:** вязкость, моделирование, полимерное заводнение, нефтеотдача.

**Введение.** Традиционные методы повышения нефтеотдачи на месторождениях тяжелой нефти нацелены на снижение ее вязкости и повышение подвижности за счет нагнетания тепла в пласт. В некоторых случаях тепловые методы не окупают затраты. В настоящее время для повышения эффективности процесса разработки нефтяных месторождений наиболее часто используют химические методы воздействия на пласт. Одним из них является полимерное заводнение. В последнее время в мировой практике существуют успешные проекты полимерного заводнения по высоковязкой нефти, где термические методы не представляются выполнимыми. По мере накопления опыта и новых знаний полимерное заводнение становится экономически рентабельным при извлечении из пластов нефти вязкостью, превышающей несколько сотен сантипуаз. В данной статье приведены результаты анализа опыта применения технологии на месторождениях-аналогах, моделирования и ожидаемой экономической эффективности пилотного проекта.

**Литературный обзор.** Для сравнения результатов реализации технологии на месторождениях-аналогах основные параметры были сведены в таблицу 1 [1-9].

Таблица 1. Технологические параметры наиболее известных работ по применению ПЗ [1-9]

Месторождение	Страна	Статус ПЗ	T <sub>пл</sub> , °C	K <sub>пр</sub> , мД	Вязкость нефти (пл.усл), сПз
Пеликан Лейк	Канада	Все м/р	12-17	300-5000	800-10000
Муней (Money)	Канада	ОПИ*	29	100-10000	100-250
Сил (Seal)	Канада	Расш.ОПИ	20	300-5800	3000-7000
Тамбареджо (Tambaredjo)	Суринам	ОПИ	36	44-12000	400-600
Мармул (Marmul)	Оман	Все м/р	46	100-2000	
Бодо (Bodo)	Канада	ОПИ	25	1000	400
Suffied Caen	Канада	ОПИ	21	500-2000	70-100
El Corcobo	Аргентина	ОПИ	38	500-4000	160-300
SZ36-1, Бохай Бэй	Китай	ОПИ	65	2600	13-380
JZW, Бохай Бэй	Китай	ОПИ	57	10-5000	10-30
Diademina	Аргентина	Расш-е ОПИ	50	10-5000	100
«К»	РК	Проект	26	510-1500	378-541

\* ОПИ – опытно-промышленные испытания

В данной статье приведем, по мнению авторов, самый яркий пример применения технологии полимерного заводнения на месторождении с высокой вязкостью нефти. Месторождение Пеликан Лейк, схожее с месторождением «К» по геолого-физическим параметрам (рис. 1), расположено в 250 км севернее от Эдмонта, Альберта, Канада.

Разработка была начата в 1980 г. Геологические запасы оценены в 6,4 млрд баррелей и коэффициент извлечения нефти (далее – КИН) составляет в пределах 5-10% [2].

В начальный период разработки проявлялся режим растворенного газа, однако начальное пластовое давление и газосодержание было низким. К тому же из-за высокой вязкости нефти первые вертикальные скважины, пробуренные в 1980-1981 гг., были нерентабельными с дебитом ниже 30 баррелей в сутки, характеризующимися интенсивным падением до 10 баррелей в сутки. Применение тепловых методов не смогло улучшить нефтеотдачу из-за потери тепла в таких малых по толщине залежах. Внедрение горизонтального бурения скважин дало немного лучшие результаты в добыче нефти путем увеличения охвата по площади. Однако конечный КИН все равно был ниже 10% и наблюдалась острая необходимость в дополнительных методах повышения нефтеотдачи.

Невзирая на высокую вязкость нефти, условия и характеристики месторождения были пригодными для применения полимерного заводнения, в частности, невысокие температуры пласта, низкая минерализация вод и высокие значения проницаемости.

Первое ОПИ по полимерному заводнению было начато в 1996 году в ячейке с одной нагнетательной скважиной и двумя реагирующими добывающими скважинами. Данное ОПИ оказалось неуспешным в связи с недостижением плановой вязкости (100-200 мПа\*с). К тому же вода на данном участке содержала большое количество ионов Fe<sup>++</sup>. В связи с этим была начата предварительная аэрация раствора с целью окисления Fe<sup>2+</sup> в Fe<sup>3+</sup> в форме Fe(OH)<sub>3</sub>. Несмотря на это, закачка сильно снизилась из-за коагуляции неправильно установленного фильтра, и ОПИ было остановлено.

Второе ОПИ было начато в мае 2005 года с плановой начальной вязкостью раствора 20 мПа\*с с последующим снижением до 13 мПа\*с. После анализа результатов первого ОПИ и лабораторных исследований было установлено, что отсутствует необходимость высоких значений вязкости полимерного раствора для улучшения коэффициента подвижности. Во избежание коагуляции также было решено уменьшить молекулярный вес полимера до 12,5\*10<sup>6</sup> дальтон. В качестве участка для ОПИ была выбрана ячейка из 5 горизонтальных скважин с горизонтальным стволом в 1400 м и межскважинным расстоянием 175 м. Реагирование добывающих скважин на закачку наблюдалось в феврале, апреле и сентябре 2006 года по каждой из трех скважин. В первой скважине дебит нефти увеличился с 18 бар/сут до 232 бар/сут, с 9 бар/сут до 364 бар/сут в центральной скважине и с 16 бар/сут до 139 бар/сут в последней скважине (рис. 1).

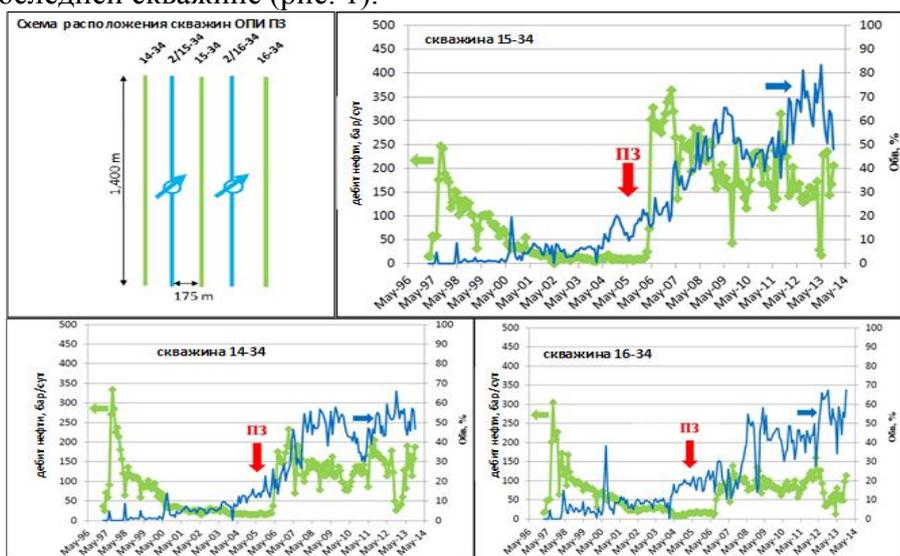


Рисунок 1 - Схема реализации ОПИ ПЗ и динамика добычи по скважинам [2]

Основным показателем успешности применения ПЗ являются относительно низкие темпы роста обводненности для всех трех скважин по сравнению с соседним участком ОПИ с обычным заводнением. Накопленная закачка составляет 0,3 д. ед. порового объема (PV),

конечный прогнозный КИН достигает 25%. По результатам успешного проведения ОПИ было решено расширить участок воздействия и начать ПЗ по новым участкам.

В случае, когда ПЗ используется в качестве первичного метода нефтеизвлечения с самого начала разработки, эффективность ПЗ достигает максимального значения и сопровождается продолжительным и стабильным отбором по нефти.

**Пилотный проект.** Для подбора участка с целью пилотного испытания полимерного заводнения был выполнен двухэтапный скрининг месторождения по ряду геолого-физических и технологических критериев. В ходе первого этапа был выполнен анализ текущего состояния разработки месторождения по объектам с целью определения участка, затем в ходе детального анализа участка подобраны элементы заводнения для пилота.

Руководствуясь критериями подбора, выбран участок с 4 сопряженными элементами 7-точечной системы заводнения (рис. 2). Расчеты показателей разработки выполнялись на модели нелетучей нефти (Black oil model). Прогноз полимерного заводнения выполнялся с заданием параметров адсорбции на породе, реологических характеристик полимерного раствора согласно литературного обзора [1-9].

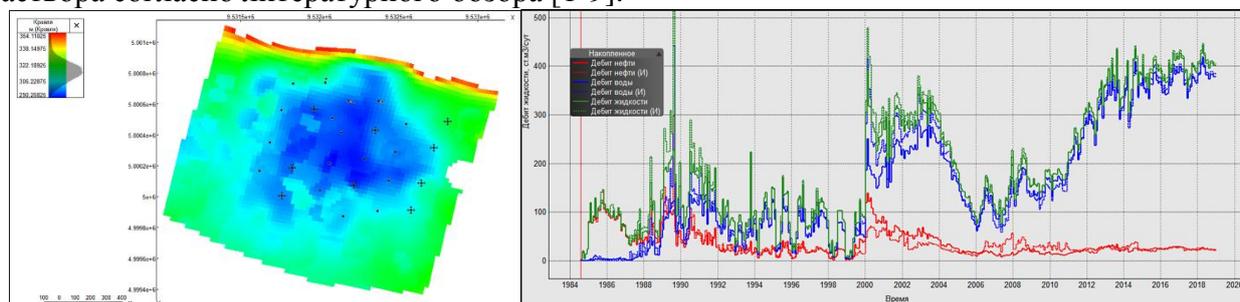


Рисунок 2 - Карта пилотного участка и результаты адаптации истории разработки

Прогноз показателей разработки выполнялся по двум вариантам:

1) Базовый вариант – продолжение заводнения по 31.12.2034 г., при этом приемистость и дебиты скважин остаются постоянными и равны уровням декабря 2018 г.

2) Полимерное заводнение – с 01.01.2019 г. по 18.03.2020 г. закачка агента по выравниванию профиля приемистости (вязкость >500 сПз), с 19.03.2020 г. по 24.10.2023 г.- закачка полимерного раствора с концентрацией 2000 мг/л (вязкость 40 сПз), с 25.10.2023 г. по 31.12.2034 г.- закачка воды.

При базовом варианте к 31.12.2035 накопленная добыча нефти составит 514,862 тыс. т, КИН 26,4%. При варианте полимерного заводнения к 31.12.2035г. накопленная добыча нефти составит 724,2 тыс. т, КИН 37,1%. Прирост КИН за счет полимерного заводнения составит 10,8%, дополнительная добыча нефти – 209,338 тыс. т. Динамика показателей разработки базового варианта и варианта полимерного заводнения представлены на рисунке 3. Результаты расчетов экономической эффективности за прогнозный период технологии полимерного заводнения на опытном участке месторождения «К» представлены в табл. 2

Таблица 2. Интегральные технико-экономические показатели оценки за рентабельный период

Наименование показателей	ЕИ	Значение показателей
Рентабельный период	годы	2019 - 2035
Дополнительная добыча нефти	тонн	205 231
Расходы полимера	тонн	1 940
Внутренняя норма прибыли (IRR)	%	35,7%
Срок окупаемости	лет	5
Срок окупаемости	лет	5
Индекс окупаемости инвестиций (PI)	д.е.	4,8

Приведенные технико-экономические результаты за рентабельный период свидетельствуют, что внедрение технологии полимерного заводнения на опытном участке

месторождения «К» является экономически эффективным и достигнет безубыточности на 5-й год реализации.

**Выводы.** Проведенный анализ на основе опыта применения полимерного заводнения на месторождениях высоковязкой нефти, оценочных расчетов ожидаемой добычи на секторной геолого-гидродинамической модели показывает снижение обводненности, увеличение добычи нефти, прирост текущей и конечной нефтеотдачи. Экономический анализ с учетом существующей конъюнктуры рынка показывает, что индекс окупаемости составит 4,8 единиц и срок окупаемости 5 лет. Данное направление для увеличения нефтеотдачи является перспективным и требует дальнейшего испытания на месторождении «К».

### Литература

1. Delamaide E., Tabary R., Renard G., Dwyer P. Field Scale Polymer Flooding of Heavy Oil: the Pelican Lake Story. – 21-st World Petroleum Congress, Moscow, Russia, 2014.
2. Delamaide E., Zaitoun A., Renard G., Tabary R. Pelican lake Field: First successful application of polymer flooding in heavy oil reservoir. – SPE RE & E, 17(3), 2014, p. 340-354.
3. Let K.P., Manichand R.N., Seright R.S. Polymer flooding a 500-cp oil. – SPE Improved Oil Recovery Symposium, 14-18 April 2012, Tulsa, Oklahoma, USA. SPE-154567-MS.
4. Manichand R., Mogollon J.L., Bergwijn S., Graanoogst F., Ramdajal R. Preliminary assessment of Tambaredjo heavy oilfield polymer flooding pilot test. – SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, 1-3 December 2010, Lima, Peru, SPE-138728-MS.
5. Zhou W., Zhang J., Han M., Xiang W., Feng G. Application of hydrophobically associating water-soluble polymer for polymer flooding in China offshore heavy oilfield. – International Petroleum Technology Conference, 4-6 December 2007, Dubai, U.A.E, IPTC-11635 MS.
6. Xiaodong K., Jian Zh. Offshore heavy oil polymer flooding test in JZW area. – SPE Heavy Oil Conference-Canada, 11-13 June 2013, Calgary, Alberta, Canada, SPE-165473-MS.
7. Delamaide E. Polymer flooding of heavy oil – from screening to full-field extension. – SPE Heavy and Extra Heavy Oil Conference: Latin America, 24-26 September 2014, Medellín, Colombia, SPE-171105-MS.
8. Sheng J.J., Leonhardt B., Azri N. Status of polymer-flooding technology. – Journal of Canadian Petroleum Technology, v. 54, № 02, 2015, SPE-174541-PA.
9. Wassmuth F.R., Green K., Hodgins L., Turta A.T. Polymer Flood technology for heavy oil recovery. – Canadian International Petroleum Conference, 12-14 June 2007, Calgary, Alberta, Canada, PETSOC-2007-182.

**M.S. Sagyndikov, Y.K. Ogay, S.E. Kudaibergenov**

#### **Feasibility study of polymer flooding application in the heavy oil reservoir**

**Abstract.** This paper represents the feasibility study of polymer flooding application to “K” oilfield with high live oil viscosity, water cut, and heterogeneity. World experience of polymer flooding implementation in heavy oil reservoirs shows high technical efficiency. Laboratory study and reservoir simulation confirm that a specially designed polymer flooding technology for “K” oilfield is plausible and commercial and give the basis for a pilot test.

**Keywords:** polymer flooding, high viscosity, heterogeneity, enhanced oil recovery, simulation.

**М.С. Сағындықов, Е.К. Огай, С.Е. Құдайбергенов**

#### **Ауыр мұнай кен орнында полимерлі суландыру қолданудың тиімділігінің техникалық-экономикалық бағалауы**

**Андатпа.** Осы мақалада «К» кен орнында полимерлі суландыру технологиясын қолданудың тиімділігінің техникалық-экономикалық бағалауы жүргізілді. Бұл кен орны қабат мұнайдың жоғары тұтқырлығымен, сулану және қабаттың динамикалық біртекті еместігімен сипатталады. Әлемдік тәжірибе ұқсас кен орындарында полимерлі суландыру қолданудың жоғары технологиялық тиімділігін көрсетті. Полимерлі суландыру процесін гидродинамикалық модельдеу нәтижелері жоғары техникалық-экономикалық тиімділікті көрсетеді және тәжірибелік-кәсіптік сынаққа негіз береді.

**Түйін сөздер:** полимерлі суландыру, тұтқырлық, қабаттың біртекті еместігі, мұнай беруді арттыру, модельдеу.

**А. Сакабеков, Е. Аужани, Н. Мекебай**  
*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ НЕФТЯНОГО ПЛАСТА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЕОСТАТИСТИКИ**

**Аннотация.** В данной работе описано определение фильтрационно-емкостных свойств одного участка нефтяного месторождения Жетыбай. При минимальном наборе экспериментальной исходной информации были построены экспериментальные полувариограммы фации, пористости, проницаемости и водонасыщенности методами геостатистики и выбраны теоретические модели к экспериментальным полувариограммам. С помощью интерполяционного метода Кригинга и последовательно - Гауссовского приближения реализованы модели распределения фации, пористости, проницаемости и водонасыщенности.

**Ключевые слова:** *фильтрационно-емкостные свойства, методы геостатистики, метод вариограмм, интерполяционный метод Кригинга, метод Гауссовского приближения.*

Приведены результаты построения экспериментальной полувариограммы и выбор подходящей теоретической модели к экспериментальной полувариограмме при определении фильтрационно-емкостных свойств одного из залежей нефтяного месторождения Жетыбай [1]. При определении фильтрационно-емкостных свойств использованы методы вариограмм, Кригинга, последовательно - Гауссовского приближения и др. [2-4].

Нефтяные компании нуждаются в оперативной оценке эффективности предстоящих капитальных вложений, для чего необходимо рассчитать технологические показатели на срок разработки месторождения. От объективности расчетных показателей зависит целесообразность разработки залежи и оценка ее эффективности. Для оперативного контроля, анализа, и регулирования процесса нефтеизвлечения нефтяная компания должна иметь постоянно-действующую геолого-технологическую модель (ПДГТМ). Внедрение относительно новых принципов проектирования и мониторинга разработки нефтяных месторождений, а именно создание трехмерных геолого-технологических моделей даст возможность более детально рассматривать экономическую эффективность современных технологий и различных методов по интенсификации добычи нефти, увеличению охвата продуктивных пластов воздействием.

В данной работе описано определение фильтрационно-емкостных свойств одного участка нефтяного месторождения Жетыбай [1]. Проведем краткую характеристику участка нефтяного месторождения. Месторождение расположено в 3 км к северо-западу от месторождения Узень. В 1954-1968 гг. на площади проводились региональные геолого-геофизические работы и подготовка к поисковому бурению. Поисковое бурение начато в 1974 году и в 1975 году открыта залежь нефти в отложениях средней юры. В 1978 году выполнена оперативная оценка запасов нефти. Коэффициент извлечения нефти принят равным 0,360. В 1982 году составлена технологическая схема разработки месторождения. В 1986 году институтом КазНИПИ нефть был выполнен подсчет запасов нефти по данному месторождению. В 1987 году составлена технологическая схема разработки месторождения, утвержденная ТЭС ПО «Мангышлакнефть». В 1989 году уточнены технологические показатели в рамках авторского надзора (КазНИПИ нефть). В 2008 году ТОО «НПЦ» был составлен и утвержден анализ текущего состояния разработки месторождения в ЦКР МЭМР РК. В 2009 году проведен пересчет начальных запасов нефти и растворенного газа по месторождению и утвержден в ГКЗ МЭМР РК.

**Исходная геолого-физическая характеристика эксплуатационных объектов:**

Средняя глубина залегания, 1861м; тип залежи: массивная с элементами тектонического экранирования; тип коллектора: поровый; площадь нефтеносности, 3853 (тыс м<sup>2</sup>); пористость, 0,19 д.ед; средняя насыщенность нефтью, 0,67 д.ед; проницаемость, мкм<sup>2</sup> 0,0215 (кern) / 0,0615 (гидродинамика); коэффициент песчанности, 0,62 (в целом по залежи) / 0,82 (по палеоруслу) д.ед; пластовая температура, 85° С; пластовое давление, 18,2 МПа вязкость нефти в пластовых условиях, 2,31 МПа\*с; плотность нефти в пластовых условиях, т/м<sup>3</sup> 0,783; объемный коэффициент нефти 1,166 д.ед; давление насыщения нефти и газом, 5,96 МПа; газосодержание нефти, 48 м<sup>3</sup>/т; плотность воды в пластовых условиях, 1,09 т/м<sup>3</sup>; средняя продуктивность, 15,5 т/сут\*МПа;

Месторождение в настоящее время, находится в разработке. Были представлены геофизические данные всего лишь по 12 скважинам: каротаж пористости, песчанности, водонасыщенности, фаций (коллектор - неколлектор) и зависимость между пористостью и проницаемостью. По этим данным требовалось построить геостатистическую модель месторождения. Размер модели (сетка): nx x ny x nz = 25 x 21 x 23. Количество ячеек: 12075. Размер одной ячейки: dx =100м, dy = 100м, dz = 2, 327 м.

**Анализ статистических скважинных данных:** скважина №6 (Координаты скважин: x=12116068,68 м, y=4004091,25 м; Отметка по ротору - КВ=212, 47 м, мощность пласта - Δz ≅ 24,4 м; max NTG=0.9040; min NTG=0.4460; max Φ=0,219; min Φ=0.09; max Sw = 0.6650; min Sw = 0.2010; ВНК - 1883,2м ⇒ 1670,73м;), 103 скважина (Координаты скважин: x=12115808м, y=4004178м; Отметка по ротору - КВ=201, 57м, мощность пласта - Δz ≅ 18,4 м; max NTG = 0.9170; min NTG=0.3980; max Φ =0,227; min Φ =0.07; max Sw = 0.7070; min Sw = 0.2500; ВНК - 1874,2 ⇒ 1672,63 м;), 110 скважина (Координаты скважин: x=12115825м, y=4003822,3м; Отметка по ротору - КВ=188,3м, мощность пласта - Δz ≅ 27,2 м; max NTG = 0.9380; min NTG=0.1590; max Φ =0,2410; min Φ =0.05; max Sw = 0.78; min Sw = 0.04; ВНК - 1870м ⇒ 1671,7м;), 105 скважина (Координаты скважин: x=12116538 м, y=4003853,8 м; Отметка по ротору - КВ=206, 09 м, мощность пласта - Δz ≅ 15,2 м; max NTG = 0.9280; min NTG=0.1240; max Φ =0,2360; min Φ =0.02; ВНК - 1876,0м ⇒ 1670м;) и т.д. В геостатистике корреляция может быть представлена статистическими моментами. Одной из популярных функций является вариограмма – статистический двухточечный момент 2-го порядка.

Использование вариограммы обусловлено простотой ее применения в интерполяционных методах Кригинга. Вариограмма – количественная описание вариации некоторого свойства (пористости, проницаемости, водонасыщенности, фации, коллектор-неколлектор и др.) как функции расстояния между точками. Полувариограмма или просто вариограмма – вариация разности значений переменной в 2-х точках как функция расстояния и направления между ними [2]:

$$\gamma(x, x + h) = 0.5Var[Z(x) - Z(x + h)] = 0.5E[Z(x) - Z(x + h)]^2$$

Для N(h) экспериментальных точек, разделенных вектором h, вариограмма вычисляется по формуле:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \cdot \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

В работе были построены экспериментальные вариограммы пористости, песчанности, фаций (коллектор-неколлектор), водонасыщенности. Анализируя экспериментальные вариограммы для каждого случая (коллектор-неколлектор, пористость, песчанность, водонасыщенность), была выбрана теоретическая модель вариограммы. На рисунке 1 приведены экспериментальная вариограмма пористости и соответствующая теоретическая модель пористости.



После нахождения значений пористости методом простого Кригинга использован метод последовательного Гауссова моделирования (Gaussian Simulation)[2-4]. Модель распределения пористости приведен на рисунке 2.

**Заключение.** При минимальном наборе экспериментальной исходной информации была осуществлена реализация распределения свойств модели пористости, песчаности, водонасыщенности методом вариограмм и интерполяционным методом Кригинга, а также использования методов Гауссовского приближения.

#### **Литература**

1. Справочник по месторождениям Казахстана- Алматы, 2005, 327с.
2. Демьянова В.В., Савельева Е.А. «Геостатистика. Теория и практика» - М.Наука: 2010.
3. Оливье Дюбруль. «Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных»-SEG, EAGE: 2002.
4. Оливье Дюбруль. «Геостатистика в нефтяной геологии» - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009, - 256с.
5. Оливье Дюбруль. «Геостатистика в нефтяной геологии» - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2009, - 256с.

**A. Sakabekov, E. Auzhani, N. Mekebai**

#### **Determination of the petrophysical properties of an oil reservoir using geostatistical methods**

**Abstract.** This article describes the determination of the petrophysical properties of one section of the Zhetybai oil field. With a minimal set of experimental initial information, experimental semi-variograms of facies, porosity, permeability and water saturation were constructed using geostatistical methods, and theoretical models for the experimental semi-variograms were selected. Models of facies, porosity, permeability and water saturation distributions were implemented using the Kriging interpolation method and sequential Gaussian simulation.

**Keywords:** petrophysical properties, methods of geostatistics, variogram method, Kriging interpolation method, sequential Gaussian simulation.

**А. Сақабеков, Е. Аужани, Н. Мекебай**

#### **Мұнай қабатының петрофизикалық қасиеттерін геостатистикалық әдістерді қолдану арқылы анықтау**

**Андатпа.** Бұл мақалада Жетібай мұнай кен орнының бір учаскесінің петрофизикалық қасиеттерін анықтау сипатталған. Эксперименттік бастапқы ақпараттардың минималды жиынтығымен фациялардың, кеуектіліктің, өткізгіштіктің және судың қанықтылығының эксперименттік жартылай вариограммалары геостатистикалық әдістердің көмегімен құрылды және эксперименттік жартылай вариограммалар үшін теориялық модельдер таңдалды. Фация, кеуектілік, өткізгіштік және судың қанығу үлестірілуінің модельдері Kriging интерполяция әдісі және дәйекті Гаусс модельдеуі арқылы жүзеге асырылды.

**Түйін сөздер:** петрофизикалық қасиеттер, геостатистика әдістері, вариограмма әдісі, Kriging интерполяция әдісі, дәйекті Гаусс модельдеуі.

УДК 622.24

**С.М. Салыкова**

*Научный руководитель-Исмаилова Д.А., Ph.D доктор, ассистент-профессор  
Sarbayev University, г. Алматы  
[ssaniya.salykova@gmail.com](mailto:ssaniya.salykova@gmail.com)*

#### **ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ**

**Аннотация.** На протяжении многих лет основным методом разработки нефтяных месторождений в Казахстане является заводнение. Методы увеличения нефтеотдачи используются для извлечения большего количества нефти из зрелых пластов после первичной и вторичной стадий добычи нефти. Полимерное заводнение как метод химического

увеличения нефтеотдачи включает добавление молекул полимера для увеличения вязкости воды. Увеличение вязкости воды улучшит отношение подвижности закачиваемой жидкости к пластовой жидкости до более благоприятного значения. Следовательно, эффективность вертикального и площадного охвата увеличивается по сравнению с типичным заводнением. Полимерное заводнение будет наиболее эффективным, если оно будет применяться на ранних стадиях заводнения, когда подвижная нефтенасыщенность все еще высока. Полимер также является критическим компонентом при рассмотрении других химических технологий повышения нефтеотдачи, таких как щелочной полимер или щелочной поверхностно-активный полимер. В данной работе проводится анализ и определяются важные критерии и параметры пласта, жидкостей для проведения эффективного заводнения.

**Ключевые слова:** полимерное заводнение, повышение нефтеотдачи, нефтеотдача, неоднородность, нефтенасыщенность, вязкость

Закачка растворов полимеров в нефтяные пласты рассматривается как средство снижения отношения подвижности вытесняющего агента и нефти, а также как эффективный метод выравнивания неоднородности пористой среды. Повышение эффективности заводнения пластов заключается в том, что в воде растворяется высокомолекулярный химический реагент – полимер, обладающий способностью даже при малых концентрациях существенно повышать вязкость воды, снижать ее подвижность и за счет этого повышать охват пластов заводнением. [1]

В случае, когда вязкость нефти значительно превышает вязкость вытесняющего агента (воды) необходимо принудительное увеличение вязкости закачиваемой воды и уменьшение ее подвижности с целью предотвращения опережающего продвижения фронта воды.

Закачка полимерных растворов осуществлялась на объектах, расположенных в различных нефтегазоносных провинциях. Пласты представлены терригенными и карбонатными коллекторами, различались по проницаемости (0,075 — 0,96 мкм<sup>2</sup>), вязкости нефти в пластовых условиях (2,1-36,0 мПа·с), пластовой температуре (24 - 68°С). [4] Установлена удельная технологическая эффективность от применения технологии в среднем 3404 тонны добытой нефти на тонну закаченного полимера.

Анализ мирового опыта применения технологии показывает, что ПЗ испытывается в широких масштабах на различных по геолого-физическим свойствам месторождениях. ПЗ использовалось в пластах, сложенных песками, песчаниками и конгломератами, в том числе заглинизированными песчаниками.[1] В других материалах неоднократно сообщалось об успешном применении ПЗ в известняках, однако, при этом наблюдаются большие потери полимера вследствие адсорбции на породе. Поэтому тип коллектора в принципе не является фактором, ограничивающим область применения метода, однако по экономическим причинам терригенный тип коллектора более благоприятен.

Глубина залегания объектов колеблется в пределах 579-2205 м. Этот параметр не является лимитирующим, однако ПЗ не рекомендуется проводить в пластах, расположенных как на очень большой, так и малой глубинах. В пластах, расположенных на малой глубине, ограничением служит давление закачки, которое может приблизиться к давлению гидроразрыва. Пласты, расположенные на большей глубине, не рекомендуется использовать главным образом из-за высоких пластовых температур и повышенной минерализации пластовых вод.[6]

Эффективная толщина пластов изменялась в пределах 3-38 м, а средняя пористость в интервале 7-32%, то есть в достаточно широких пределах, в связи с этим данные параметры не являются определяющими.[10]

Одними из наиболее важных параметров являются средняя проницаемость пласта и интервал её изменения. При закачке раствора полимера в пласты с низкой проницаемостью могут возникнуть две проблемы: снижение приемистости скважин, приводящее к

уменьшению темпов отбора и увеличению срока разработки, и значительная сдвиговая деструкция в призабойной зоне пласта. Нижний предел проницаемости определен 0,020 мкм<sup>2</sup>. В пластах с высокой проницаемостью требуются повышенные концентрации полимера, что отражается на экономических показателях.[9] Успешные испытания проведены в пластах с проницаемостью 2,3 мкм<sup>2</sup>, однако, такие пласты не должны выбирать в качестве объектов для ПЗ, поскольку остаточный фактор сопротивления в них практически не реализуется.

Огромное значение имеет неоднородность по проницаемости, при этом очень важна величина проницаемости наиболее продуктивных зон.[7] В сильно кавернозных и трещиноватых пластах, а также в резко неоднородных пластах, когда проницаемость высокопродвижных зон достигает нескольких мкм<sup>2</sup>, проведение ПЗ в «чистом» виде не может быть высокоэффективным.[3]

## **ВЫВОД**

1. Нефтеотдача продуктивных пластов определяется совокупностью целого ряда факторов, из которых отношение подвижностей воды и нефти является одним из наиболее важных.[8] Теоретический анализ процессов нефтеотдачи, анализ лабораторных и промысловых данных однозначно убеждают в целесообразности изменения отношений подвижностей, что практически может быть реализовано с применением технологии ПЗ.

2. Анализ мирового опыта свидетельствует, что максимальная эффективность от применения технологии ПЗ (увеличение КИН 5-10%, доп. добыча от 1000 до 3000 м<sup>3</sup> нефти на 1 т полимера) достигается при следующих условиях: подвижность нефти – единицы мД/мПа\*с; ранняя стадия разработки - водонефтяное отношение не превышает 2 ед. (ВНО = 0,2– 2,0), объем созданной полимерной оторочки порядка 30% от V<sub>пор</sub>. [2]

3. Проведенный анализ позволил установить факторы, ограничивающие область применения технологии, разработать численные критерии применимости расширить область применения технологии ПЗ по следующим параметрам: минерализация пластовых и закачиваемых вод, проницаемость и потенциальная приемистость нагнетательных скважин, глубина залегания коллектора, вязкости нефти в пластовых условиях.[3,4]

## **Литература**

1. Крянев Д.Ю., Жданов С.А. Применение методов увеличения нефтеотдачи пластов в России и за рубежом. Опыт и перспективы. - Бурение и нефть – 2011 - №2 - с.22-26.
2. Ларри Лэйк. Основы методов увеличения нефтеотдачи. Университет Техас-Остин (EO R Fundamentals by Larry Lake U of Texas-Austin. The Society of petroleum engineer), 2005.
3. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – М.:Недра, 1985. – 308 с.
4. Швецов И.А. Пути совершенствования полимерного заводнения. – М.: ВНИИОЭНГ, 1989 – 36 с.
5. Фахретдинов Р.Н., Еникеев Р.М., Мухаметзянова Р.С. Перспективы применения гелеобразующих систем для повышения нефтеотдачи пласта на поздней стадии разработки месторождений //Нефтепромысловое дело. 1994. № 5. - С. 12.
6. Mungan, N., Smith, F.W., Thompson, J.L., 1966. Some aspects of polymer floods. J. Pet.Tech., vol. 18, issue 09, September, 1143.
7. Gogarty, W. B., 1967. Mobility control with polymer solutions. Soc. Pet. Eng. J., June, vol. 07, issue 02, 161–170

8. Wang, L., Wang, Y., Zhang, C., Yin, D., Wang, L., 2012. Study on High Concentration Polymer Flooding in Lamadian Oilfield, Daqing. Paper SPE 154625 presented at the SPE EOR Conference at Oil & Gas West Asia held in Muscat, Oman, 16–18 April.

9. Аюпов А.Г., Шарифуллин А.В. и др. Полимерные и углеводородные составы для повышения нефтеотдачи высокообводнённых пластов. Нефтяное хозяйство, 2003. №6. с. 48 – 51.

10. Кукин В.В., Соляков Ю.В. Применение водорастворимых полимеров для повышения нефтеотдачи пластов. – М.: ВНИИОЭНГ, 1982 – 44 с.

**S. Salykova, D.A. Ismailova**

**Assessment of polymer flooding method**

**Abstract.** For many years, waterflooding has been the main method of developing oil fields in Kazakhstan. Enhanced oil recovery techniques are used to recover more oil from mature formations after primary and secondary stages of oil production. Polymer flooding as a chemical enhanced oil recovery technique involves the addition of polymer molecules to increase the viscosity of the water. Increasing the viscosity of the water will improve the ratio of the mobility of the injected fluid to the formation fluid to a more favorable value. Consequently, the efficiency of vertical and areal sweep increases compared to typical waterflooding. Polymer flooding will be most effective if applied in the early stages of flooding when the mobile oil saturation is still high. The polymer is also a critical component when considering other chemical enhanced oil recovery technologies such as alkaline polymer or alkaline surfactant polymer. This paper analyzes and determines important criteria and parameters of the formation, fluids for effective waterflooding.

**Keywords:** Polymer flooding, enhanced oil recovery, oil recovery, heterogeneity, oil saturation, viscosity

**С. Салыкова, Д.А. Исмаилова**

**Полимерлы су айдау әдісін бағалау**

**Андатпа.** Көптеген жылдар бойы су айдау Қазақстандағы мұнай кен орындарын игерудің негізгі әдісі болды. Мұнайды өндірудің жетілдірілген әдістері мұнай өндірудің бастапқы және қайталама сатыларынан кейін жетілген қабаттардан көбірек мұнай алу үшін қолданылады. Мұнайды қалпына келтірудің химиялық әдісі ретінде полимерлі су айдау судың тұтқырлығын арттыру үшін полимер молекулаларын қосуды қамтиды. Судың тұтқырлығын арттыру айдалған сұйықтықтың қабаттағы сұйықтықтың тұтқырлығының арақатынасын тиімді мәнге жақсартады. Демек, тік және аралды тазалау тиімділігі әдеттегі су айдаумен салыстырғанда артады. Полимерлі су айдау судың алғашқы сатысында жылжымалы мұнай қанықтылығы әлі жоғары болған кезде қолданылған жағдайда тиімді болады. Сондай-ақ, полимер сілтілік полимер немесе сілтілі БАЗ-полимер сияқты химиялық жетілдірілген мұнайды қалпына келтіру технологияларын қарастырғанда маңызды компонент болып табылады. Бұл жұмыста қабаттардың маңызды критерийлері мен параметрлері полимерлі су айдау әдісіне сәйкестігі талданады.

**Түйін сөздер:** Полимерлі су айдау, мұнайбергіштікті арттыру, біртектілік, мұнайға қанығу, тұтқырлық

УДК 622.323(574)

**А.Е.Сатпаев<sup>1</sup>**

*Научный руководитель - А.А.Кабдушев<sup>2</sup>, зав. кафедрой, и.о. доцента, PhD доктор*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

*<sup>2</sup>НАО «Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати», Казахстан, г.Тараз*

*[asl.sat@mail.ru](mailto:asl.sat@mail.ru)*

**ПРИМЕНЕНИЕ AUTODESK REVIT И AVEVA PDMS/Е3D ДЛЯ  
ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Аннотация.** Создание цифровых моделей в настоящее время является одним из наиболее востребованных направлений работы. В сфере нефтепереработки и нефтехимии цифровая модель – это инструмент, без которого не обходится не только расчет новых установок или внедрение дополнительных блоков в технологическую схему производства, но и модернизация действующих предприятий, перерасчет технологической схемы и

оборудования на повышенную производительность. В данной работе рассмотрены программы Autodesk REVIT, AVEVA PDMS/E3D для создания информационных моделей промышленных предприятий, выявлены их плюсы и минусы, и области применения.

**Ключевые слова:** Autodesk REVIT, AVEVA PDMS/E3D, САПР, цифровые технологии, цифровое моделирование

Дальнейшее развитие нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств возможно только путем разработки и внедрения современных технологий [1].

В условиях конкуренции и нестабильных цен на энергоносители главной задачей нефтяных компаний остается максимизация производительности за счет бесперебойной работы, повышение уровня промышленной и информационной безопасности и, конечно, сокращение издержек [2].

Это становится возможным благодаря переходу на управление всеми бизнес-процессами на основе данных и цифровых моделей, через получение аналитики о производственных и экономических процессах в режиме реального времени, позволяющих снизить затраты на логистику, обслуживание и ремонт, увеличить качество и объемы выпускаемой продукции.

Этап создания информационной модели, выполняется с помощью программ автоматизированного проектирования, рынок которых развивается, появляются новые программные средства, позволяющие в той или иной мере автоматизировать и облегчить процесс проектирования [2,3].

Цифровая модель помогает менять параметры работы оборудования и вносить улучшения гораздо быстрее и безопаснее, чем при экспериментах на реальных объектах. Для ее создания уже существуют множество программ, однако в данной статье мы рассмотрим и сравним такие программные продукты для проектирования как AVEVA PDMS/E3D и Autodesk REVIT [3].

Revit — специализированное ПО, работающее на основе технологии информационного моделирования, позволяющее проектировать здания, сооружения и другие архитектурные элементы, все виды строительных конструкций и инженерных систем. Она необходимо при проектировании, создании конструкторской документации и визуализации изображений, которые нужно сделать трехмерными. [4,5].

AVEVA PDMS/E3D сочетает в себе новейшие технологии 3D-графики и пользовательского интерфейса с современной системой управления данными. Современные технологические достижения выводят заводское производство на новый уровень возможностей, сокращая затраты, сроки и риски на проектах любых масштабов. [6,7].

**Плюсы и минусы программных продуктов для проектирования AVEVA PDMS/E3D и Autodesk REVIT.**

Резкие изменения в программе Autodesk влечет за собой изменения в формате файлов, требующие от программистов вносить изменения в разработанные ранее приложения. Но это оставляет Autodesk огромный простор для масштабных обновлений функциональности и оперативного улучшения производительности от версии к версии. Также еще одной особенностью Revit является то, что файлы, созданные в более поздней версии программы, нельзя сохранять в ранних версиях. Поэтому у всех членов команды, работающей над проектом, должен быть софт одинаковой «свежести» [2,8].

Решения же AVEVA пользователи ценят за то, что компании не свойственно что-либо кардинально менять в своих продуктах. Консервативность для AVEVA — это не только сильная сторона, которая дает возможность повторного использования данных разных версий, но и недостаток. Компания не изменяет внешний вид продуктов, следуя за модой, но и не всегда успевает идти в ногу со временем [2].

Техническая поддержка у компании Autodesk возложена на дистрибьюторов — компании, достаточно хорошо известные на локальных рынках. Как правило, большая часть

несложных проблем решается в ходе диалога клиента и дистрибьютора. Однако вопросы, на которые невозможно ответить сразу, направляются в Autodesk, что увеличивает время ожидания ответа.

Техническая поддержка решений AVEVA организована напрямую. Освоение системы упрощается благодаря огромному количеству переведенных на русский язык руководств, регулярного проведения вебинаров, системе обучающих тренингов для пользователей и администраторов [3].

Переход на Revit, если знакомы с AutoCAD, будет достаточно быстрым, привычный интерфейс, ведь, по сути, Revit представляют собой расширенный, дополненный и «заточенный» под конкретную задачу Autocad. Материалов по обучению в сети много на русском языке. Autodesk регулярно обновляет пользовательский интерфейс своих программных продуктов в соответствии с требованиями времени. Некоторые проектировщики находят это удобным, другие же отказываются работать в новом и непривычном интерфейсе [2].

Интерфейс AVEVA сильно отличается от систем автоматического проектирования типа Autocad, мало кнопок с иконками на панели инструментов. Все операции делаются через выпадающее меню. Интерфейс программы настраивается, но что бы настроенный интерфейс сохранился нужно произвести множество действий для сохранения интерфейса [3].

Полноценно работать в AVEVA и выпускать чертежи компания, которая только что перешла на эту программу, начнет через продолжительное время. Потому что изначально в ней, скорее всего, не будет нужного оборудования, не будет настроек для выпуска чертежей соответствующих СНГ стандартам производителей.

Первое с чем сталкивается проектировщик, когда начинает работать в Revit, это отсутствие в СНГ норм и маленькая библиотека семейств. Но не стоит этого бояться, так как Revit довольно гибкая программа. Все семейства, штампы, марки не составит труда самостоятельно разработать в редакторе семейств и наделить их динамическими свойствами. [8].

Система AVEVA максимально открыта для доработки. Учитывая наличие собственного языка Programmable Macro Language, возможности разработки дополнений на .NET, а также гибких возможностей создания текстовых отчетов с выборками данных, можно встраивать PDMS/E3D в уже существующие и отлаженные процессы проектирования [3].

Программа AVEVA не имеет ограничений: с ее помощью вы можете реализовывать проекты любого масштаба. Надёжные, но гибкие инструменты, позволяют многофункциональным командам эффективно сотрудничать, создавать, уточнять и передавать проектную информацию в режиме реального времени из любой точки мира. Появляется возможность отслеживать меняющиеся данные по проекту, одновременно осуществляя автоматическую валидацию на соответствие регулятивных и клиентских норм и стандартов на единой платформе [3,7,9].

В Revit также есть возможность совместной работы в одном файле несколькими специалистами. Эта функция является основным преимуществом данного софта. Но и здесь есть свои минусы. При организации совместной работы есть только 2 варианта взаимодействия всех участников проекта: через сервер и через BIM 360 team [8,10].

Revit больше ориентирован на параметрическое объектно-ориентированное проектирование и анализ. Но Revit также является хорошим инструментом для черчения и дизайна, который имеет более целостный и систематический подход с улучшенным рабочим процессом. А изменения в проекте могут быть обновлены сразу, что может быть очень полезно для больших объёмов или при работе в сжатые сроки [5].

Инженерные же, и проектные решения AVEVA могут быть развёрнуты как единое комплексное решение, либо как сочетание продуктов, адаптированных к потребностям вашего бизнеса. Решения доступны как в локальной системе, так и в облаке. В процессе

разработки своих программных продуктов компания AVEVA концентрируется на создании полноценной рабочей среды, состоящей из различных дополняющих друг друга модулей.

В результате анализа преимуществ и недостатков каждого программного решения, удалось сформировать таблицу 1.

### Вывод

Если нужна программа для строительства, средних и малых производственных предприятий, то советую присмотреться к линейке программ Revit от Autodesk. Revit заточена в основном на гражданское строительство. Подходит для архитекторов, конструкторов и специалистов по инженерным сетям.

Компания выпустила специализированные решения для трехмерного проектирования на базе хорошо знакомого продукта, заняла новый для себя сегмент рынка. Этому также немало способствует более низкая стоимость программ по сравнению с PDMS/E3D. Покупать AVEVA ради единичного заказа неразумно. Это слишком большие капиталозатраты.

Таблица 1. Сравнительная таблица REVIT/ AVEVA

	REVIT	AVEVA
Обновления	Резкие изменения в программе	Постепенное внедрение новых функций
Техническая поддержка	Дистрибьюторы	Напрямую
Интерфейс	Привычный интерфейс	Сильно отличающийся от других программ САПР
Доработка программ	Программные методы создания и разработки семейств	Собственный язык PML, возможности разработки дополнений
Совместная работа	Сервер и через BIM 360 team	Локальная система, облако
Ориентация	Параметрическое объектно-ориентированное проектирование и анализ	Технологическое монтажное проектирование
Стоимость	Приемлемая	Высокая
Комплекс	Сочетание продуктов	Единое комплексное решение, либо сочетание продуктов
Область применения	Строительство, средние и малые производственные предприятия	Крупные, очень крупные промышленные предприятия

Но следует помнить, что Autodesk работает на огромном количестве направлений, поэтому совершенствование продуктов компании может затянуться. Это также склонит некоторую часть пользователей к выбору в пользу PDMS/E3D.

Ни одна программа на рынке в сфере крупных промышленных проектов не дает тех преимуществ, что дает AVEVA с точки зрения специфики технологической части, проектирования технологических трубопроводов, оборудования, создания арматуры, аппаратов и их обвязки и т.д.

Скорее всего, AVEVA сохранит за собой нишу проектирования крупных и очень крупных промышленных объектов, для которых будут действительно оправданы как непревзойденные гибкость и мощность, так и стоимость PDMS. В то же время, конкуренты AVEVA, предлагающие более дешевые и менее гибкие продукты, будут соперничать в области малых и средних проектов. Revit — имеет все возможности для того, чтобы занимать долю рынка в своей области.

### Литература

1. А. З. Миркин, Г. С. Яицких - Актуальные проблемы проектирования российских нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств
2. Н. Т. Кемербаев - Геодезическое обеспечение автоматизированной системы технического обеспечения и ремонтов
3. А. А. Ткаченко - Перспективы решений Autodesk и AVEVA для проектирования российских нефтеи газоперерабатывающих производств. Точка зрения отдела САПР
4. Д. А. Ожигин - Семейства (параметрические компоненты) в Autodesk Revit

5. А. С. Лазебный - AutoCAD или Revit. Сравнение. Плюсы и минусы.
6. А. А. Прохоров, М. Л. Лысачев - Обновленная AVEVA, концепция сквозной информатизации на основе цифровых двойников предприятий
7. В.Р. Нигматуллин, Д. М. Костенков, А. И. Коскина, Т. Р. Загидуллин, А. Р. Дашкина, С. М. Мавлютова - Инструменты для автоматизированного расчета давлений испытаний, контроля сварных швов, термообработки стыков трубопроводов в среде сапр aveva pdms/e3d
8. Ю. С. Станкевич - Минусы REVIT в реальности.
9. А. Е. Шишкин, А. А. Кутлаев - Реализация проектов с применением технологий 3D-моделирования на базе AVEVA PDMS в ООО «ЛУКОЙЛ Нижегородниинепфтепроект»
10. Н. А. Андрющенко – Автоматизация и оптимизация работы в комплексе «AUTODESK REVIT»

**А.Е. Satpayev, А.А. Kabdushev**

**Application of Autodesk REVIT and AVEVA PDMS / E3D for oil industry information modeling.**

**Abstract.** This article provides an overview of the CAD programs Autodesk REVIT, AVEVA PDMS / E3D. After comparing their pros and cons, we can say that REVIT will be preferable for civil engineering, medium and small manufacturing enterprises. AVEVA - for large industrial projects, with the specifics of the technological part, pipelines, equipment, etc., for which the flexibility and power, as well as the cost of PDMS, will be justified.

**Keywords:** Autodesk REVIT, AVEVA PDMS / E3D, CAD, digital technology, digital modeling

**А.Е. Сатпаев, А.А. Кабдушев**

**Мұнай саласын ақпараттық модельдеу үшін Autodesk REVIT және AVEVA PDMS / E3D қолдану.**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада Autodesk REVIT, AVEVA PDMS / E3D АЖЖ бағдарламаларына шолу жасалады. Олардың оң және теріс жақтарын салыстырғаннан кейін REVIT азаматтық құрылыс, орта және шағын өндіріс кәсіпорындары үшін қолайлы болады деп айта аламыз. AVEVA - икемділігі мен қуаттылығы, сонымен қатар PDMS құны ақтайтын технологиялық бөліктің, құбырлардың, жабдықтардың және т.б. ерекшеліктері бар ірі өндірістік жобалар үшін.

**Түйін сөздер:** Autodesk REVIT, AVEVA PDMS / E3D, CAD, сандық технологиялар, сандық модельдеу

УДК 665.61

**М. Б. Шиктыбаева<sup>1</sup>, А. А. Кабдушев<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>*Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы*

<sup>2</sup>*Таразский государственный университет имени М. Х. Дулати, г. Тараз*

[Madina200797@mail.ru](mailto:Madina200797@mail.ru)

**ГЕЛЕПОЛИМЕРНЫЙ РАСТВОР С ПРИМЕНЕНИЕМ НАПОЛНИТЕЛЯ**

**Аннотация:** В статье приводятся результаты лабораторных экспериментов, технологии и рецептуры применения гелеполимерной системы на основе полиакриламида и наполнителей. В роли наполнителя выступают: опилки, древесная мука, глина (монтмориллонит).

**Ключевые слова:** гель, наполнитель, шиватель, полимер.

Для месторождений на поздней стадии разработки характерны низкие дебиты и высокая обводненность скважиной продукции. Для поддержания пластового давления часто применяют заводнение, но вода прорывается через высокопроницаемые каналы, трещины. Часто для перекрытия высокопроницаемых каналов применяют гелеполимерное заводнение на основе полиакриламида. Также для более эффективного перекрытия трещин можно применять наполнители. Сущность технологии заключается в добавке к закачиваемому в пласт раствора полиакриламида незначительного количества (сотые доли процента) сшивающего агента (как правило, ацетата хрома), под воздействием которого происходит структурирование макромолекул полимера в пористой среде с образованием геля. [1,2]

В лабораторных условиях были приготовлено несколько растворов (10) с разными рецептурами и порядком добавления компонентов. Во всех растворах использовалась сточная вода месторождения Узень, с минерализацией 74 гр/л. Каждый из растворов был представлен массой 50 г. Методом оценки качественного показателя являлся Syddansk gel strength code method.

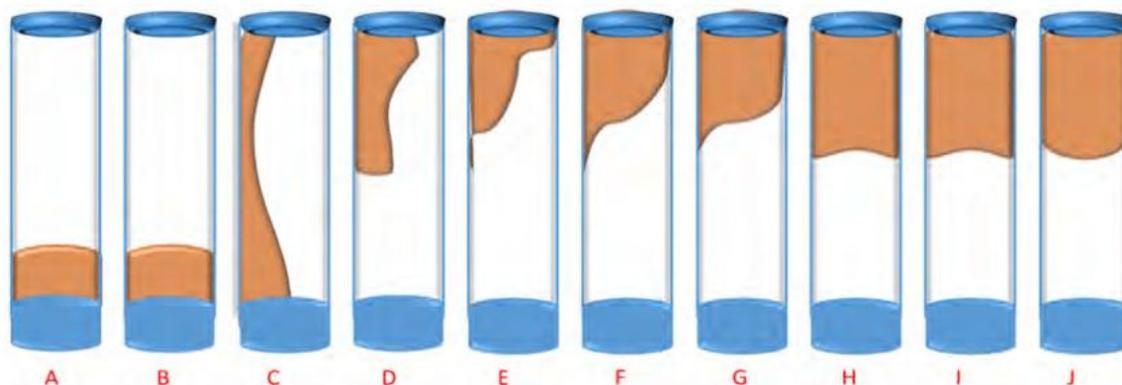


Рисунок 1- Метод определения прочности сидданского геля [2]

Раствор №1 (контрольный). 1% раствор полимера FP 307, 6-7 млн MW, 5% НРАМ; 0,05% сшивателя- Ацитат хрома (III). Технология приготовления: Полимер растворяют в воде при постоянном помешивании, спустя сутки добавляют сшиватель и отправляют в шкаф при температуре 60°C на 24 часа.

Раствор №2. 1% раствор полимера FP 307, 6-7 млн MW, 5% НРАМ;

0,05 % сшивателя- Ацитат хрома (III). Технология приготовления: Полимер растворяют в воде при постоянном помешивании, спустя сутки добавляют сшиватель и отправляют в шкаф при комнатной температуре на 24 часа. (для сравнения процесса гелеобразования в зависимости температуры).

Раствор №3. 1% раствор полимера FP 307, 6-7 млн MW, 5% НРАМ; 0,05 % сшивателя- Ацитат хрома (III); 1% древесных опилок размером 0,5-1 мм. Технология приготовления: Полимер растворяют в воде при постоянном помешивании, спустя сутки добавляют сшиватель спустя 20 минут добавляется наполнитель (опилки) и отправляется на водяную баню при постоянной температуре 40°C и периодическом перемешивании на магнитной мешалке 100обр/мин, во избежание оседания опилок. При первых признаках гелеобразования (появления язычков) отправляется в сушильный шкаф при температуре 60°C.

Раствор № 4. 1% раствор полимера FP 307, 6-7 млн MW, 5% НРАМ; 0,05 % сшивателя- Ацитат хрома (III); 1%древесной муки. Технология приготовления: Полимер растворяют в воде при постоянном помешивании, спустя сутки добавляем древесную муку и оставляем на 24 часа набухать. Добавляем сшиватель и ставим на магнитную мешалку 100 обр/мин и температуре 40°C с периодическим отключением мешалки. Спустя 6 часов гель не образовался. После 24 ч часов в сушильном шкафу гель не образовался.

Так как гель не образовался было принято решение сменить гель на FLOPAM (AN 905 SH) с высокой молекулярной массой.

Раствор №5. 1% раствор полимера FLOPAM (AN 905 SH); 0,05 % сшивателя- Ацитат хрома (III); 1%древесной муки. Технология приготовления: Полимер растворяют в воде при постоянном помешивании, добавляем древесную муку и оставляем на 24 часа. Добавляем сшиватель и ставим на магнитную мешалку 100 обр/мин и температуре 40°C с периодическим отключением мешалки. Через 5,5 часов гель не образовался. После 24 ч часов в сушильном шкафу образовался слабый гелеполимерный раствор.

Раствор №6-9. 1% раствор полимера FP 307, 6-7 млн MW, 5% НРАМ полимер растворяется в воде в течении 24 часов- матричный раствор массой 200 г. Раствор № 6-8 добавлен сшиватель 20 мин водяная баня, за это время образовался гель высокой вязкости

наполнители добавить не получилось. Раствор №9 Добавлен сшиватель, затем добавлен наполнитель глина (монтмориллонит). Раствор на водяной бане с периодическим перемешиванием при комнатной температуре. Спустя 70 мин гелеобразование началось и раствор отправлен был в шкаф при 60°C.

Раствор №10 повтор раствора №3, но наполнителем выступает древесная мука. Спустя 5,5 часов началось гелеобразование и раствор был отправлен в сушильный шкаф при температуре 60°C.

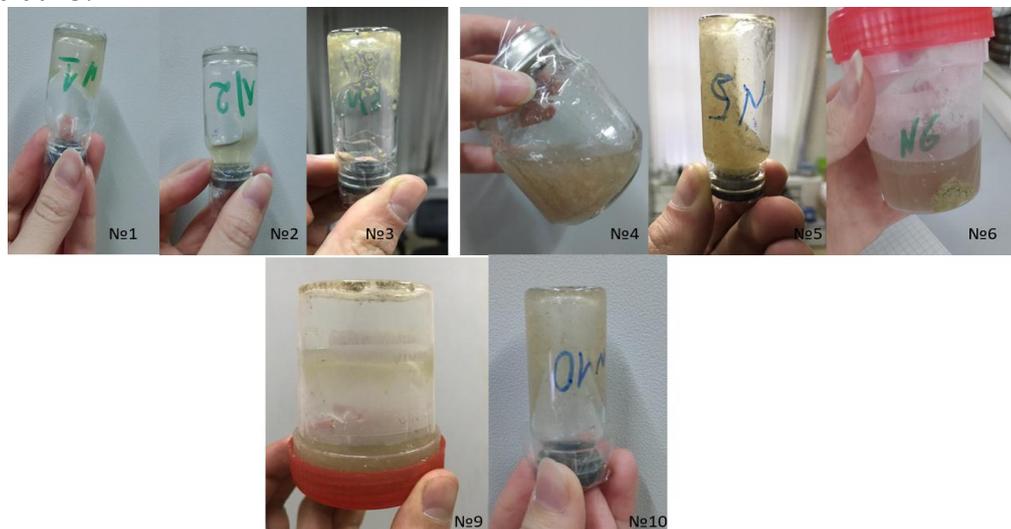


Рисунок 2 - Качественная оценка растворов.

Если провести качественную оценку растворов по методу Syddansk gel strength code method.

- Раствор №1- I;
- Раствор №2- B
- Раствор №3- I;
- Раствор №5-С;
- Раствор №9-А;
- Раствор №10-D.

**Вывод:** Правильной технологией приготовления представлена в растворах №3 и 10 (полимер растворяется в воде, добавляется сшиватель и затем наполнитель).

Температура среды сильно влияет на процесс гелеобразования- на каждые 10°C скорость реакции увеличивается в 2-4 раза.

Прочные гели получились в растворах №1, №3.

### Литература

1. R. S. Seright «Gel propagation through fractures », SPE 2001.
2. Вертухайте А.В., Давыдов М.Н., «Иновация гелеобразующи технологий» автореферат диссертация, Казань, 2006
3. Zeeshan Ali Lashari, «Macro-Rheology and Micro-Rheological Study of Composite Polymer Gel at High Salinity and Acidic Conditions for CO2 Shut Off Treatment in Harsh Reservoirs for Improving Oil Recovery», Chine, 2019- SPE-201175-MS.

**M.B. Shiktybayeva, A.A. Kabdushev.**

### Gel polymer solution with the use of filler

**Abstract.** The article presents the results of laboratory experiments, technologies and formulations for the use of a gel polymer system based on polyacrylamide and fillers. The filler is: sawdust, wood flour, clay (montmorillonite).

**Keywords:** gel, filler, crosslinker, polymer.

**М. Б. Шиктыбаева, А. А. Кабдушев.**  
**Толтырғышпен гель-полимерлі ерітінді**

**Андатпа.** Мақалада зертханалық эксперименттердің нәтижелері, полиакриламид пен толтырғыштарға негізделген гель-полимер жүйесін қолдану технологиялары мен тұжырымдамалары келтірілген. Толтырғыш: үгінділер, ағаш ұны, саз (монтмориллонит).

**Түйін сөздер:** гель, толтырғыш, байланыстыруша агент, полимер.

УДК 622.323(574)

**А.Х. Агзамов<sup>1</sup>, Р.Т. Сулейменова<sup>2</sup>, С.Ж. Абилева<sup>2</sup>, Д.К. Елефтериادي<sup>2</sup>,  
А.С.Сарбаев<sup>2</sup>**

*Научный руководитель – Г.Ж. Молдабаева<sup>2</sup>, д.т.н., ассоц.проф. кафедры «НИ»*

<sup>1</sup> *Каршинский инженерно-экономический институт, г.Карши, Узбекистан*

<sup>2</sup> *SatbayevUniversity, Казахстан, г. Алматы*

*raika\_83@mail.ru*

## **ФИЛЬТРАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВОВ НА КЕРНОВЫХ ОБРАЗЦАХ В УСЛОВИЯХ, ПРИБЛИЖЕННЫХ К РЕАЛЬНЫМ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается фильтрационные исследования составов на керновых образцах в условиях, приближенных к реальным по месторождению АО «Эмбанефть» Восточный Молдабек. Для продуктивного горизонта М-II был подобран керновый материал скважины № 2205. Для определения фильтрационно-ёмкостных свойств (ФЭС) пород-коллекторов с применением модели пластовой воды и нефти использовалась двухфазная вертикальная фильтрационная установка (LXRT-400T). Данное оборудование предназначено для исследования профилей насыщения при фильтрации двухфазных потоков в пластовых условиях в режиме реального времени, представляя средние насыщенные в виде функции длины керна и дискретные точки вдоль керна в виде функции времени.

Процедура проведения исследований на установке двухфазной фильтрации с рентгеновским контролем насыщенности, последовательность и техника проведения фильтрационных опытов ничем не отличаются от основных положений существующих методик и отраслевых стандартов.

**Ключевые слова:** Керн, пласт, горизонт, скважина, исследования, ФЭС.

В системе LXRT-400T кернодержатель смонтирован в вертикальном положении так, чтобы он мог быть просканирован тележкой, монтированной источником рентгеновского излучения и системой приемника, для осуществления контроля насыщенности флюида во время испытания на приток.

Для определения профиля насыщенности исследуемого образца керна, последний помещается в кернодержатель. Затем включается генератор и детектор рентгеновского излучения, который по рельсовым направляющим движется вдоль образца с заданной скоростью и через определённые промежутки времени детектор регистрирует рентгеновское излучение, прошедшее сквозь образец. Поступивший на детектор излучения сигнал обрабатывается и выдается на монитор в виде графика зависимости величины интенсивности прошедшего излучения по длине образца. [1]

Водо-нефтенасыщенность рассчитывается на основе закона Ламберта, используя линейность полулогарифмической зависимости рентгеновского излучения, исходя от базовых точек сканирования. [2]

В системе нефть-вода (с блокированием нефти):

$$S_{W_t} = \frac{\text{Log}(Scan_t) - \text{Log}(Scan_{K_0})}{\text{Log}(Scan_{K_W}) - \text{Log}(Scan_{K_0})} \quad (1)$$

где:  $S_{W_t}$  - текущая водонасыщенность, доли ед.;

$Scan_t$  - текущая интенсивность рентгеновского излучения, прошедшего через образец;

$Scan_{K_W}$  - интенсивность рентгеновского излучения при 100 %-ной насыщенности водой;

$Scan_{K_0}$  - интенсивность рентгеновского излучения при 100 %-ной насыщенности нефтью.

Определение коэффициента вытеснения нефти и водой проводилось с соблюдением условий, максимально приближенных к пластовым.

Для насыщения образцов был использован автоматический сатуратор (AST-600), позволяющий в автоматизированном порядке выбирать время откачки воздуха и давления насыщения для быстрого и полного насыщения образцов керна. Для определения остаточной водонасыщенности методом полупроницаемой мембраны использовали систему PLS-200 с 4-мя гидростатическими кернодержателями, где для вытеснения воды использовали увлажнённый воздух.

Все эксперименты, для получения более достоверных результатов (концевые эффекты), проводились на моделях, сформированных от трех до пяти образцов в зависимости от проницаемости, где длина модели доходила до 26 см.

Нагнетание пластовой воды в режиме постоянного расхода 0,1 - 1,5 мл/мин в зависимости от проницаемости после остановки закачки насыщающей фазой (нефти) проводилось непрерывно, до достижения необходимой промывки порового объема.

Рентген-сканирование для определения текущей водонасыщенности образцов во время вытеснения проводилось по установленному времени шагов зависимости от промывки.

Определенная пористость подразумевается, как открытая пористость и, соответственно, минералогическая плотность породы имеет кажущуюся минералогическую плотность, если в исследуемом образце присутствует закрытая пористость.

Измерение абсолютной проницаемости образцов проведено с помощью газа (азот) на калиброванном оборудовании ULTRA-PERM 600, оснащённом новейшими массовыми расходомерами и датчиками давления. Программное обеспечение производит расчеты, используя уравнения Дарси и Клинкенберга для вычисления газопроницаемости и величины, обратной среднему давлению.

Для измерения объема зерен образцов использован калиброванный гелиевый порозиметр (ULTRA-PORE 300), действующий по принципу закона Бойля (2) [3,4]

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad (2)$$

Уравнение, применяемое для расчета объема зерна, выводится из основного уравнения закона Бойля следующим образом:

$$P_1 \cdot V_{Ref} = P_2 \cdot (V_{Ref} + V_{Матрицы} - V_{Зерна}) \quad (3)$$

где:  $P_1$  - давление в камере сравнения;  $V_{Ref}$  - объем камеры сравнения, см<sup>3</sup>;  $P_2$  - давление после диффузии гелия в керновом стакане;  $V_{Матрицы}$  - объем кернового стакана, см<sup>3</sup>;

$V_{Зерна}$  - объем зерна образца, см<sup>3</sup>.

Далее пористость (4), объемная плотность (5) и минералогическая плотность (6) образца породы вычислялись по нижеследующим формулам:

$$\varphi = \frac{(L \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4}) - V_{Зерна}}{(L \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4})} \cdot 100 \quad (4)$$

$$\rho_{объем} = \frac{m_{обр}}{(L \cdot \pi \cdot \frac{D^2}{4})} \quad (5)$$

$$\rho_{\text{минер}} = \frac{m_{\text{обр}}}{V_{\text{зерна}}} \quad (6)$$

где:

$\varphi$  – пористость образца, %;  $L$  – длина образца, см;  $D$  – диаметр образца, см;  $\rho_{\text{объем}}$  – объемная плотность образца, г/см<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{минер}}$  – минералогическая плотность образца (зерновая плотность), г/см<sup>3</sup>;  $m_{\text{обр}}$  – сухой вес образца, г.

Основное уравнение Дарси для расчета газовой проницаемости нижеследующее:

$$K_g = \frac{2000 * P_1 * \mu * Q_1 * L}{(P_1^2 - P_2^2) * A} \quad (7)$$

где:  $K_g$  – проницаемость по газу, мД;  $\mu$  – вязкость газа, сП;  $Q_1$  – величина потока газа, см<sup>3</sup>/с;  $P_1$  – входящее давление, атм;  $P_2$  – нисходящее давление, атм;  $A$  – площадь сечения образца перпендикулярно, см<sup>2</sup>;  $L$  – длина образца, см.

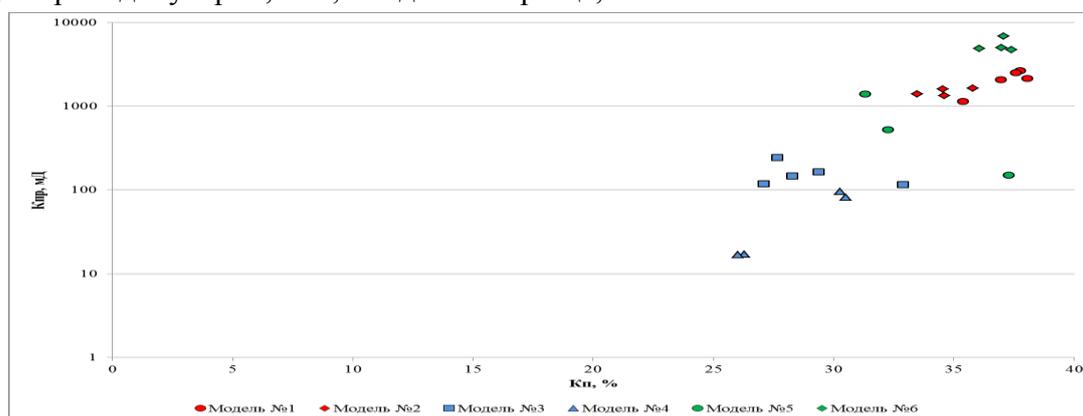


Рисунок 1 - Зависимость проницаемости от пористости

## Литература

1. Core Laboratories Instruments. Газовый пермеаметр UltraPoroPerm-500. Для определения проницаемости и пористости керна. Руководство по эксплуатации.
2. Петрофизика. Теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов, Джеббар Тиаб, Эрл Ч. Доналдсон. 2-е дополненное издание, Москва, 2019.
3. Мирзаджанзаде А.Х., Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н. Моделирование процессов нефтегазодобычи. Нелинейность, неравновесность, неопределенность. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2014. – 368 с.
4. Манырин В.Н., Швецов И.А. Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи при заводнении. – Самара, 2016. – 392 с.

**A.Kh. Agzamov, R.T. Suleimenova, S. Zh. Abileva, D.K. Elefteriadi, A.S.Sarbayev**

### **Filtration studies of compositions on core samples under conditions close to real for the fields of Western Kazakhstan**

**Abstract.** This article discusses filtration studies of the compositions on core samples under conditions close to those of the Embanefit East Moldabek field. For the productive horizon M-II, the core material of well No. 2205 was selected. A two-phase vertical filtration unit (LXRT-400T) was used to determine the reservoir properties of reservoir rocks using the reservoir water and oil model. This equipment is designed to study saturation profiles during filtration of two-phase flows in reservoir conditions in real time, presenting average saturations as a function of core length and discrete points along the core as a function of time. The research procedure on a two-phase filtration unit with X-ray saturation control, the sequence and technique of performing filtration experiments do not differ in any way from the main provisions of existing methods and industry standards.

**Keywords:** Kern, reservoir, horizon, well, research.

**А.Х. Агзамов, Р.Т. Сулейменова, С.Ж. Абилева, Д.К. Елефтериadi, А.С.Сарбаев**

## Батыс Қазақстан кен орындағы нақты жағдайларға сәйкестендіріп керн үлгілеріндегі сүзілуді зерттеу

**Андатпа.** Бұл мақалада ААҚ «Эмбамұнайгаз» Шығыс Молдабек кенорындағы нақты жағдайдағы керн үлгілерін сүзілу қасиеттерін зерттеу туралы айтылады.

М-II өнімді горизонты үшін No2205 ұңғыманың негізгі материалы таңдалды. Қабаттық су мен мұнайдың көмегімен қабат жыныстарының қабаттық қасиеттерін (ҚЭҚ) анықтау үшін екі фазалы тік сүзгілеу қондырғысы (LXRT-400T) пайдаланылды. Бұл жабдық нақты уақыт режимінде коллекторлық жағдайда екі фазалы ағындарды сүзу кезіндегі қанықтылық профильдерін зерттеуге арналған, орташа қанықтылықтар өзектің ұзындығына тәуелді және уақыт бойынша функция ретінде дискретті нүктелер ұсынылады.

Рентгендік қанықтылықты бақылаумен екі фазалы сүзгілеу қондырғысын зерттеу процедурасы, сүзу эксперименттерін орындау кезектілігі мен техникасы қолданыстағы әдістер мен салалық стандарттардың негізгі ережелерінен ешқандай айырмашылығы жоқ.

**Түйін сөздер:** Керн, қабат, өнімді қабат, ұңғы, зерттеу.

УДК 622.323

**М.Н. Тасмуханбетов**

*Научный руководитель: А.А. Исмаилов, кандидат технических наук, профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[tasmukhanbet.miras@gmail.com](mailto:tasmukhanbet.miras@gmail.com)

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКАЧКИ ВОДЫ ПРИ ППД

**Аннотация.** В статье приведен анализ современных технологий закачки воды в системе поддержания пластового давления. Проведен обзор известной литературы, научных работ и статей. Показаны положительные и отрицательные эффекты современных технологий закачки воды при поддержании пластового давления.

**Ключевые слова:** поддержание пластового давления, закачка, вода, скважина, неоднородность.

Современные нефтяные компании сосредоточены на увеличении коэффициента нефтеотдачи с нефтяных месторождений, в этих целях чаще применяют метод поддержания пластового давления закачкой воды. Однако, при использовании данного метода, образуются осложнения связанные с геологической неоднородностью резервуаров.

В Satbayev University разработана технология, которая заключается в использовании специальных перфорированных отверстий на хвостовиках насосно-компрессорных труб (НКТ), чтобы контролировать скорость подачи воды в разно проницаемые слои и предотвращать неравномерное перемещение нефти. Сначала, исследование было проведено на экспериментальной установке, которая показала положительную корреляцию между плотностью перфорации и расходом воды. Затем симуляционный тест был выполнен с использованием данных нескольких нефтяных месторождений Казахстана. Анализ работы [5], показывал увеличение охвата пласта воздействием, а также уменьшение обводненности при использовании предлагаемой технологии по сравнению с традиционной технологией, использующейся повсеместно на большинстве месторождений Казахстана. Предложенная технология по регулированию профиля перемещения нефти в неоднородном коллекторе, позволяет повысить эффективность заводнения как одного из методов поддержания пластового давления, снижая при этом обводненность продуктивного горизонта.

Существует метод нагнетания воды в пласт с кустовых насосных станций. Для данных целей используются поверхностные, сточные и пластовые воды. Высокие потери давления в водоводах высокого давления, удаленность нагнетательных скважин, а также физический износ эксплуатационных колонн снижают эффективность процесса поддержания пластового давления (ППД). Распространенным способом эффективного процесса поддержания пластового давления является закачка сточной воды, подаваемой с устья в межтрубное пространство насосно-компрессорной трубы (НКТ) и эксплуатационной колонны на прием

ЭЦН и дожим с использованием ЭЦН перевернутого типа и пакера [1].

Существует способ кустовой закачки воды в пласт для поддержания пластового давления [2], включающий подачу воды из кустовой насосной станции (КНС), по трубопроводу через запорно-регулирующую арматуру, закачивание воды посредством насоса в систему разводящих водоводов с отводами на каждую нагнетательную высокоприемистую, среднеприемистую или низкоприемистую скважины. Отрицательной стороной данного метода является централизованный принцип регулирования режимов закачки (давление, расход) воды по разводящим водоводам, при котором задают расход воды по разводящим водоводам запорно-регулирующей арматурой на выходе насоса и/или блока гребенки КНС, а также сложность регулирования режимов закачки воды при повышении или понижении давления в разводящих водоводах. Существенным недостатком является значительная протяженность высоконапорных водоводов, а также потери энергии на запорно-регулирующих устройствах на части водоводов или подключенных к ним высокоприемистых нагнетательных скважинах.

Существует способ межскважинной перекачки жидкости [3], включающий отбор нефти из пласта, отбор пластовой воды через водозаборные скважины и закачку пластовой воды через нагнетательные скважины в пласт. В качестве водозаборных скважин используют бывшие добывающие скважины. Отбор пластовой воды ведут из обводнившегося продуктивного пласта, закачку пластовой воды через нагнетательные скважины ведут в пласт с невыработанными запасами нефти. Отбор нефти из пласта ведут через водозаборную скважину. В водозаборной скважине разделяют нефть и воду. Воду отбирают по колонне насосно-компрессорных труб и по выкидной и водопроводной линии закачивают в нагнетательные скважины. Нефть накапливают в межтрубном пространстве скважины. После заполнения межтрубного пространства скважины нефтью скважину останавливают, организуют циркуляцию жидкости в скважине, нефть из межтрубного пространства вытесняют в нефтепровод обратным потоком воды и запускают скважину в работу. Отрицательной стороной данного метода является то, что закачиваемая в нагнетательную скважину вода не проходит очистку от твердых взвешенных частиц, что негативно влияет на эффективность вытеснения нефти водой. Также необходимо переводить имеющиеся на кусту добывающие скважины в водозаборный фонд.

Существует способ принудительного внутрискважинного перетока, заключающийся в том, что водоносный и нефтеносный пласты разобщают пакером, на насосно-компрессорных трубах недалеко от устья устанавливают перевернутый погружной центробежный насос, отбирают воду из водоносного пласта скважины по межтрубному пространству, далее воду с помощью насоса закачивают в продуктивный пласт той же скважины [4]. Отрицательной стороной данного метода является то, что при его реализации уменьшается межремонтный период работы электроцентробежного насоса, работа установки сопровождается отказами ЭЦН, его заклиниванием в стволе скважины вследствие воздействия на него механических примесей, содержащихся в воде. Кроме того, необходимо проводить дополнительную перфорацию скважины для вскрытия водоносного пласта, что увеличивает капитальный ремонт скважины.

На большинстве казахстанских нефтяных месторождений используется традиционная технология, которая включает в себя нагнетание через конец насосно-компрессорной трубы (НКТ) в продуктивную зону, при этом вода поступает в высокопроницаемые слои и достигает эксплуатационной скважины, а менее проницаемые слои не подвергаются воздействию и все еще содержат нефть. То есть традиционная технология не учитывает неоднородность коллектора.

#### **Выводы.**

В рамках данной статьи был проведен анализ литературы, научных работ и статей. Были получены следующие выводы:

- Работа [5], положительный эффект экономически целесообразной технологии по регулированию профиля перемещения нефти.
- Для получения максимально-положительного результата по поддержанию проектного уровня закачки необходимо, при эксплуатации нагнетательных скважин периодически проводить мероприятия по выравниванию профиля притока.
- По результатам работы [1], можно судить об улучшении регулирования процесса разработки нефтяных пластов, так как режим работы нагнетательной скважины не зависит от скважин, подключенных к КНС.
- Обзор существующей литературы, исследований отечественных и зарубежных научных статей показал актуальность рассмотренной технологии закачки воды.

### Литература

1. Юсупов Ю. К., Нонява С.А., Пензин А.В., Галиханов Н.К. Способ закачки воды в системе поддержания пластового давления в слабопроницаемых коллекторах. 2019
2. Учебное пособие Ю.В. Зейгмана «Эксплуатация систем поддержания пластового давления при разработке нефтяных месторождений». Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. - С. 179-183.
3. Патент РФ №2290500, МПК E21B 43/20, опубл. 27.12.2006.
4. Абдуллин Ф.С. Добыча нефти и газа. М.: Недра, 1983 г., стр. 61-62, Мирзаджанзаде А.Х. Технология и техника добычи нефти. М.: Недра, 1986 г., стр. 224-225.
5. Исмаилова Д.А. Совершенствование системы поддержания пластового давления путем формирования равномерного фронта вытеснения нефти на примере месторождения Узень. 2018.

**M.N. Tasmukhanbetov, A.A. Ismailov**

#### **Existing methods and technologies for water injection in the reservoir pressure maintenance system**

**Abstract.** The article provides an analysis of modern technologies for water injection in the reservoir pressure maintenance system. A review of well-known literature, scientific works and articles is carried out. The positive and negative effects of modern water injection technologies while maintaining reservoir pressure are shown.

**Keywords:** reservoir pressure maintenance, injection, water, well, heterogeneity.

**М.Н. Тасмуханбетов, А.А. Исмаилов**

#### **Қабат қысымын ұстау жүйесінде су айдаудың қолданыстағы әдістері мен технологиялары**

**Андатпа.** Мақалада қабат қысымын ұстап тұру жүйесінде су айдаудың заманауи технологияларына талдау жасалған. Белгілі әдебиеттерге, ғылыми еңбектер мен мақалаларға шолу жасалады. Қабат қысымын сақтай отырып, су айдаудың заманауи технологияларының оң және теріс әсерлері көрсетілген.

**Түйін сөздер:** қабат қысымын ұстап тұру, айдау, су, ұңғы, гетерогенділік.

УДК 622.2

**Д.Д. Тортаева, Ж.К. Куатова, А.Н. Касымжанова**

*Научный руководитель – Г.Ж. Молдабаева, доктор технических наук, ассоциированный профессор*

*Казахский Национальный Исследовательский Технический Университет  
им. К.И. Сатпаева, Казахстан, г.Алматы*

[damiratortaeva@gmail.com](mailto:damiratortaeva@gmail.com)

### **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ**

**Аннотация.** В нефтяной и химической промышленности для хранения нефти и нефтепродуктов используются резервуары разных видов. Особенно широко применяются металлические вертикальные цилиндрические резервуары с плоским металлическим днищем. Требования к резервуарам – надежность и долговечность при минимуме расхода

металла и совершенствовании методов изготовления и монтажа. Таким образом, большой интерес представляют особенности конструирования элементов резервуаров. В данной научной статье описывается решение сложных задач при проектировании и строительстве резервуаров в сложных инженерно-геологических условиях. Актуальность задачи состоит в том что, случаи из практики резервуаростроения показывают, что при проектировании и строительстве резервуаров в сложных инженерно-геологических и климатических условиях приходится решать важные задачи, направленные на обеспечение устойчивости оснований, находящихся под действием эксплуатационных нагрузок от резервуаров, и снижения их неравномерных осадок. Целью работы является повышение эффективности и работоспособности при эксплуатации резервуаров путем разработки и внедрения новых конструктивных решений резервуаров.

**Ключевые слова:** Резервуары, фундамент, грунтовая подушка, гидроизолирующий слой, железобетонное кольцо.

В связи с интенсивной разработкой нефтяных месторождений и развитием нефтяной и химической промышленности широко применяются емкостные сооружения для хранения нефти и нефтепродуктов. К ним относятся металлические вертикальные цилиндрические резервуары с плоским металлическим дном. Масштабы применения резервуаров очень велики. Требования к резервуарам – надежность и долговечность при минимуме расхода металла и совершенствовании методов изготовления и монтажа. Таким образом, большой интерес представляют особенности конструирования элементов резервуаров.

Случаи из практики резервуаростроения показывают, что при проектировании и строительстве резервуаров в сложных инженерно-геологических и климатических условиях приходится решать важные задачи, направленные на обеспечение устойчивости оснований, находящихся под действием эксплуатационных нагрузок от резервуаров, и снижения их неравномерных осадок.

Попытки решения этой задачи путем использования фундаментов традиционных конструкций, в том числе и свайных, не привели к желаемым результатам.

Поэтому разработка новых типов оснований и фундаментов, отвечающих всем требованиям безопасной, безаварийной эксплуатации в сложных инженерно-геологических, климатических условиях, является актуальной задачей в настоящее время.

Одним из важнейших моментов конструирования резервуаров является проектирование основания под резервуар. Фундамент резервуара должен выдержать вертикальную нагрузку  $Q_{max}$ , которая вычисляется по формуле:

$$Q_{max} =$$

$$y_n \cdot \left\{ \frac{[1.05 \cdot (G_s + G_r) + \psi_1 \cdot (G_{s0} + G_{r0}) + 1.3 \cdot \psi_2 \cdot (G_{st} + G_{rt})] + (1.4 \cdot 0.7 \cdot c_e \cdot p_s + 1.2 \cdot \psi_2 \cdot p_v) \cdot \pi \cdot r^2}{\pi \cdot r^2} \right\}$$

В качестве фундамента резервуара может быть использована грунтовая подушка (с железобетонным кольцом под стенкой и без него) (рис. 1) либо железобетонная плита. Сооружение резервуаров разрешается на скальных, полускальных, крупнообломочных, песчаных, глинистых и макропористых просадочных грунтах. Из глинистых грунтов подсыпка может сооружаться только в том случае, если их влажность в момент укладки не превышает 15%, а для супесчаных и суглинистых грунтов – 20%. Укладка грунта при устройстве грунтовой подсыпки и песчаной подушки должна осуществляться горизонтальными слоями толщиной 15-20 см с тщательным послойным уплотнением, модуль деформации каждого слоя не ниже 15 МПа. Вначале удаляют растительный слой (на глубину до 300 мм). Полученную заглубленную площадку засыпают чистым грунтом или

щебнем и уплотняют катками до поверхности земли. Поверх уплотнённого слоя укладывают и уплотняют подушку из чистого песка. Подушку делают высотой до 500 мм с уклоном от центра к краям. Величина уклона 1,7-2,3%. Диаметр подушки ( $D_{\text{под}}$ ) на 1,5-2,0 м больше диаметра днища ( $D_{\text{дн}}$ ) резервуара. Откосы подушки отсыпают с уклоном 1:1,5 с последующим мощением. И горизонтальная часть подушки, и откосы должны быть защищены бетонной отмосткой толщиной 60-80 мм [1-7].

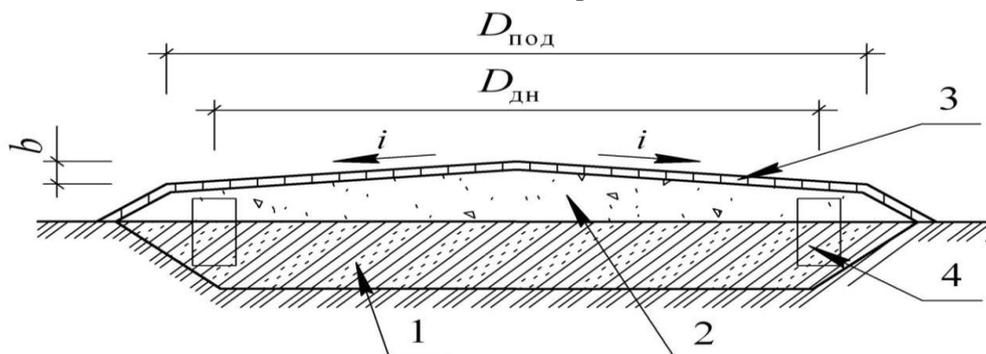


Рисунок 1 – Схема устройства основания под резервуар  
1 – насыпной уплотнённый грунт (или щебень); 2 – песчаная подушка с уклоном от центра; 3 – гидроизолирующий слой; 4 – железобетонное кольцо

Поверх насыпной подушки устраивается гидроизолирующий слой, предохраняющий металл днища от коррозии под действием грунтовых вод и конденсата. При сооружении резервуара на макропористых просадочных грунтах гидроизолирующий слой предохраняет их от увлажнения в случае утечки нефтепродукта через днище резервуара. Для приготовления гидроизолирующего слоя применяется супесчаный грунт с влажностью до 3% и следующим гранулометрическим составом: песок крупностью 0,1-2 мм – 60-85%, песчаные пылеватые и глинистые частицы крупностью менее 0,1 мм – 40-15%. В песке допускается содержание гравия крупностью 2-20 мм (не более 25% от объема всего грунта). Супесчаный грунт тщательно перемешивается с вяжущим веществом (жидким битумом, каменноугольным дегтем, гудроном, мазутом). Содержание кислот и свободной серы в вяжущем веществе не допускается. В общем объеме смеси вяжущего вещества должно содержаться 8-10%. Толщина гидроизолирующего слоя должна составлять 100 мм, а при макропористых грунтах – 200 мм и более (в зависимости от категории просадочного грунта). Гидроизолирующий слой должен покрыть всю поверхность насыпной подушки, а при сооружении на макропористых грунтах – и поверхность откосов подушки с выходом по всему периметру основания резервуара полосой шириной 0,5 м.

Отвод поверхностных вод от резервуаров обеспечивается планировкой и устройством отводных и нагорных каналов. При строительстве резервуаров на макропористых просадочных и глинистых недренирующих грунтах планировка площадки под одну отметку запрещается. В этих случаях отвод воды из обвалования должен производиться в промышленную канализацию.

Для резервуаров вместимостью 700 м<sup>3</sup> и более бермы и откосы основания должны моститься камнем до выполнения монтажно-сварочных работ и испытания резервуаров с последующей перемосткой.

Резервуары, расположенные на склонах, необходимо ограждать от стока поверхностных вод нагорной канавой. При большой крутизне склона, а также при близком к откосу расположении резервуара его корпус должен быть защищен от возможных оползней и падения отдельных камней. При хранении в резервуаре этилированного бензина откосы основания (если нет бетонного кольца) должны быть покрыты сборными бетонными плитами или монолитной бетонной плитой [8-12].

Для резервуаров объемом 10000 м<sup>3</sup> и более по периметру устраивают в песчаной подушке железобетонное кольцо (или ростверк на сваях при слабых грунтах). Фундаментное железобетонное кольцо должно иметь ширину не менее 1000 мм и толщину не менее 300 мм. Армирование кольца производится с учетом данных расчета по деформациям и на прочность.

После завершения строительства резервуара и его испытания водой нужно провести повторное нивелирование по периметру резервуара. Если неравномерная осадка вызвала недопустимые просадки основания, после спуска воды из резервуара должна быть произведена подбивка основания грунтом, применяемым для гидроизолирующего слоя.

На основе проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. На основе оценки и аналитического обзора известных конструктивных решений резервуаров разработана более полная, уточненная классификация вертикальных стальных резервуаров.

2. Критериями сооружения вертикальных стальных резервуаров (РВС) является учет:  
- конструктивных особенностей в зависимости от условий работы резервуара и свойств хранимого нефтепродукта;  
- условий климатических нагрузок, действующих в районе строительства резервуара;  
- вместимости резервуара.

3. Возможность прогнозирования перспективных направлений по совершенствованию конструкций резервуаров обеспечивается при помощи вышеупомянутой классификации и критериев сооружения резервуара.

### **Литература**

1. Абелев М. Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. — М.:Стройиздат, 1983. — 247 с.

2. Абелев М. Ю., Невский А. А., Попов А. З. О больших осадках резервуаров в Ираке // Строительство на слабых водонасыщенных грунтах: НТС. — Одесса: НИИНС, 1975.— №6. С. 183—184.

3. Агишев В.Г. , Левенцов А.Н. Нормирование показателей надежности нефтяных резервуаров // НТС Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья: НТИС. М.: ЦНИИТЭнефтехим , 1975. - №5. -С. 4-6.

4. Андреев Г. А., Евтихин В. Ф., Шнейдер Г. Б. Индустриальные методы ремонта вертикальных стальных резервуаров / Обзорная информация. Сер. Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. -М.: ЦНИИТЭИнефть, 1979. Вып. 8. - 56с.

5. Ашкинази М.И., Листова А.И., Чикинева Т.И. К вопросу о сроке службы резервуаров // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов: НТС. -М.: ВНИИОЭНГ, 1979 №5. С. 20-23.

6. Афанасьев В.А., Березин В.А. Сооружение газохранилищ и нефтебаз. -М.: Недра, 1986.- 334 с.

7. Байхельт Ф., Франкен П. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход. М.: Радио и связь, 1988. -92 с.

8. Барвашов В. А. Комбинированные модели грунтового основания// Основания, фундаменты и механика грунтов.- 1976.- № 1. С. 34-36.

9. Березин В.Л. Исследование напряженного состояния резервуаров / Сборник трудов Уфимского нефтяного института. Уфа, 1960. - №3, С. 149-153.

10. И. Баязитов М.И., Чиркова А.Г. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли Уфа: Изд. УГНТУ, 1999.- 172 с.

11. Березин В.Л. , Мацкин А.А., Гумеров А.Г., Ясин Э.М. Вопросы эксплуатационной надежности резервуаров на нефтеперерабатывающих заводах. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1971 - 67 с.

12. Березин В. Л., Шутов В. Е. Прочность и устойчивость резервуаров и трубопроводов. М.: Недра, 1973 -223 с.

**D.D. Tortaeva, Z.K. Kuvatova, A.N. Kassymzhanova**  
**Features of the design of elements of vertical steel tanks**

**Abstract.** In the given research article describes challenging tasks at designing and building storage tanks in complex engineering geological conditions. Summary: In the given research article describes challenging tasks at designing and building storage tanks in complex engineering geological conditions. The relevant tasks include cases in experiences of constructing reservoirs. It shows that at designing and building tanks in complicated engineering geological and climatic conditions it is necessary to solve important tasks that directed to provide stability base situated under operating loads of storage tanks and reducing their uneven precipitation. The target of the project is efficiency increase and performance at operating storage tanks by developing and introducing new constructive solutions of reservoirs

**Keywords:** tanks, bottom, dirt pad, waterproofing layer, reinforced concrete ring.

**Д.Д. Тортаева, Ж.Қ. Қуатова, А.Н. Касимжанова**  
**Тік болат цистерналар элементтерінің конструкциясының ерекшеліктері**

**Андатпа.** Бұл ғылыми мақалада күрделі инженерлік-геологиялық жағдайларда су қоймаларын жобалау мен салу кезіндегі күрделі мәселелердің шешімі сипатталған. Мәселенің өзектілігі мынада: су қоймаларын салу тәжірибесінен алынған жағдайлар, күрделі геотехникалық және климаттық жағдайларда су қоймаларын жобалау және салу кезінде жедел әрекет ету кезінде іргетастардың тұрақтылығын қамтамасыз етуге бағытталған маңызды мәселелерді шешу қажет екенін көрсетеді. су қоймаларынан түсетін жүктемелер және олардың біркелкі емес шөгінділерін азайту. Жұмыстың мақсаты цистерналарға арналған жаңа жобалық шешімдерді әзірлеу және енгізу арқылы цистерналарды пайдалану кезінде тиімділік пен жұмыс қабілеттілігін арттыру болып табылады.

**Түйін сөздер:** Су қоймалары, іргетас, топырақ төсеніші, гидроқшаулағыш қабаты, темірбетон сақинасы.

УДК 622.323(574)

**Ш.Р. Тузелбаева, Г.Ж. Молдабаева**  
*Satbayev University, Kazakhstan, g. Алматы*  
[tuzelbayeva.s@gmail.com](mailto:tuzelbayeva.s@gmail.com)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ВЯЗКОСТИ.**

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются актуальные проблемы, дальнейшей эффективной разработки реологических характеристик высоковязкой нефти с помощью различных методов нефтеотдачи пластов. Аналитический обзор технологий увеличения нефтеотдачи пласта на основе электротермических систем показывает, что данные системы по применению классифицируются по зонам воздействия: в зоне устья, вдоль линейной части скважины и в зоне забоя, а также по объектам воздействия.

**Ключевые слова:** нефть, скважина, повышение нефтеотдачи, контроль, реологические свойства.

Главные мировые запасы сконцентрированы в месторождениях тяжелой (вязкой) также битуминозной нефти [1]. Процентное соотношение всемирных запасов высоковязких нефти показано на рисунке 1.1.

Высоковязкие и сверх высоковязкие нефти обладают трудными реологическими качествами непосредственно в месторождении, что сказывается на технологии добычи сходственных жидкостей [2]. Такие нефти требуют усовершенствования реологических характеристик непосредственно перед началом разработки месторождения [3].

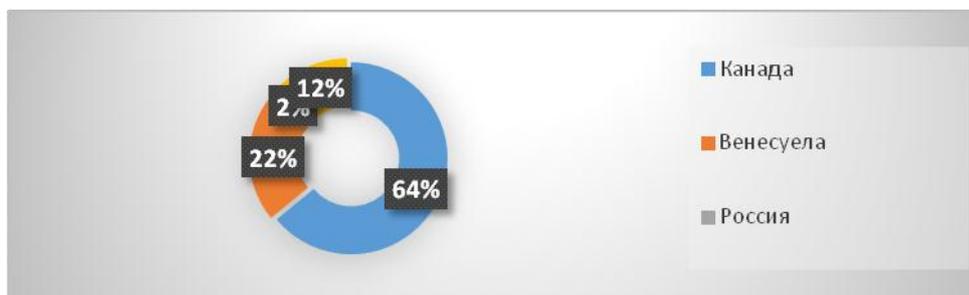


Рисунок 1.1 – Процентное соотношение остаточных запасов высоковязких нефтей

При формировании месторождений с вязкими углеводородами с целью повышения нефтеотдачи пласта на месторождениях используются разнообразные методы, к которым можно отнести парагравитационный дренажная система (*SAGD – Steam Assisted Gravity Drainage*), ноу-хау выпаривания с поддержкой термического затопления (*Submerged Thermal Vaporizing Technology*), термическое разложение при дренаже (*TADD – Thermal Assisted Dissolver Drainage*), газлифт (*Gas lift*), газовую инъекцию (*Gas injection*), закачку в пласт полимерной жидкости (*Polymer fluid method*), метод пластового горения (*In-situ combustion*) [4]. В провинции Саскачеван Канада в университете Реджина ведутся активные изучения по разработке и внедрению метода увеличения нефтеотдачи на месторождениях с высоковязкой нефтью методом обработки призабойной зоны пласта раствором двуокиси углерода с водой (*SACW – Solvent Assisted CO<sub>2</sub> Process + Water*) [5].

Большое количество научно-исследовательских институтов в мире занимаются исследованиями технологий разработки месторождений с высоковязкой нефтью. Из мировых исследовательских центров можно привести: *Alberta Research Council, C-FER, Saskatchewan Research Council, University of Alberta, University of Calgary* (Канада), *Institut Francais du Petrole* (Франция), (Канада), *Stanford University, University of Texas, Texas A & M, University of Houston* (США) [6].

На территории Казахстана используются разнообразные методы, содействующие повышению нефтеотдачи месторождений с высоковязкой нефтью.

Электрофизическое влияние способен являться с прямого протекания тока по поверхности объекта, в нагревательных кабелях постоянной и переменной мощности, а также за счет воздействия электромагнитного поля – высокочастотное воздействие, индукционный нагрев, электрогидроимпульсное воздействие [7]. На сегодняшний день, в отсутствие электроподогрева не может обойтись практически ни одно месторождение в мире, где периодически наступают прохладные время, а также ведется разработка месторождений с высоковязкой нефтью. Прямой электрический нагрев, заключается в прямом пропускании тока через материал металлических труб.

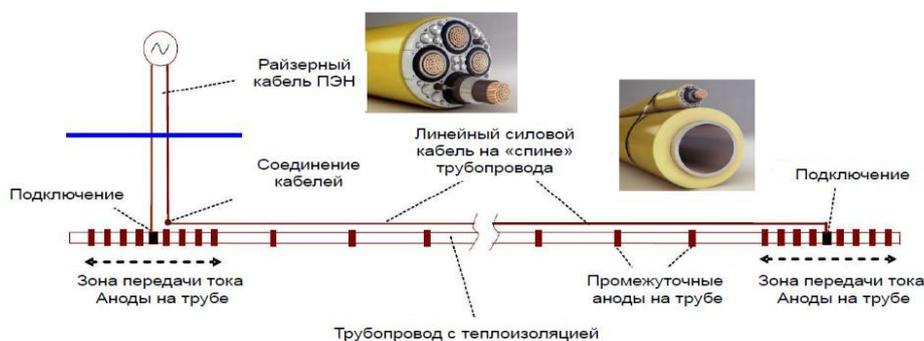


Рисунок 1.2 – Принципиальная схема работы прямого электрического нагрева подводных трубопроводов

Такой метод поддержания температуры и избежания асфальто-смолисто-парафиновых отложений (АСПО) используется компанией *AkerSolution* для трубопроводов в арктическом море [8]. Принцип воздействия подобной системы показан на рисунке 1.5.

Такая модель обогрева трубопроводов применяется на 23 подводных объектах протяженностью не более 50 км. Легкость осуществления источника энергии и особая конструкция кабеля дают возможность использовать аналогичные концепции в трудных обстоятельствах [9].

СКИН-система, или индукционно-резистивная концепция нагрева (ИРСН), специализирована с целью разогрева, поддержания температуры и защиты от замерзания сверхдлинных трубопроводов. [10].

Главные характеристики, которые необходимо учитывать при использовании, диэлектрическая пропускаемость и диэлектрические потери пласта и пластовой жидкости, а также частотный диапазон электромагнитного поля [11].

Высокочастотное электромагнитное поле вынуждает молекулы воды в водонефтяной эмульсии меняться с частотой переменного поля, и чем выше частота, тем выше температура. С целью передачи энергии высокочастотного электромагнитного поля применяются трубы НКТ и обсадные колонны, представляющие из себя коаксиальную кабельную систему. Частота генерируемого электромагнитного поля находится в диапазоне от 50 кГц до 10 ГГц [12].

Воздействие высокочастотным импульсным электромагнитным полем с индукционным воздействием, к приборам, реализующим данный метод электрического влияния, относятся отечественные разработки:

- 1) Оборудование на основе линейных высокочастотных нагревательных систем (ЛВНС) для ликвидации и избежания образования АСПО.
- 2) Оборудование с целью обрабатывания призабойной зоны пласта (ПЗП).

Характерной чертой созданных технологий и оборудования считается комбинированное и одновременное воздействие на скважины нескольких физических факторов: теплового, акустического (ультразвукового) и мощного электромагнитного поля.

Технология высокочастотного импульсного влияния считается альтернативой горячей обработке скважин. Высокочастотные импульсы от наземного мощного генератора передаются через высокочастотный греющий кабель, расположенный в скважине [13].

При анализе имеющихся индукционный нагрев систем применяемых при разработке месторождений высоковязкой нефти устройства можно разделить на три характерные группы: устройства ликвидации асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) на устье скважины и по её длине, устройства воздействия на забой и устройства воздействия на пласт [14].

К преимуществам индукционно нагревательной скважины (ИНС) высокой частоты можно отнести скорость нагрева до требуемой температуры, высокий коэффициент полезного действия теплопередачи и высокую управляемость процессом нагрева. Благодаря наличию температурного датчика, можно снизить мощность воздействия, дабы не привести к коксованию продукта [15].

## **ВЫВОДЫ**

Аргументирована безальтернативность тепловых методов и представлена эффективность электротермии для решения задач регулирования вязкости жидкостей. Представлена актуальность использования электрофизических методов теплового воздействия в добыче, перекачке и транспорте вязких текучих сред. Аналитический обзор технологий увеличения нефтеотдачи пласта на основе электротермических систем показывает, что данные системы по применению классифицируются по зонам воздействия: в зоне устья, вдоль линейной части скважины и в зоне забоя, а также по объектам воздействия.

По результатам анализа сформулированы технические требования к электротермическим системам.

### Литература

1. Липаев, А.А. Разработка месторождений тяжелых нефтей и природных битумов. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013.– 484 с.

2. Тяжелая нефть // Все о нефти: [Тяжелая нефть. Фильм Сергея Брилева, 2011].– <http://vseonefti.ru/neft/tyazhelaya-neft.html>.

3. Жуйко, П.В. Разработка принципов управления реологическими свойствами аномальных нефтей: автореф. дисс. д-ра техн. наук.– Ухта, 2003.– 43 с.

4. Пшеницын, М. Метод парогравитационного дренажа (SAGD) // Арматуростроение.– СПб., 2014.– № 4(91).– С. 72-75.

5. Кузнецов, Н.П., Ахмадуллин, И.Б., Бухтулова, Е.В., Казанцев, О.Ю., Масленников, Е.П. Интеллектуальные системы в производстве.– Ижевск: ИжГТУ, 2009.– № 2(14) .– С. 142-158.

6. Mullakaev M.S., Abramov V.O., Abramova A.V. Development of ultrasonic equipment and technology for well stimulation and enhanced oil recovery. Journal of Petroleum Science and Engineering. 2015. Vol. 125. P. 1-8.

7. Отчет «Нефтегазовая отрасль Республики Казахстан». KASE. Июль, 2019г.

8. Градов, О.М. Оптимизация управления ультразвуковой обработкой материала нефтяных пластов в процессе акустической стимуляции скважин. //Материаловедение. - 2015. - № 4. - С. 11-17.

9. Мусина, Д. Н. Современные технологии повышения нефтеотдачи пластов на основе ПАВ / Д.Н. Мусина, Б.Р. Ваганов, О.Ю. Сладовская // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т. 19. – № 12. – С.63- 67

10. Волкова Г.И., Ануфриев Р.В., Юдина Н.В., Муллакаев М.С. Применение ультразвуковой обработки для снижения вязкостно-температурных характеристик нефти. Neftegaz.RU. –2015. – № 3. – С. 20–23.

11. Чолоян, А.Х. Термическое и физико-химическое воздействие на продуктивный пласт при добыче высоковязких нефтей / А. Х. Чолоян, Г. С. Дубинский // Нефтегаз. технол. и новые матер. (пробл. и решения) . – 2015. – № 4. – С. 243- 251.

12. Андронов, С. А. Качество нефти – прогноз и стратегия развития / С. А. Андронов // Совет потребителей по вопросам деятельности ПАО «Транснефть» 2017.

13. Вережников, В. Н. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ: Учебное пособие / В. Н. Вережников, И. И. Гермашева, М. Ю. Крысин // Спб.: Лань . – 2015. – 304 с.

14. Avvaru, B.; Venkateswaran, N.; Uppara, P.; Iyengar, S.B.; Katti, S.S. Current knowledge and potential applications of cavitation technologies for the petroleum industry. Ultrason. Sonochem. 2018, 42, 493–507.

15. G.Zh. Moldabayeva, R.T. Suleimenova, “Scientific and Technical Substantiation of Reducing Oil Viscosity”, International Journal of Engineering Research and Technology, (ISSN 0974-3154) 2020, 13(5), с. 967-972

**Sh.R. Tuzelbayeva, G.Zh. Moldabayeva**

#### **Investigation and justification of rational parameters of technology for reducing viscosity.**

**Abstract.**The effective development of the rheological characteristics of high-viscosity oil is considered using various methods of oil recovery. An analytical review of enhanced oil recovery technologies based on electrothermal systems shows that application data are classified according to impact zones: in the wellhead zone, along the linear part of the well and in the bottomhole zone, as well as in the impact objects.

**Keywords:** oil, well, enhanced oil recovery, control, rheological properties.

**Ш.Р. Түзелбаева, Г.Ж. Молдабаева**

**Түткырлыкты төмендету технологиясының рационалды параметрлерін зерттеу және негіздеу.**

**Аңдатпа.** Тұтқырлығы жоғары мұнайдың реологиялық сипаттамаларын тиімді әзірлеу қабаттарды мұнай берудің әртүрлі әдістерін қолдану арқылы қарастырылады. Электротермиялық жүйелер негізінде қабаттың мұнай беруін арттыру технологияларына талдамалық шолу осы жүйелерді қолдану бойынша әсер ету аймақтары бойынша: ауыз аймағында, ұңғыманың желілік бөлігінің бойында және кенжар аймағында, сондай-ақ әсер ету объектілері бойынша жіктелетінін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** мұнай, ұңғыма, мұнай өндіруді арттыру, бақылау, реологиялық қасиеттер.

УДК 553.982(574)

**Н.К. Уалихан**

*Ғылыми жетекші: С.Е. Байботаева, доктор PhD, доцент*

*М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті.*

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

## **РЕАГЕНТТЕРДІҢ ФАЗААРАЛЫҚ ҚАБЫҚШАЛАРЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ҚОЛДАНЫЛУЫНЫҢ ҒЫЛЫМИ НЕГІЗІ**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада ұңғыма өнімдерінің сумұнайлы эмульсияларының мұнай-су фазаларының беттік тартылуын төмендету қасиетіне ие, эмульсияны бөлетін реагенттердің қолданылуының әсері зерттелінеді. Бұл мұнай өңдеу зауыттарында бұзылу қиын тұрақты эмульсиялардың пайда болуына жол бермеуге деген ұмтылысты білдіреді. Эмульсиялар мен асфальтендердің толуолдық ерітінділерінің фазааралық керілу немесе тартылу күшінің өзгеру динамикасы жылжымайтын ілулі тамшы әдісімен зерттелінеді.

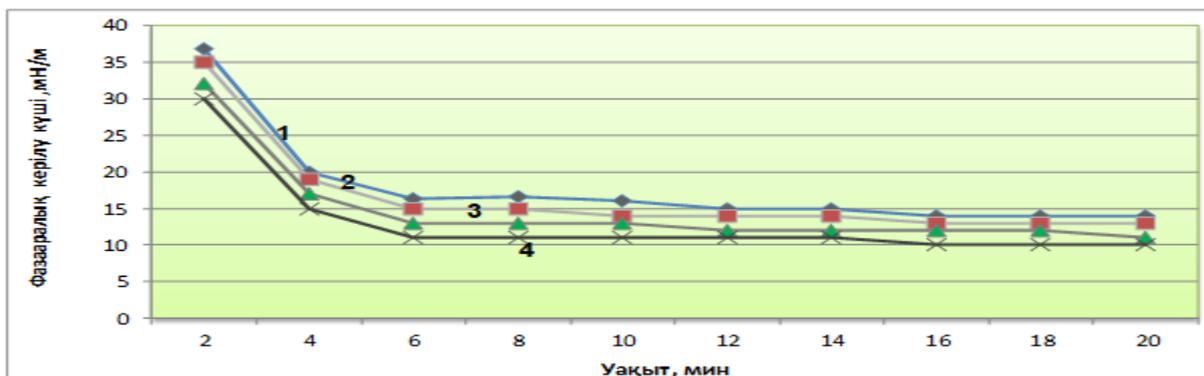
**Түйін сөздер:** сумұнайлы эмульсия, мұнай, адсорбция, фазааралық керілу күші, асфальтендер концентрациясы.

Ұңғыма өнімдерінің сумұнайлы эмульсияларының негізгі маңызды қасиеттерінің бірі оның тұтқырлығы болып табылады. Сумұнайлы эмульсиялардың тұтқырлығы, эмульгаторлардың болуы мен берік фазааралық бетінің қабықшаларының, пленкаларының пайда болуына байланысты болып келеді, яғни, эмульсияны қалыптастыратын су мен мұнайдың құрамы мен қасиеттеріне байланысты болады. Дисперсті фаза мен дисперсті ортаның пайыздық дәрежесіне, эмульсияның қысымы мен температурасы, сыртқы жағдайлар мен жылдамдық градиенті әсерінен қалыптасады [1].

Ұсынылып отырған реагенттің әрекет етуімен мұнай-су фазааралық қабатының құрылымы мен беріктігінің өзгеруіне байланысты қажетті ақпараттарды алу үшін, реагенттің мұнай-су фазааралық адсорбциялық қабаттарының реологиялық қасиеттерінің әсерін бағалау әдісі пайдаланылады.

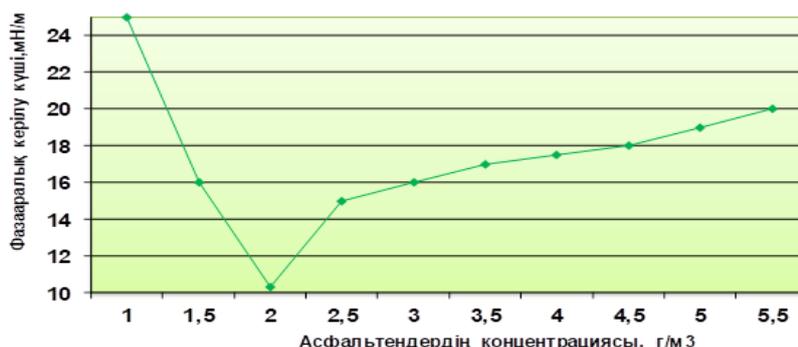
Зерттелетін мұнай фазасы ретінде «Ащысай» кен орнының ұңғыма өнімінен бөліп алынған асфальтендердің толуолдық ерітіндісі қолданылды. Мұнай-су фазааралық моделін әзірлеуде асфальтендерді пайдалану, асфальтендердің бөлшектері фазалардың бөліну шекарасында ең жоғары мәндері бар серпімділік модулі мен құрылымдық негіз қалыптастырады. Зерттеудің бастапқы кезеңінде тұрақты адсорбциялық қабатты құру шарттары анықталды: «асфальтендердің толуолды ерітіндісі -су», ерітіндідегі эмульсиялар мен асфальтендердің концентрациясы мен адсорбциялық қабаттың қалыптасу уақыты анықталды [2-3].

Эмульсиялар мен асфальтендердің толуолдық ерітінділерінің фазааралық керілу немесе тартылу күшінің өзгеру динамикасы жылжымайтын ілулі тамшы әдісімен зерттелді. Тиісті нәтижелер асфальтендерді қолдану арқылы ғана алынды, сондықтан, мұнай-су фазасының бөліну шекарасында фазааралық қабаттардың құрылымын және беріктігін анықтау модельдік жүйелердің асфальтендердің толуолдық ерітіндісі үшін жүргізілді [3-6].



Асфальтендердің концентрациясы, кг/м<sup>3</sup>: 1-0,001; 2-0,0015; 3-0,002; 4-0,0025  
 Сурет 1 - Асфальтендер концентрациясының фазаралық тартылу мәніне әсері

Сурет 1 - де көрсетілгендей, барлық зерттелген концентрациялардың уақыт бойынша фазаралық керілу күшінің төмендеуі болады. 14 минут өткеннен кейін өлшенген фазаралық керілу немесе тартылу күшінің мәндері тұрақтанады. Осы жүргізілген зерттеулерден кейін, алынған мәліметтерге сәйкес, зерттелетін асфальтендердің фазаралық керілу немесе тартылу күшінің изотермасы тұрғызылады (Сурет 2).



Сурет 2 – Фазаралық керілу күшінің изотермасы

Асфальтендердің фазаралық керілу күшінің изотермасында, асфальтендердің концентрациясы 1,8 г/м<sup>3</sup> болған кезде ең төменгі нүктесі байқалды, оның пайда болуы асфальтендердің қасиеттеріне байланысты. Ерітіндідегі асфальтендердің концентрациясы артқан сайын адсорбциялық қабаттағы асфальтендердің концентрациясы ғана емес, сонымен бірге асфальтендер агрегаттарының өлшемдері де артады. Осылайша, ірі агрегаттардан қалыптастырылған адсорбциялық қабатының тығыздығының төмен болуы, фазаралық керілу немесе тартылу күшінің ұлғаюымен расталды [5,6].

Реологиялық зерттеулер үшін тербелмелі көпіршікті әдіс қолданылды. Ол үшін су фазасындағы асфальтенді ерітінділердің толуолды ерітіндісінің тамшы қабатының серпімділік модулі өлшенді. Серпімділік модулінің 15 минут ішінде ұлғаюы фазаралық шекарада асфальтендерден құралған адсорбция қабатының түзілуін көрсетті. Кейіннен шамамен 80 минут серпімділік модулінің мәні тұрақтанды, себебі адсорбциялық қабаттың құрылымдалуы мен тығыздалуы болды. Соңғы кезең, серпімділік модулінің тұрақты мәндеріне қол жеткізу арқылы көрсетілген қатты механикалық қабықшаның қалыптасуы болып табылды. Осылайша зерттелетін асфальтендерден фазаралық адсорбция қабаттарын құру шамамен 65-75 минут аралығында, асфальтендердің концентрациясы 1,8 г/м<sup>3</sup> толуол ерітіндісінде орын алды деп есептеуге болады[6].

## Әдебиет

- 1 Позднышев Т.Н. Стабилизация и разрушение нефтяных эмульсий – М.: Недра, 1982.- 224 с.
- 2 Ситдикова С.Р. Применение химических реагентов для совершенствования процессов подготовки нефти: автореферат...кандидата технических наук.-Уфа, 2003 г.- инв.№ 2865.
- 3 Baibotayeva S.E, Moldabayeva G.Zh., Nadirov K.S., Zeygman Yu.V. Reagent preparation for oil treatment and its use in the process of dehydration Journal of Industrial Pollution Control ISSN: 0970-2083, Volume 33, Issue 1, (pp 1075-1084).
- 4 Байботаева С.Е., Молдабаева Г.Ж., Надиров К.С. Научно-технические основы методов разрушения водонефтяной эмульсии при подготовке нефти // Вестник Национальной инженерной академии РК. №1(67), 2018, С. 46-51;
- 5 Хамидуллина Ф. Ф. Композиционный деэмульгирующий состав для системы сбора и промышленной подготовки высоковязкой продукции нефтяных скважин: дис. ... канд. техн. наук. - Казань, 2014. - 163 с.
- 6 Baibotayeva S.E, Moldabayeva G.Zh., Nadirov K.S., Development of composition of complex action to deal with complications at oil production. //International journal of advanced research (IJAR).- 2016. 4(10), - P.831-837.

**N.K. Ualikhan, S.E. Baibotayeva**

### **Scientific basis of application of rheological properties of interache movements of reagents**

**Abstract.** This article examines the effect of reagents that have the property of reducing the surface tension of emulsions of water-oil phases. This is due to the desire to prevent the formation of stable emulsions that are difficult to break down in oil refineries. The dynamics of changes in the interfacial tension or tension of toluene solutions of emulsions and asphaltenes is studied by the method of fixed hanging drops.

**Keywords:** oil-water emulsion, oil, adsorption, interfacial tension, asphaltene concentration.

**Н.К. Уалихан, С.Е.Байботаева**

### **Научные основы применения реологических свойств международных движений реагентов**

**Аннотация.** В данной статье исследуется влияние реагентов обладающих свойством снижения поверхностного натяжения эмульсий водонефтяных фаз. Этим обусловлено стремление к недопущению образования стабильных эмульсий, трудно поддающихся разрушению на нефтеперерабатывающих заводах. Динамика изменения силы межфазного натяжения или натяжения толуольных растворов эмульсий и асфальтенов исследуется методом неподвижных висячих капель.

**Ключевые слова:** водонефтяная эмульсия, нефть, адсорбция, межфазное натяжения, концентрация асфальтенов.

УДК 622.24.05

**А.А. Узибаев**

*Научный руководитель- А.А. Исмаилов, кандидат технических наук, профессор  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[adlet1227@gmail.com](mailto:adlet1227@gmail.com)

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СПУСКО-ПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕРХНЕГО ПРИВОДА ПРИ БУРЕНИИ И РЕМОНТЕ СКВАЖИН**

**Аннотация.** Буровая система с верхним приводом признана одним из самых значительных достижений в технологии бурения с момента появления поворотного стола. По сравнению с обычными роторными буровыми установками, те, которые оснащены системами верхнего привода, стабильно бурят быстрее и безопаснее, с гораздо меньшим количеством случаев прихвата бурильных труб. Кроме того, бурение с использованием верхнего привода позволяет операторам достигать участков и типов пластов, недоступных при обычном роторном бурении. Бурение с увеличенным вылетом и

*горизонтальным бурением привело к значительному увеличению дебитов на определенных месторождениях, и скважины такого типа можно пробурить только с помощью верхних приводов. Эти преимущества, наряду с улучшенным контролем скважины и улучшенной подготовкой ствола скважины, вносят бесспорный финансовый вклад в использование верхнего привода [1].*

**Ключевые слова:** Бурение, верхний привод, привод Келли, шток привода, бурильщики, бригада, ТБ

Верхние приводы - это сверлильные станки, которые подвешены под талевым блоком, перемещаются вместе с талевым блоком и вращают бурильную трубу сверху струны, в отличие от использования поворотного стола и привода Келли. Верхний привод соединяется с верхней частью бурильной колонны, обеспечивая вращающий момент колонны, одновременно подавая буровой раствор и поддерживая вес колонны (аналогично функции стандартной буровой вертлюг); По этой причине верхние приводы иногда называют «силовыми вертлюгами». Крутящий момент при бурении, создаваемый двигателем верхнего привода, передается через направляющую балку или направляющие рельсы и передается на мачту или основание. Отличие системы верхнего привода от силовой вертлюг (вертлюг с силовым приводом) находится в манипуляторе для труб, подключенном непосредственно под трансмиссией верхнего привода.

Когда верхний привод спускается вниз и приближается к полу буровой, вращение и циркуляция останавливаются, на трубе устанавливаются клинья, чтобы выдержать вес колонны, и верхний привод отсоединяется от колонны бурильщиком с помощью манипулятора с верхним приводом. Затем бурильщик поднимает блоки и, таким образом, верхний привод на уровень грифа, откуда еще одна колонна труб (примерно 30 м) доставляется к обычному набору подъемников для бурильных труб, подвешенных к верхнему приводу. Эта стойка поднимается и врезается в бурильную колонну, а затем опускается верхний привод, пока шток привода не войдет в зацепление с верхним соединением стойки. Включается электродвигатель верхнего привода, вращающий шток привода, и одновременно происходит соединение верхнего и нижнего соединений стойки бурильных труб. На буровой площадке используется один резервный ключ для предотвращения вращения бурильной колонны во время выполнения соединений. После того, как соединения будут правильно выполнены, клинья могут быть сняты, циркуляция может возобновиться, и верхний привод может снова начать бурение колонны до пола. Весь процесс с момента установки клиньев на колонну, добавления новой стойки, сборки соединений и освобождения клинков, позволяя возобновить бурение, обычно занимает менее 90 секунд [2, 123-125].

Процесс добавления новой колонны труб к колонне и бурения до пола требует меньшего количества действий и меньшего участия буровой бригады по сравнению с бурением методом Келли. Бурильщики и бригады буровых установок обычно чувствуют себя комфортно и хорошо разбираются в бурении с верхними приводами за считанные часы. Встроенные функции, такие как компенсация резьбы, клапаны с дистанционным управлением для остановки потока буровых растворов, а также механизмы для наклона лифтов и связи с машинистом подъемника или напольной бригадой, повышают скорость, удобство и безопасность, связанные с бурением с верхним приводом.

При необходимости верхние приводы также могут быть эффективны при бурении одиночных стыков (10 м) трубы, хотя больший эффект достигается при бурении тройными (стойками) труб. Когда бурильная труба поддерживается и вращается сверху, целая колонна бурильных труб может быть пробурена за один раз. Это увеличивает время нахождения долота на дне и обеспечивает более чистое отверстие. По сравнению с бурением методом келли, когда соединение выполняется после просверливания одного стыка трубы, бурение с

верхним приводом приводит к более быстрому бурению, поскольку устраняются каждые два из трех соединений.

Повышение скорости бурения часто называют самым большим преимуществом бурения с верхним приводом и, безусловно, преимуществом перед бурением с использованием келли. Выполняется меньше соединений, и те соединения, которые выполняются, обычно выполняются быстрее, чем при бурении с помощью келли.

Были задокументированы многочисленные отчеты об улучшении на 17-20% времени, необходимого для завершения программы скважин. Некоторые программы бурения оправдывают использование верхних приводов только на основании преимущества в скорости. Однако верхний привод предлагает множество других преимуществ, каждое из которых способствует повышению производительности буровой установки и повышению окупаемости инвестиций в скважину [3].

Например, верхние приводы уменьшают количество застреваний трубы. Исторически сложилось так, что время от времени бурильная колонна «застревает» в стволе скважины, а вероятность прихвата трубы возрастает с увеличением глубины ствола и конкретного пласта, через который проходит бурение. Независимо от глубины или типа пласта, бурение с использованием верхнего привода резко снижает вероятность прихвата трубы. Бурение с использованием 30 м трубы за один раз дает больше времени для кондиционирования ствола скважины и вывода твердых частиц на поверхность. Кроме того, из-за меньшего количества подключений насосы останавливаются реже. Это приводит к меньшему времени циркуляции, необходимому для достижения равномерного распределения нагрузки кольцевого шлама. Все эти факторы помогают держать коронку и струну свободными во вращении и предотвращают заедание.

Помимо прихвата трубы, который ранее мог возникнуть во время бурения, бурильные колонны могут также встречаться в узких местах при спуске в скважину или выходе из нее. Если во время поездки на обычной буровой установке встречается узкое место, серьезным усилием становится поднять ведущую лебедку и начать циркуляцию и вращение трубы через проблемную зону. Однако при спуске с буровой установки, оснащенной верхним приводом, вращение и циркуляция могут быть достигнуты в любой момент за считанные секунды. Бурильщику просто нужно установить клинья, опустить верхний привод для зацепления с приводной штангой, выполнить соединение с трубным манипулятором с верхним приводом и начать циркуляцию. Эта функция предоставляет бурильщику дополнительное преимущество, заключающееся в том, что он может «развернуть назад», когда это необходимо. Целые секции ствола скважины могут быть развернутыми без существенного влияния на время поездки. В результате получается кондиционированная и чистая скважина, обеспечивающая успешный спуск обсадной колонны [4].

Возможность быстрого и легкого подсоединения к бурильной колонне во время спусков дает преимущества, выходящие за рамки простого предотвращения прихвата трубы. Например, рассмотрим ситуацию, когда во время поездки встречается удар ногой. На келли-буровой установке у экипажа мало средств, и ей будет очень трудно сдерживать утечку жидкости из скважины без принятия решительных мер. В случае, когда с верхним приводом возникает такая же ситуация, можно установить клинья и сразу подключить верхний привод, таким образом сдерживая и контролируя скважину в течение нескольких секунд после обнаружения выброса. Такое быстрое реагирование на выброс скважины повысило безопасность пола буровой установки и помогло защитить буровой персонал от возможных травм.

Другие аспекты бурения с верхним приводом привели к повышению осведомленности о безопасности на всей площадке буровой. При бурении с помощью келли поворотный стол и втулка келли быстро вращаются на полу буровой, а бригада находится в непосредственной близости. Поскольку верхние приводы исключают необходимость в приводном механизме

ведущей трубы, а поворотный стол не используется для вращения трубы, единственное, что вращается на буровой площадке - это гладкая бурильная труба. Кроме того, поскольку верхний привод устраняет 2 из 3 буровых соединений, буровая бригада меньше подвержена возможным травмам; меньшее воздействие возможных травм приводит к меньшему количеству травм [5].

В случае, когда геологические, географические или экономические факторы ограничивают размещение мест бурения, может быть полезно отклонить пробуренные скважины от данного места, чтобы получить доступ к определенным участкам коллектора. Это достигается за счет бурения под углами от 70 до 90 градусов от вертикали для увеличения измеренной глубины. При бурении с верхним приводом и с учетом других параметров, таких как состав бурового раствора, в настоящее время считается обычным делом увеличивать горизонтальный охват до более 5 км; специализированные ситуации распространились за пределы 10 км. Если бы место бурения было ограничено максимальным углом 40 градусов (самый высокий угол, легко достижимый с помощью келли-буровой установки), общая горизонтальная площадь пласта, которая могла бы быть вскрыта, составила бы припл. 10,6 км<sup>2</sup>. Если максимальный угол увеличен до 80 градусов от вертикали (достижимый только с верхним приводом), общая доступная площадь увеличится в 30 раз, почти до 320 км<sup>2</sup>.

Горизонтальное бурение и использование верхнего привода может позволить разработку там, где традиционные методы и оборудование были бы неэкономичными [6]. Учитывая повышенную скорость, безопасность, производительность и производительность, достижимую с помощью систем бурения с верхним приводом, неудивительно, что большинство операторов и подрядчиков в мире теперь рассматривают верхние приводы как «стандартное оборудование» как на своих разведочных, так и на эксплуатационных скважинах. На данный момент около 92% всех мобильных морских буровых установок оснащены верхними приводами, и каждая новая морская буровая установка, построенная за последние 9 лет, поставлялась с установленным верхним приводом. Хотя морские буровые установки были первыми, кто полностью осознал преимущества бурения с использованием верхних приводов, земельные подрядчики и операторы теперь осознали ценность и устанавливают верхние приводы с рекордной скоростью. Фактически, из-за популярности бурения с верхним приводом на суше производители производят системы на рекордно высоком уровне, более 72% всех систем, проданных за последние три года, предназначены для наземных буровых установок [7].

## Литература

1. Волченко Ю. А., Нургалиев О. Т. Неразрушающий экспрессный контроль при строительстве нефтегазопромысловых и нефтегазоразведочных скважин // Известия ТПУ. 2008. №2S. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nerazrushayushiy-ekspressnyy-kontrol-pri-stroitelstve-neftegazopromyslovyh-i-neftegazorazvedochnyh-skvazhin> (дата обращения: 19.03.2021).
2. Лукьянов Э.Е., Стрельченко В.В. Геолого-технические исследования в процессе бурения. -М.: Нефть и газ, 1997.123-125
3. Самедов Ф.А., Меликов Р.Х. РАБОТОСПОСОБНОСТЬ БУРОВЫХ СКВАЖИННЫХ ТРУБ И ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2018. №2-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rabotosposobnost-burovyh-skvazhinnyh-trub-i-ih-proektirovanie-s-pomoschyu-kompyuternyh-tehnologiy> (дата обращения: 20.03.2021).
4. Фролов А.М., Матюшин В.П., Дихтярь Т.Д., Конесев В.Г. Взаимодействие колонны бурильных труб со стенкой скважины // Территория Нефтегаз. 2014. №2. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimodeystvie-kolonny-burilnyh-trub-so-stenkoy-skvazhiny> (дата обращения: 20.03.2021).

5. Хизбуллин Р.Р., Абубакиров Р.Р. Автоматизация технологического процесса бурения, с целью интенсификации производства и обеспечения безопасности буровой бригады // Инновационная наука. 2016. №12-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-tehnologicheskogo-protssesa-bureniya-s-tselyu-intensifikatsii-proizvodstva-i-obespecheniya-bezopasnosti-burovoy> (дата обращения: 21.03.2021).

6. Макаров Арсений Андреевич, Давышин Алексей Сергеевич, Федяев Алексей Алексеевич, Шечков Александр Михайлович, Петросян Георгий Габриелович, Гуляян Кристина Арменовна Основные технологии бурения // Проблемы науки. 2018. №2 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-tehnologii-bureniya> (дата обращения: 21.03.2021).

7. Симонянц С.Л., Аль Тии М. Стимулирование процесса бурения верхним силовым приводом с использованием винтового забойного двигателя // Записки Горного института. 2019. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/stimulirovanie-protssesa-bureniya-verhnim-silovym-privodom-s-ispolzovaniem-vintovogo-zaboynogo-dvigatelya> (дата обращения: 21.03.2021).

**A.A. Uzibayev**

#### **Optimization of tripping and lifting operations by use the Top Drive for drilling and well repair**

**Abstract.** The top drive drilling system is recognized as one of the most significant advances in drilling technology since the introduction of the rotary table. Compared to conventional rotary drilling rigs, those equipped with top drive systems drill consistently faster and safer, with much less drill pipe sticking. In addition, top drive drilling allows operators to reach areas and reservoir types that are not available with conventional rotary drilling. Long reach and horizontal drilling has resulted in significant increases in production rates in certain fields and this type of well can only be drilled with top drives. These benefits, along with improved well control and improved wellbore preparation, make an undeniable financial contribution to the use of a top drive [1].

**Keywords:** Drilling, top drive, Kelly drive, drive rod, drillers, crew, safety engineering

**A.A. Узибаев**

#### **Жоғарғы жетекті пайдалану кезіндегі көтеру, түсіру жұмыстары және ұңғыманы жөндеу кезіндегі жұмыстарды оптимизациялау**

**Аңдатпа.** Жоғарғы жетекті бұрғылау жүйесі айналмалы үстел енгізілгеннен бері бұрғылау технологиясының маңызды жетістіктерінің бірі ретінде танылды. Кәдімгі айналмалы бұрғылау қондырғыларымен салыстырғанда, жоғарғы жетекті жүйелермен жабдықталған бұрғылау құбырлары әлдеқайда аз жабысып, үнемі тезірек және қауіпсіз бұрғылайды. Сонымен қатар, жоғарғы жетек бұрғылау операторларға әдеттегі айналмалы бұрғылау кезінде қол жетімді емес учаскелер мен резервуар типтеріне қол жеткізуге мүмкіндік береді. Ұзартылған және көлденең бұрғылау белгілі бір кен орындарында өндіріс жылдамдығының айтарлықтай жоғарылауына әкелді және бұл ұңғыманы тек жоғарғы жетектермен бұрғылауға болады. Бұл артықшылықтар ұңғыманы басқаруды жақсартумен және ұңғыма сағасын дайындауды жақсартумен қатар, топ-дискіні пайдалануға сөзсіз қаржылық үлес қосады [1].

**Түйін сөздер:** Бұрғылау, жоғарғы жетек, Келли жетегі, жетек өзегі, бұрғышылар, бригада, ҚТ

УДК 622.24.05

**К.Т. Юлдашов, А.Т. Сұлтангазиева, Қ.Н. Базарбеков, И.Ә. Мәлік**

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.*

*Мұнай-газ ісі және геология институты, Қазақстан, Алматы қ.*

[kairatzhaldas@gmail.com](mailto:kairatzhaldas@gmail.com)

#### **АСФАЛЬТ-ШАЙЫРЛЫ ПАРАФИНДІ ШӨГІНДІЛЕРМЕН КҮРЕСУДІҢ ТИІМДІ ӘДІСТЕРІ**

**Аңдатпа.** Қазіргі заманғы мұнай өнеркәсібі мұнай өндіру мен тасымалдауда айтарлықтай қиындықтар мен проблемалар тудыратын жоғары молекулалық компоненттері бар концентрацияланған ауыр мұнай кен орындарын игерудің

қарқындылығымен сипатталады. Олардың арасында үлкен проблема-жоғары қату температурасы, майдың жоғары тұтқырлығы және динамикалық тұтқырлықтың өзгергіштігінде көрінетін реологиялық емес мінез-құлық, ол қолданылатын ығысу кернеуі мен сұйықтықтың жылдамдығына байланысты. Мұны шайырлар, асфальтендер және парафиндер сияқты жоғары молекулалық заттар бар кеңістіктік құрылымдық сызықты және өзара байланысқан коллоидтық жүйелердің пайда болуымен түсіндіруге болады

**Түйін сөздер:** асфальт-шайыр-парафинді шөгінділер, қырғыш, диалкилдисульфид, сорапты компрессорлы құбыр, еріткіштер.

### **Кіріспе:**

Мұнай игеру саласында ең күрделі мәселелердің бірі сорапты компрессорлы құбырларда (СКҚ), ұңғы түп маңында, тасмалдау құбырларында, резервуар түбінде және т.б. мұнай айдау қондырғыларында асфальт-шайыр-парафинді шөгінділер (АШПШ) болып табылады. АШПШ пайда болу СКҚ диаметрін азайтады, тіпті бітелуіне әкеліп соғады. Сол себепті ұңғы мұнай бергіштігін азайтып, экономикалық шығындарға әкеп соғады.

### **Негізгі бөлім:**

Мұнай өндіру процесін үзбестен корпустық және сорғы-компрессорлық құбырлардан АШПШ-ны алып тастау технологиясы бойынша әзірленген техникалық шешімдерді қарастырылды. Осы мақсатта, құбыр ішінде (құбырдың осі бойымен) баяу қозғалатын индуктормен (соленоид түрінде) құбырдың жергілікті индукциялық жылыту әдісі перспективалы. Соленоид арқылы жоғары жиілікті ток  $\approx 104$  Гц өтеді.

Құбыр қабырғасының АШПШ қабатымен жанасу нүктесінде құбырдың жергілікті қызуы жүреді. Мұнай өндірудегі үзіліссіз құбырларды өңдеу кезінде құбырдың қабырғасына әлсіз бекітілген АШПШ фрагменттері "жарылып кетеді" және мұнаймен бірге толығымен еріп кетпейді. Бұл қыздыру режимі АШПШ балқытуға жұмсалатын энергияны үнемдеуге мүмкіндік береді.

Соленоид катушкасы мен қыздырылған құбыр арасындағы кеңістікті толтыратын айнымалы магнит өрісі құбырдың қабырғасына тербелмелі қысым жасайды (жиілігі электр тогының екі есе жиілігіне тең) және мұнай резервуарында акустикалық толқын шығарады. Бұл құбылысты өндірілетін мұнай бөлшектеріне қатысты қойнауқаттық арналардың өткізу қабілетін арттыру үшін (АШПШ алып тастау шеңберінен тыс) пайдалануға болады[1].

Зерттеулерге сүйене отырып, келесі қорытынды жасауға болады: мұнай ұңғымасы үшін балауыз шөгінділерінің құрамын ескере отырып, жеке химиялық реагентті таңдау қажет; парафинді шөгінділерді кетіру үшін мұнай кен орындарының ұңғымаларын жуудың тиімділігі резервуардың бүкіл ауданы бойынша жылу тасымалдағыштың температурасында ең жоғары - кем дегенде  $70^\circ\text{C}$ , жеңіл мұнай кен орындары үшін-кем дегенде  $60^\circ\text{C}$  [2].

СКҚ-ды қатты АШПШ-дан тазалауға арналған құбыр базаларында роторлы қондырғылармен жабдықталған гидромеханикалық діріл құрылғысын қолдана отырып шаю ұсынылады, кескіштері бар механизм. Құрылғы осьтік өту арнасы бар статордан, тірекке орнатылған ротордан тұрады және кесу және калибрлеу пышақтармен жабдықталған. Статор мен роторда және ағынды каналдар жасалады, бір-біріне қарама-қарсы бағытталған. Статор мен ротор арасындағы алшақтықты реттеу үшін гайкасы бар. Статор арасындағы саңылауды тығыздау және СКҚ ішкі беті ойыққа орнатылған тығыздағыштың көмегімен орындалады. Шөгінділерді жою мақсатында құрылғыны қолдану үшін әртүрлі ұзындықтағы СКҚ -да немесе оның жергілікті статор учаскелері икемді шлангты қосу үшін фитингімен жабдықталған. Гидравликалық соққының әсерінен Автоматты қозғалыс (осьтік беріліс) ретінде іске асыруға мүмкіндік беретін күш пайда болады). СКҚ ішіндегі, сондай-ақ динамикалық (екпінді) құрылғылар кесу және калибрлеу пышақтары АШПШ-мен өзара әрекеттеседі. Гидравликалық соққылардың жиілігі және ағындық арналар санының

өзгеруімен, сондай-ақ ротордың жылдамдығымен реттеледі. Сипатталған құрылғы кемшілігі осьтік жүктемені жасау қажеттілігі болып табылады[3].

Мұнай ұңғымаларының жұмысын, мұнай өндіруде көптеген қиындықтар туғызатын, сонымен қатар мұнай құрылғыларының жұмысына кері әсерін тигізетін заттар асфальтті шайырлы парафинді шөгінділер (АШПШ) болып табылады. АШПШ сорап құбырларының бойына жиналады. Сонымен қатар сораптың жұмыстарын нашарлатып, мұнай ұңғымаларының өнімділігін төмендетіп жібереді. АШПШ жоюдың ең қарапайым түрі – механикалық әдіс. Бұл тәсіл барысында құбыр бойында жиналған парафин арнайы қырғыштың көмегімен жойылады және сұйық ағынымен жер бетіне шығарылады.

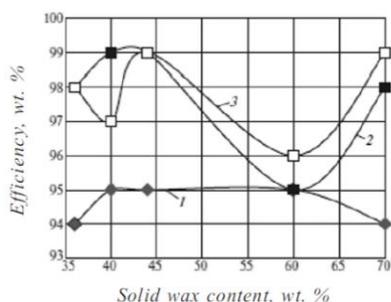
Механикалық әдісті АШПШ СКҚ бойында түзіліп болған сон ғана қолдануға болады. Бұл әдісті іске асыру үшін қырғыштардың көптеген түрі пайдалылады[4]. Әдістің кемшіліктері ұңғыманы тоқтату, парафин шөгінділерінің түзілуін алдын алуға мүмкіндіктің болмауы, еңбек сийымдылығы жоғары, және қырғыш өткен жердерде СКҚ-ның ішкі бетін сырып, қажап, коррозияның түзілуіне алып келеді.

Парафин шөгінділерін жоюдың тағы бір түрі – химиялық әдіс. Бұл әдіс барысында АШПШ химиялық еріткіштердің көмегімен жойылады. Депрессаторлар – парафин кристалдарына адсорбциялана отырып олардың агрегациялануына жол бермейді. Диспергаторлар – мұнайдың жылу өткізгіштігін апттыра отырып, парафиннің кристаллизациялануын болдырмайды. Модификаторлар – парафин молекулаларымен әрекеттесе отырып, олардың кристалдарының іріленуіне жол бермейді. Осының арқасында кристаллдар еріген күйде болады. Wetting agents – сіңіргіштікті өзгертетін агенттер құбыр бетінде гидрофильді пленка түзеді. Соның әсерінен АШПШ шөгуі орын алмайды. Химиялық әдістердің басты кемшілігі парафинге қарсы қолданылатын ингибиторлардың қымбаттылығы[5].

Келесі қарастыратын асфальт-шайырлы парафинді шөгінділермен күресудің тиімді әдісі ретінде қарастыратынымыз, диалкил-дисульфидті еріткіштер. Бұл еріткіштердің басты артықшылығы кез-келген ұңғы жағдайында өз тиімділігін жоғалтпайды, тіпті ұңғыманың сулануы орын алғанда да өз еріткіштік қабілетін шамалы пайызға жоғалтуы мүмкін. Бірақ, қолданыстағы еріткіштермен салыстырар болсақ, тиімділігі жөнінен еш кем емес, тіпті кей жағдайларда асып түсуі мүмкін.

Диалкилдисульфидтер мұнай өңдеу және газ өңдеу зауыттарында меркаптандарды кетіру үшін конденсацияланған көмірсутекті газдарды сілтілі каталикалық тазарту кезінде түзіледі. Яғни, жұмсақ тотықтырғыштардың әсерінен, сондай-ақ ауаға ұзақ уақыт әсер еткенде тиоспирттер диалкилдерге дейін тотығады және осылайша еріткіштердің негізгі компоненттерін аламыз[6]. Бұл жанама өнім қоршаған ортаға зиян келтірмеу үшін арнайы өңдеуді қажет етеді. Дисульфид майы деп аталатын бұл дисульфидтердің көп мөлшері Орынборда, Астраханьда және Теңізде меркаптан күкіртінің жоғары мөлшері бар шикізатты қайта өңдеу қондырғыларында пайда болады.

Еріткіштің тиімділігі талдау үшін асфальт-шайырлы-балауыз қоспаларының бастапқы зерттеуге алынған массасы мен еріткіш қолданғаннан кейінгі массасын салыстыруға негізделген. Сонымен қатар, тәжірибелерде еріткіштің диспергирлеу және еріту қабілеті анықталды. Диспергирлеу қабілеті еріткіштің асфальтты қоспалардың құрамын кішігірім фрагменттерге ыдырату қабілеті ретінде анықталады.



Еріткіш құрамында диалкил дисульфидтен бөлек қосымша көмекші компонент ретінде, беттік-белсенді заттар; пиролиздің сұйық өнімдері және бензол қолданылған. Сынақтар 20, 40 және 50°C температурада жүргізілген екен және

еріткіштердің ең сәтті композицияларының нәтижелері 1-суретте келтірілген[6].

Салыстыру үшін асфальт-шайырлы парафинді шөгінділерді жою үшін жиі

Сурет 1 - ARWD еріткіштерінің әсер ету қолданылатын SNPKh-7r реагентінің тиімділігі тексерілді. Нәтижесінде, бентол және беттік-тәуелділігі: 1) SNPKh-7r, 2) еріткіш, 3) еріткіш 2. [6] белсенді зат қосылған дисульфидті майлы еріткіштер, эталонды ретінде алынған SNPKh-7r реагентінің шамасымен бірдей тиімділікке ие екенін көрсетеді. Ойлап табылған еріткіш эталонды еріткішке қарағанда парафиннің көп мөлшері кезінде 40-65%-ға жақсырақ жұмыс істейтінін көрсетті[6]. Сонымен қатар, диалкил дисульфидті еріткіштерде қаныққан будың қысымы төмен, бұл олардың жанғыштығын төмендетеді және оларды қолдануға ыңғайлы етеді.

Бірақ ұңғымаға қабат суының ену мүмкіншілігінде қарастыру керек, себебі еріткіштің тиімділігін төмендеуі мүмкін. Сондықтан зертханалық жағдайда минералдану көрсеткіші 250-275 г/л концентрациядағы сумен әсерлесуін зерттейді, нәтижесінде диалкил дисульфидті еріткіштер эталонды еріткішке қарағанда бұл кезде де жоғары нәтижелер көрсетті.

### **Қорытынды:**

Қорытындылай келе, мақала барысында асфальт-шайырлы парафинді қоспаларды жоюдың бірнеше тиімді әдістері келтірілді. Асфальтты-парафинді шөгінділердің пайда болуының қиындығымен көп жағдайда кен орын игерудің соңғы кезеңдерінде кезігеді. Осы кезде шөгінділерді жою үшін экономикалық тұрғыдан тиімді, бірақ еңбек және материалдық шығындарды талап етпейтін әдістер қарастырылуы қажет. Қарастырылған әдістердің ішінде ең тиімдісі ретінде органикалық еріткіштерді қолдана отырып жою болып табылады. Осы мақала аясында бүкіл қарастырылған әдістердің кез-келгенін қолданар болсақ, келесідей нәтижелерге қол жеткізе аламыз:

- Механикалық әдістерді ұңғының бойында немесе кішігірім көлемдегі шөгінділер шөккен кезде қолдану;
- Ал химиялық еріткіштерді, күрделі жағдайларда, ұңғы түп маңы аймағында әсері қажет болған жағдайда қолдану;
- Термиялық әдістер, климаттық жағдайы күрделі немесе қату температурасы жоғары, сонымен қатар мұнайдың жоғары тұтқырлығы кезінде қолданылу;
- Физикалық әдістерді, экономикалық, экологиялық және энергиялық жағынан шығындылығы аз кезде қолдану өте тиімді болып табылады.

Әрбір кен орын үшін сәйкесінше өзінің ерекшеліктеріне байланысты асфальтты-парафинді шөгінділерді жоюдың өзіндік әдісі таңдалынып алынады.

### **Әдебиет**

1. Bogdanovich, B.Y., Shikanov, A.E., Dmitriev, M.S. Electrophysical Concept of the Technology for Removal of Asphalt-Resin-Paraffin Deposits from Well Pipes in the Continuous Extraction of High-Viscosity Oils / B.Y. Bogdanovich, A.E. Shilkanov, M.S. Dmitriev // Chem Petrol Eng. – 2019. - № 55. – P. 536–540.
2. Турбаков, М.С., Щербаков, А.А. Повышение эффективности воздействия СВЧ-устройств на призабойную зону пласта для интенсификации добычи нефти. / М.С. Турбаков, А.А. Щербаков // Общество инженеров-нефтяников.: 2015.
3. Халил, А., Абуதாகия, М., Тавакколи, М., Мелендес-Альварес, А.А., и Варгас / О прогнозировании, предотвращении и ликвидации отложений асфальтенов // Общество инженеров-нефтяников.: 2015.
4. Khaibullina, K. Technology to Remove Asphaltene, Resin and Paraffin Deposits in Wells Using Organic Solvents / K. Khaibullina // Society of Petroleum Engineers. – 2016.

5. Al-Yaari, M. Paraffin Wax Deposition: Mitigation and Removal Techniques / M. Al-Yaari // Society of Petroleum Engineers. – 2011.

6. Kornetova O. M., Sharifullin A. V., Korobkov F. A., Vil'danov A. F., & Baibekova L. R. Dialkyl disulfide solvents of asphalt-resin-wax deposits / O.M. Kornetova, A.V. Sharifullin, A.F. Vil'danov, L.R. Baibekova // Chem Technol Fuels Oils. – 2016. - №52. – P. 612-618.

**К.Т. Юлдашов, А.Т. Сұлтангазиева, Қ.Н. Базарбеков, І.А. Мәлік**  
**Effective methods of combating asphalt resinous paraffin deposits**

**Abstract.** The modern oil industry is characterized by the intensive development of concentrated heavy oil fields with high-molecular components, which creates significant difficulties and problems in the production and transportation of oil. The big problem among them is non-rheological behavior, which manifests itself in high freezing point, high oil viscosity, and dynamic viscosity variability, which depends on the applied shear stress and fluid velocity. This can be explained by the appearance of spatial structurally linear and interconnected colloidal systems containing high-molecular substances, such as resins, asphaltenes and paraffins

**Keywords:** asphalt-resinous-paraffin deposits, scraper, dialkyl disulfide, pump and compressor pipe, solvents.

**К.Т. Юлдашов, А.Т. Сұлтангазиева, Қ.Н. Базарбеков, И.Ә.Мәлік**

**Эффективные методы борьбы с асфальто-смолистыми парафиновыми отложениями**

**Аннотация.** Современная нефтяная промышленность характеризуется интенсивностью разработки концентрированных тяжелых нефтяных месторождений с высокомолекулярными компонентами, что создает значительные трудности и проблемы в добыче и транспортировке нефти. Большая проблема среди них заключается в нереологическом поведении, которое проявляется в высокой температуре замерзания, высокой вязкости масла и изменчивости динамической вязкости, которая зависит от приложенного напряжения сдвига и скорости жидкости. Это можно объяснить появлением пространственных структурно-линейных и взаимосвязанных коллоидных систем, содержащих высокомолекулярные вещества, такие как смолы, асфальтены и парафины

**Ключевые слова:** асфальто-смолистые-парафиновые отложения, скребок, диалкилдисульфид, насосно-компрессорная труба, растворители.

УДК 665.61

**А.А.Жаксыгереева**

*Научный руководитель – А. А. Кабдушев, PhD, заведующий кафедрой «Нефтегазовое дело», Университет Дулати Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы*  
[zhaksygerееva@gmail.com](mailto:zhaksygerееva@gmail.com)

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ  
ПЛАСТОВ ПРИМЕНЕНИЕМ АЗОТА**

**Аннотация.** В настоящее время открытие месторождений с легкоизвлекаемыми запасами становится все более маловероятным. Все большее внимание уделяется методам повышения нефтеотдачи.

Нефтегазовая отрасль столкнулась с большим количеством проблем, связанных с ростом мирового спроса на энергоносители. Кроме того, нефтегазовые корпорации тратят огромные деньги на геологоразведочные работы по открытию новых месторождений. В связи с этим одним из немногих лучших вариантов не отставать от спроса и увеличивать добычу нефти без чрезмерных затрат является увеличение добычи уже добывающих нефтяных пластов за счет использования методы увеличения нефтеотдачи (МУН) пластов. Внедрение этих методов МУН позволяет поддерживать пластовые давления и увеличивать темпы добычи. При рассмотрении типа используемого механизма МУН учитываются два основных фактора. Это экономические факторы и техническая целесообразность. Тремя наиболее распространенными методами МУН в настоящее время являются химическая, термическая инъекция и газовая закачка.

*Одним из способов увеличения нефте и конденсатоотдачи пластов является поддержание пластового давления путем закачки неуглеводородных газов. Несмотря на высокие показатели вытеснения нефти при закачке углекислого газа, использование CO<sub>2</sub> ограничено ввиду его дороговизны и высокой степени коррозионного влияния на скважинное оборудование. Лучшей альтернативой метану среди неуглеводородных газов является азот.*

*В статье рассматривается исследование и разработка методов повышения нефтеотдачи пластов применением азота, сравнивая с CO<sub>2</sub>, делая анализ рентабельности метода учитывая природных и технологических факторов при разработке углеводородов.*

**Ключевые слова:** высоковязкая нефть, термические и нетермические методы, повышение нефтеотдачи, внедрение азота в пласт, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.

Нефтегазовая отрасль столкнулась с большим количеством проблем, связанных с ростом мирового спроса на энергоносители. Кроме того, нефтегазовые корпорации тратят огромные деньги на геологоразведочные работы по открытию новых месторождений. В связи с этим одним из немногих лучших вариантов не отставать от спроса и увеличивать добычу нефти без чрезмерных затрат является увеличение добычи уже добывающих нефтяных пластов за счет использования методы увеличения нефтеотдачи (МУН) пластов. Внедрение этих методов МУН позволяет поддерживать пластовые давления и увеличивать темпы добычи. При рассмотрении типа используемого механизма МУН учитываются два основных фактора. Это экономические факторы и техническая целесообразность. Тремя наиболее распространенными методами МУН в настоящее время являются химическая, термическая иньекция и газовая закачка [4].

Среди этих трех методов закачка газа была определена как наиболее подходящая с точки зрения экономики и практичности. Могут быть закачены различные типы газов, включая дымовые газы, углеводороды, такие как метан, воздух, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>[1].

Из всех CO<sub>2</sub> был наиболее популярным из-за его свойств, например, высокая смешиваемость с маслом и, следовательно, более низкая вязкость и более низкое межфазное натяжение при подходящих условиях давления и температуры. Несколько исследований показали, что он может достичь постепенного восстановления 5-20% в резервуарах Баккена и Игл-Форда. Однако некоторые исследования также показали, что CO<sub>2</sub> имеет некоторые серьезные недостатки, включая очень быстрое снижение добычи нефти и пластового давления в течение первых нескольких лет [4].

В низкопроницаемых пластах с очень низкой проницаемостью были проведены несколько испытаний. Был проведен эксперимент с внедрением CO<sub>2</sub> в трещиноватом сланцевом пласт с диапазоном проницаемости от 0,02–1,3 мД. По результатам было видно, что CO<sub>2</sub> обладает хорошим индикатором для повышения нефтеотдачи. Однако CO<sub>2</sub> был дорогим в использовании для иньекций и разъедал нефтяное оборудование, внося огромный вклад в парниковый эффект [3].

Альтернативой внедрению углекислого газа является использование газообразного азота. Газообразный азот гораздо дешевле, его легче получить, так как он в достаточном количестве содержится в воздухе (78%), а также гораздо менее агрессивен, чем углекислый газ. Было продемонстрировано, что иньекция азота является эффективным методом МУН.

Было проведено множество экспериментальных и успешных полевых исследований во многих частях мира. Имитационные исследования также показали, что N<sub>2</sub> может быть эффективно использован в качестве нагнетательного газа для повышения нефтеотдачи пластов на месторождениях Тринидада [5] и активах на Юго-Востоке [2]. Однако газообразный азот имеет относительно высокое давление смешиваемости (9300 фунтов на квадратный дюйм) по сравнению с большинством других газов. В большинстве случаев минимальное давление смешиваемости(МДС) газообразного азота выше давления разрыва

пласта, в который должен быть закачан газ; в результате этого обычно лучше использовать его при более низких давлениях для несмешивающегося смещения.

По данным [4] изучалась добыча нефти и газа азотом с помощью лабораторных экспериментов, и было установлено, что азот не приводит к повышению нефтеотдачи. Однако по другим исследованиям, [6] полученные результаты показали, что N<sub>2</sub> более эффективен, когда проницаемость пласта ниже 0,03 мД.

По результатам проведенного тестирования [4] были проанализированы характеристики N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и соотношения газа N<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> 50:50 на добычу нефти в плотных пластах песчаника. В общей сложности было проведено 12 различных испытаний с различными газами с одинаковыми давлениями впрыска, давление вскрыши на 500 фунтов на квадратный дюйм выше давления впрыска для каждого испытания и обратное давление, установленное на 500 фунтов на квадратный дюйм. Извлечение нефти для газа N<sub>2</sub> представлено на Рис.1. Впрыск газа производился с давлением впрыска 3000 фунтов на квадратный дюйм и выше, так как МДС газа N<sub>2</sub> обычно превышает 4000 фунтов на квадратный дюйм. Извлечение нефти увеличивалось по мере увеличения давления впрыска.

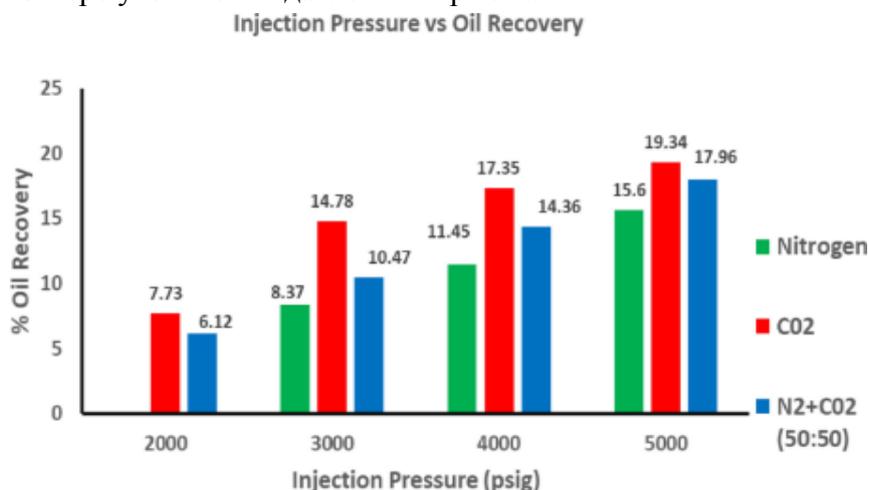


Рисунок 1 - Коэффициент извлечения нефти при различных давлениях закачки газов N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub>/ CO<sub>2</sub> [1]

Коэффициент извлечения нефти был значительным при 3000 и 4000 фунтов на квадратный дюйм, но уменьшился с 4000 до 5000 фунтов на квадратный дюйм из-за достижения условия смешиваемости при давлениях выше 4000 фунтов на квадратный дюйм. В Таблице 1 показаны характеристики и время прорыва 11 различных испытаний при различных давлениях с 3 различными газами[1].

Таблица 1- Время прорыва газа при различных давлениях для образца керна[1]

N <sub>2</sub>			CO <sub>2</sub>			N <sub>2</sub> / CO <sub>2</sub>		
Рзакачки	КИН	Ошибк а(%)	Рзакачки	КИН	Ошибк а(%)	Рзакачки	КИН	Ошибк а(%)
2000	-	-	2000	7,73	(±) 0,5	2000	6,12	(±) 0,5
3000	8,37	(±) 0,4	3000	14,78	(±) 0,3	3000	10,47	(±) 0,4
4000	11,45	(±) 0,4	4000	17,35	(±) 0,4	4000	14,36	(±) 0,5
5000	15.6	(±) 0,5	5000	19,34	(±) 0,3	5000	17,96	(±) 0,5

Газ CO<sub>2</sub> впрыскивался под тем же давлением, что и газ N<sub>2</sub>, но также под давлением 2000 фунтов на квадратный дюйм. Это связано с тем, что ММП CO<sub>2</sub>, как известно, находится в диапазоне 1500-2000 фунтов на квадратный дюйм. Аналогичная тенденция наблюдалась и при увеличении коэффициента извлечения по мере увеличения давления впрыска. На Рис.1 приведены результаты закачки CO<sub>2</sub> при давлениях впрыска. Следует отметить, что КИН

впрыска CO<sub>2</sub> была больше, чем у N<sub>2</sub> при всех давлениях, но КИН уменьшался между 4000 и 5000 фунтов на квадратный дюйм. Однако, замечено, что время, необходимое газу для прорыва выхода из активной зоны, уменьшается с увеличением давления. Время прорыва N<sub>2</sub> было самым низким по сравнению с CO<sub>2</sub> и смесью N<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> при тех же давлениях. Это происходит потому, что N<sub>2</sub> не образует смещающего шрифта (несмешивающиеся условия). Кроме того, поскольку адсорбционная способность N<sub>2</sub> значительно ниже, чем у CO<sub>2</sub>, в результате этого N<sub>2</sub> протекает через сердечник пробки быстрее всего [1].

В заключений, можно утверждать что метод повышения нефтеотдачи пластов применением азота является на сегодняшний день очень актуальным методом. По результатам CO<sub>2</sub> имел наибольший коэффициент извлечения нефти, а газ N<sub>2</sub> имел самый низкий коэффициент извлечения нефти в том же диапазоне давления впрыска 1000-5000 фунтов на квадратный дюйм. Таким образом, впрыскивание смеси CO<sub>2</sub> и N<sub>2</sub> обеспечивает некоторые основные преимущества, такие как дальнейшее замедление прорыва газа CO<sub>2</sub>, а также использование меньших объемов газа CO<sub>2</sub> для впрыска. Это поможет сократить выбросы парниковых газов и сэкономить затраты, связанные с получением газа CO<sub>2</sub>. Впрыск газа также может быть выполнен при гораздо более низком давлении по сравнению с впрыском чистого газа N<sub>2</sub>, который обычно выполняется при гораздо более высоких давлениях, если требуется смешиваемость

### Литература

1. Баугре Е, Гамади Т (2021) Повышение нефтеотдачи пластов в низкопроницаемых пластах за счет закачки газов смеси CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. Журнал разведки и добычи нефти (2021) <https://link.springer.com/article/10.1007/s13202-021-01113-5>
2. Белхаж Г, Халифер Н, Гавид К (2013) Потенциал смешиваемой закачки азотного газа в юго-восточные активы, Абу-Даби. Представлен на Североафриканской технической конференции и выставке, Каир, Египет, 15-17 апреля. SPE-164774-MS. <https://doi.org/10.2118/164774-MS>
3. Вега Б, О'Браян, Ковчек AP(2010) Экспериментальное исследование извлечения нефти из кремнистых сланцев путем смешиваемой закачки CO<sub>2</sub>. Представлен на ежегодной технической конференции и выставке SPE, Флоренция, Италия, 19-22 сентября. SPE-135627-CP. <https://www.onepetro.org/conference-paper/SPE-135627-MS>
4. Сирегар С, Уилайа Б (2007) Лабораторные эксперименты по повышению нефтеотдачи пластов при закачке азота. ITB <https://doi.org/10.5614/itbj.eng.sci.2007.39.1.2>
5. Синанан BS, Бад М (2012) Применение закачки азота для добычи нефти в Тринидаде. Представлен на энергетической конференции и выставке SPETT 2012, Порт-оф-Спейн, Тринидад, 11-13 июня. SPE-156924-MS. <https://doi.org/10.2118/156924-MS>
6. Шоута У, Зао Мин Л (2019) Исследование закачки CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> в герметичные нефтяные резервуары с эффектом конфайнмента. Энергетическая наука. <https://doi.org/10.1002/ese3.578>

---

A.A. Zhaksygerieva, A. Kabdushev

#### Improvement of methods of enhanced oil recovery using nitrogen

**Abstract.** One way to increase oil and condensate recovery is to maintain reservoir pressure by injecting non-hydrocarbon gases. Despite the high rates of oil displacement during the injection of carbon dioxide, the use of CO<sub>2</sub> is limited due to its high cost and a high degree of corrosion on downhole equipment. The best alternative to methane among non-carbon gases is nitrogen.

This article aims to research and develop methods for improving oil recovery using nitrogen, making an analysis of the profitability of the method taking into account natural and technological factors in the development of hydrocarbons.

**Keywords:** high-viscosity oil, thermal and non-thermal methods, enhanced oil recovery, nitrogen injection, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.

А.А. Жақсыгереева, А. Кабдушев

### Қабаттың мұнай бергіштігін азот қолдану арқылы арттыру жолдарын жетілдіру

**Андатпа.** Мұнай мен конденсацияны көбейтудің бір әдісі-көмірсутекті емес газдарды айдау арқылы резервуардағы қысымды ұстап тұру. Көмірқышқыл газын айдау кезінде мұнайдың жоғары ығысуына қарамастан, CO<sub>2</sub> пайдалану оның қымбаттығына және ұнғымалық жабдыққа коррозиялық әсердің жоғары деңгейіне байланысты шектелген. Көмірсутекті емес газдар арасында метанға ең жақсы балама азот болып табылады.

Бұл мақаланың мақсаты-металардың рентабельділігіне талдау жасай отырып, азотты қолдану арқылы қабаттардың мұнай беруін арттыру әдістерін зерттеу.

**Түйін сөздер:** жоғары тұтқырлы мұнай, термиялық және термиялық емес әдістер, мұнай бергіштікті арттыру, азот айдау әдісі, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.

УДК 622.24.05

А. К. Жамалов

Научный руководиель – доктор Ph.D., лектор Джарасова Т. С.

Университет Сатбаева, Алматы, Казахстан

[azamat121197@mail.ru](mailto:azamat121197@mail.ru)

## АДСОРБЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОДГОТОВКИ НЕФТЯНОГО ГАЗА

**Аннотация.** Попутный нефтяной газ (ПНГ) это смесь газов, которые растворены в добываемой нефти, раньше нефтяные компании зачастую сжигали попутный нефтяной газ на факелах, так как строительство перерабатывающих мощностей не представлялась возможным либо дорогостоящим. С начала 2000-х годов мировые экологические организации стали всерьез продвигать необходимость снижения сжигания ПНГ так как это оказывало существенно негативный эффект. Выбросы в атмосферу загрязняли окружающую среду и влияли на темпы глобального потепления. В 2017 году в мире было сожжено свыше 141млрд. куб. м. ПНГ. Казахстан в этом списке занял 13 место с уровнем 2млрд. 400млн куб. м. Этот показатель ежегодно снижается, благодаря нефтяным компаниям. Наличие в попутном нефтяном газе избыточной влаги вызывает ряд серьезных проблем при транспортировке газа. В данной статье рассматривается адсорбционный процесс осушки нефтяного попутного газа на УКПГ м. Кожасай.

**Ключевые слова:** Адсорбция, осушка газа, регенерация, снижение давления, холодная продувка, повышение давления, молекулярные сита.

Попутный нефтяной газ (ПНГ) это смесь газов, которые растворены в добываемой нефти, раньше нефтяные компании зачастую сжигали попутный нефтяной газ на факелах, так как строительство перерабатывающих мощностей не представлялась возможным либо дорогостоящим.

Назначением установки комплексной подготовки газа УКПГ является переработка попутного нефтяного газа и производства газов углеводородных сжиженных топливных для коммунально-бытового потребления (СПБТ), бензина газового стабильного, а также товарной гранулированной серы.

Наиболее эффективными процессами осушки газа сложного химического состава являются адсорбционные процессы. Процесс адсорбции известен и широко применяется в нефтегазовой промышленности. Молекулярные сита представляют собой кристаллические алюмосиликаты, известные как цеолиты. Их уникальная структура позволяет легко удалять кристаллизационную воду, сохраняя при этом пористую кристаллическую структуру вещества. Эти поры или «ячейки» обладают высокой способностью повторно адсорбировать воду или другие полярные молекулы. Другим свойством молекулярных сит является их способность разделять газы или жидкости в зависимости от размера и полярности молекул.

Для осушки газа на промышленных установках чаще всего применяются силикагели и молекулярные сита – синтетические цеолиты (рисунок 1).

Синтетические цеолиты обеспечивают очень низкую точку росы при высокой адсорбционной способности, прочны при контакте с капельной влагой. Эксплуатационные расходы при их использовании наиболее низкие.

Цеолиты также используются на установках осушки газов, в которых содержится сероводород. Цеолиты характеризуются высокой адсорбционной способностью по отношению к сероводороду.



Рисунок 1 - Синтетические цеолиты

Осушка газа осуществляется с применением молекулярных сит 3А и 13Х. Цеолит 3А при обычной температуре в значительных количествах поглощает только воду.

В случае если в природном газе присутствуют, кроме сероворода, сероорганические соединения, например этилмеркаптан, метилмеркаптан, теолы, для очистки применяется цеолит 13Х.

Очищенный газ с установки аминовой сероочистки по трубопроводу направляется на установку осушки газа.

Для очистки газа от капельной влаги очищенный газ поступает в фильтр – сепаратор (рисунок 3).

Очищенный газ от механических примесей и капельной жидкости через клапан регулятор подается сверху – вниз в один из осушителей (рисунок 2) , работающий в режиме адсорбции. Осушенный и дочищенный от кислых компонентов газ направляется в концевые фильтры для очистки от механических примесей и далее подается для дальнейшей переработки на установку получения легких углеводородов.

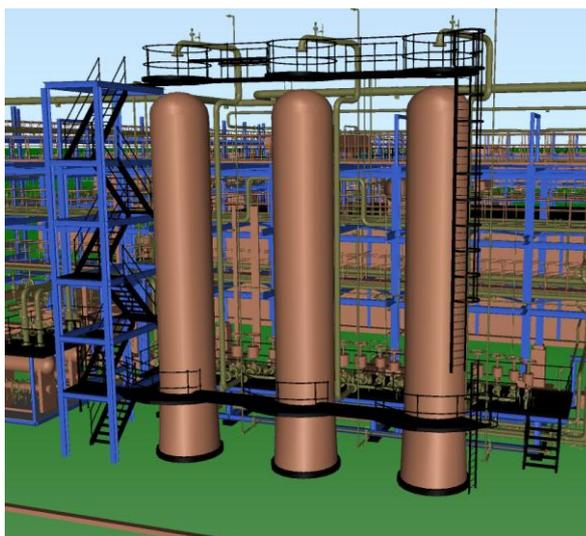


Рисунок 2 - Осушители газа

Рабочий цикл осушителей состоит из пяти режимов: адсорбция, снижение давления, регенерация, холодная продувка, повышение давления. Режимы автоматически переключаются воздействием на клапаны с контролем процесса по времени.

После адсорбции воды и определенного количества RSH – компонентов осушитель, который работал в режиме осушки, переключается на режим регенерации. Регенерация адсорбента проводится с целью извлечения из его пор веществ, поглощенных в цикле адсорбции.

Регенерация осуществляется за счет продувки горячим газом регенерации. Горячий газ регенерации подается в осушитель снизу – вверх, противоположно направлению подачи газа для осушки. Благодаря этому примеси, адсорбированные при осушке газа верхним контактным слоем адсорбента, десорбируются и выводятся в цикле регенерации, не загрязняя весь слой осушителя.

После окончания процесса нагрева и регенерации в осушитель подается холодный продувочный газ, чтобы снизить температуру осушителя до рабочей температуры.



Рисунок 3 - Фильтр – сепаратор

После окончания продувки происходит повышение давления. После набора давления в осушителе процесс регенерации считается законченным и адсорбер может быть переведен на процесс адсорбции очищенного газа [1].

Адсорбированная вода и кислые компоненты газа десорбируются из молекулярного сита, восстанавливая его активность и выводятся из адсорбера с потоком газа в воздушный охладитель. Затем газожидкостный поток подается в сепаратор для отделения сконденсированной жидкости. Газовая фаза возвращается в процесс во входной сепаратор. Отсепарированная жидкость выводится в закрытую дренажную емкость.

## Литература

1. Пат. 2497573 Российская Федерация, В01D53/26 . Способ осушки и очистки природных газов и устройство для его осуществления / Курочкин А.В.; заявитель и патентообладатель Курочкин А.В.; заявл. 13.07.2012, опубл. 10.07.2012;

**A. K. Zhamalov**

### **Adsorption gas treatment**

**Abstract.** Associated petroleum gas (APG) is a mixture of gases that are dissolved in the produced oil, earlier oil companies often flared associated petroleum gas, since the construction of processing facilities was not possible or expensive. Since the beginning of the 2000s, world environmental organizations have begun to seriously promote the need to reduce APG flaring, since this had significantly negative effect. Air emissions were polluting the environmental and influencing the rate of global warming. In 2017, over 141 bln. m3 of APG were burned in the world. Kazakhstan took 13<sup>th</sup> place in the list with a level of 2 bln. and 400 mln. m3. This figure is declining annually, thanks to the oil

companies. The presence of excess moisture in the associated petroleum gas causes a number of serious problems during gas transportation. This article discusses the adsorption process of drying associated petroleum gas at the gas processing plant of the Kozhasai oil field.

**Keywords:** Adsorption, gas dehydration, regeneration, pressure reduction, cold blow down, pressure increase, molecular sieves.

**А. К. Жамалов**

#### **Адсорпциялық Газды Дайындау Әдісі**

**Аңдатпа.** Ілеспе мұнай газы (ІМГ) - өндірілген мұнайдағы еріген газдардың қоспасы, бұрын мұнай компаниялары ілеспе мұнай газын жиі жағатын, себебі қайта өңдеу қондырғыларын салу мүмкіндігі болмағандықтан немесе қымбат болғандықтан. 2000 жылдардың басынан бастап дүниежүзілік экологиялық ұйымдар газдың жағылуын азайту қажеттілігін байыпты насихаттай бастады, өйткені бұл айтарлықтай жағымсыз әсер етті. Ауа шығарындылары қоршаған ортаны ластап, ғаламдық жылыну деңгейіне әсер етті. 2017 жылы әлемде 141 млрд.м<sup>3</sup> астам газ өртенді. Бұл тізімде Қазақстан 2 млрд. 400млн. м<sup>3</sup> деңгейімен 13-ші орынға иеленді. Мұнай компанияларының арқасында бұл көрсеткіш жыл сайын төмендеп келе жатыр. Ілеспе мұнай газында артық ылғалдың болуы газды тасымалдау кезінде бірқатар күрделі мәселелер туғызады. Бұл мақалада Қожасай кен орнында ілеспе мұнай газын кептірудің адсорпциялық процесі қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Адсорпция, газдың дегидратациясы, регенерация, суық үрлеу, қысым, молекулалық електер.

УДК 622.

**А.Е.Жамашева, Д.Г.Идрисова, З.Ж.Рахмашев, Д.Т.Сағалов**

*Ғылыми жетекші – Б.М.Насибуллин., лектор: аға оқытушы.*

*аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті Қазақстан, Алматы қ.*

[adelya.zhamash@gmail.com](mailto:adelya.zhamash@gmail.com)

### **ҚАШАҒАН КЕНОРНЫНДАҒЫ КАЛЬЦИТ ТҰЗ ТҮЗІЛІМДЕРІНІҢ АЛДЫН АЛУ ТӘСІЛДЕРІН ТАЛДАУ**

**Аңдатпа.** Бұл мақала тұз түзілуіне алып келетін себептерді, сондай-ақ нақты орын алатын жерлерді, тұзды түзілімдерді қалай жою керектігін түсінуге және ұңғыманың ұзақ мерзімді өнімділігін қалпына келтіру үшін арнайы құралдарды жобалауға көмектеседі. Қашаған кенорнында кальций карбонаты тұздарының түзілуі қазіргі таңда өзекті мәселе болып табылады. Сәйкесінше, зертханалық тұрғыда дәлелденгендей тұздардың түзілуі қабат температурасына, қысымына, қысым градиентіне және ортаның концентрациясына тікелей байланысты. Осы тұз түзілімдерін алдын алу мақсатында химиялық әдістері қарастырылды. Осы әдістерді қолдану нәтижесінде, кальций тұздарының пайда болуының қабаттық жағдайдағы критикалық параметрлері қарастырылды.

**Түйін сөздер:** тұз түзілімдері, кальцит тұздары, температура, қысым, көмірқышқыл газы, рН мәні, ингибиторлар, нафтенді қышқылдар.

Қашаған кенорны Каспий теңізінің солтүстік бөлігінде орналасқан Каспий аймағы мұнай кең провинциясына жатады. Өндірілетін мұнай қоры 1,5-10,5 млрд тонна болса, ал жалпы геологиялық қоры 38 млрд барльді құрайды. Қашаған кенорнын игеру қиын жағдайларда жүзеге асырылады: шельфті аймақ, таяз судың әсерінен мұздың пайда болуының қолайсыз үйлесімі, экологиялық сезімтал аймақ, өнімді қабаттың үлкен тереңдікте орналасуы (4800м) және қабаттың жоғары қысымы (80 МПа). Кенорынның мұнайы жеңіл, күкіртсутегі (H<sub>2</sub>S) (19%) мәні және көмірқышқыл газы жоғары [1]. Қашаған кенорнындағы тұз шөгуінің проблемасы, бұл қабаттағы СО<sub>2</sub> газының мөлшері жоғары болуының және кальций метал иондарының қабат суларымен реакцияға түсу нәтижесінің пайда болуымен депболжануда. Кальций тұздарының пайда болуы себебі қазіргі таңда нақты анықталған жоқ, себебі, кальцит тұздарының пайда болуына негізгі әсер ететін қабатта су және судың рН мәні жеткіліксіз. Көптеген кен орындарда қысым төмендеуі нәтижесінде

және қабат суының рН мәнінің жоғарылауынан көмірқышқыл газы бөлініп шығады, бұл өз кезегінде рН мәнінің жоғарылауы кальций карбонатының түзілуіне ықпал етеді [5].

Кальций карбонатының (кальцит)  $\text{CaCO}_3$  шөгінділері мұнай кәсіпшілігі тәжірибесінде жиі кездеседі. Оның дистилденген суда ерігіштігі аз  $25^\circ\text{C}$  температурада және атмосфералық ауамен байланыста ол  $0,053$  г/л құрайды, бұл гипстің ерігіштігінен шамамен 40 есе аз. Температураның ұлғаюымен кальцит ерігіштігі айтарлықтай азаяды. Сондықтан температураның жоғарылауына қарай  $\text{CaCO}_3$  шөгіндісінің шөгу мүмкіндігі артады. Температуралық фактордың әсерімен жер үсті жағдайларында кальций карбонатымен қаныққан су айдалатын жоғары қабаттық температурасы бар кейбір терең айдау ұңғымаларында карбонатты тұздардың пайда болуын түсіндіруге болады. Судағы кальциттің ерігіштігіне  $\text{CO}_2$  газы айтарлықтай әсер етеді. Толығымен  $\text{CO}_2$  газынан таза дистелденген судағы кальций карбонатының  $25^\circ\text{C}$  температурада ерігіштігі  $0,014$  г / л құрайды. Ол өз кезегінде, атмосфералық ауадағы кальцит ерігіштігімен салыстырғанда шамамен 4 есе төмендейді. Құрамында көміртегінің қос тотығы бар суда кальцитті еріту кезінде  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  жақсы еритін бикарбонаты түзілетін химиялық реакция жүреді :



Кальций бикарбонатының түзілуі және ерітіндіден кальциттің түсуін болдырмау үшін суда көміртегінің бос қос тотығының біршама мөлшері қажет. Осылайша,  $\text{CO}_2$  парциалды қысымының тиісті төмендеуіне әкелетін газ - су жүйесіндегі қысымның төмендеуі, кальциттің ерігіштігін азайту және оның шөгіндіге түсу себептерінің бірі болуы мүмкін. Кальций карбонатының ерігіштігіне ортаның рН мәні айтарлықтай әсер етеді. рН судың сілтілік мәні ұлғайған сайын карбонатты тұздардың түсу ықтималдығы жоғарылайды. Бұл, сәйкесінше,  $\text{CO}_2$  ерігіштігі су ерітінділерінің рН-на байланысты: неғұрлым қышқыл орта болса, онда көміртектің қос тотығы жақсы еруі мүмкін [2].



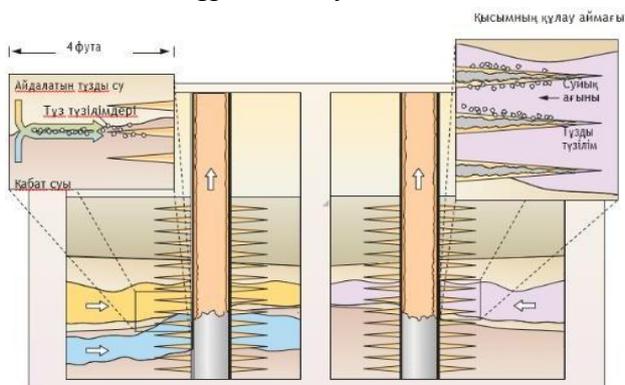
Сурет 1 - СКҚ-ның бойындағы тұз түзілімдері.

Мұнай кен орындарында табылған тұз түзілімдерінің көпшілігі әдетте жыныстардың қуысында болатын судан тікелей тұндыру жолымен немесе ұңғыманың оқпанында екі үйлеспейтін су түйіскен кезде пайда болатын тұздық компоненттермен қабаттық су ағындарына қанықтыру нәтижесі ретінде қалыптасады. Тұз түзілімдері ұңғыманың түп маңы аймағында түзіле отырып, олардың кеуектілігі мен өткізгіштігін төмендетеді. Бұл ағынды перфорациялық арналарды бітеу немесе СКҚ пайдалану тізбегінде тар саңылау жасау жолымен жабуы мүмкін. (Сурет 1)

Тұз түзілу процесі: кез келген табиғи ерітіндінің жай - күйі мен бір немесе одан да көп компоненттердің айырмашылығының арттыру жолы бұзылған кезде басталады. Минералдардың ерігіштігі температураға және қысымға күрделі тәуелділікке ие. Әдетте,

температураның артуы минералдың су ерітіндісінің артуына әкеледі. Жоғары температураларда көп иондарды ерітеді. Сол сияқты, қысымның азаюы ерігіштіктің азаюына алып келеді. Бірақ барлық минералдар типтік температуралық тәуелділікке бағынбайды. Мысалы, кальций карбонаты температураның жоғарылауымен тікелей еру қабілетіне қарсы тәуелділікке ие [3].

Газды айдау-мұнай бергіштікті арттырудың екінші реттік арттыру әдісіне жатады. Қашаған кенорнында



Сурет 2 - Пайдалану ұңғымаларының зақымдануы.

СО<sub>2</sub> газының көп мөлшерде өндіріліп, қайта қабатқа айдалуда. Қабатқа айдалған СО<sub>2</sub> газы өз кезегінде тұздардың түзілуіне әкелуі мүмкін. Нақтылай айтсақ, су СО<sub>2</sub>-мен түйіскен кезде әлсіз қышқыл болады және қабатта кальцитті ерітеді. Пайдалану ұңғымасын қоршаған қабаттағы қысымның біртіндеп төмендеуі СО<sub>2</sub> ерітіндіден шығып, карбонаттың перфорациялық каналдарда және ұңғыманың түп маңында шөгуі мүмкін. Ұңғыма аумағында тұз шөгінділерінің пайда болуы қысымды азайтып, одан әрі тұз шөгуінің қарқынды жүзеге асыруы мүмкін. Бұл жылдамдатылған процесс перфорациялық арналарды толығымен жабады немесе ұңғымалар мен қабаттың арасында бірнеше күн бойы өткізбейтін тосқауыл жасай алады. (Сурет 2) [4].

Химиялық реагенттерді қолдану бейорганикалық тұздардың шөгінділерін болдырмаудың ең тиімді тәсілі болып табылады. Қазіргі уақытта мұнай өнеркәсібі тұз шөгінділерінің ингибиторларының үлкен ассортиментиіне ие. Ингибиторларды іріктеудің барлық талаптары мен ережелерін және оларды қолдану технологияларын сақтау кезінде ұңғымалық өнімді: түп маңы аймағынан мұнай мен суды дайындау пункттеріне дейін өткізудің барлық жолында тұз шөгінділерінің процестерін болдырмауға болады. Химиялық әдіс әсер ету түрі бойынша: хелаттарға, кристалл бұзғыш және шекті әсерге бөлінетін ингибиторларды қолдануға негізделген. Жұмыс жабдықтың тиімді қорғалуын қамтамасыз ету үшін, белгілі бір шарттар үшін таңдалып алынған ингибитордың қажетті мөлшерде жүйеде үнемі болуы қажет. Органикалық емес тұздардың кристалдануы басталғанға дейін ингибитор ерітіндіге енгізген жағдайда ең жоғары қорғаныс әсерін алуға болады.

*Анализ.* Тұз шөгінділері ингибиторының әзірленген құрамының ҰТА-ға және ұңғымаға айдау кезіндегі қажетті көлемін есептеу. Тұз шөгінділері ингибиторының әзірленген құрамын дайындау үшін оның қажетті мөлшері мынадай формула бойынша анықталады:

$$M = f C_m Q t \cdot 10^{-3}, \quad (1.1)$$

мұндағы  $M$  – ингибитордың қажетті салмағы, кг,

$Q$  – судың орташа дебиті, м<sup>3</sup>/тәул.,

$C_m$  – дайындалған ингибитор концентрациясы, мг/л,

$t$  – ұңғы түп маңы аймағы мен қондырғыларды тұз түзілімдерінен сақтау уақыты, тәул.,

$f$  – ингибитордың қабатпен қайтымсыз адсорбция мүмкіндігін және десорбция процесінде оның біркелкі шығарылуын ескеретін коэффициент.

ҰТА-ға және ұңғымаға тұз шөгінділері ингибиторының әзірленген құрамын айдау кезінде айдалатын сұйықтықтың көлемі мынадай формула бойынша анықталады:

$$V = \frac{\pi h_1 (d_1^2 - d_2^2)}{4} + \pi h_2 (\phi r^2 - \frac{d_1^2}{4}), \quad (1.2)$$

мұндағы  $V$  – басу сұйықтығының көлемі, м<sup>3</sup>,

$h_1$  – мұнай өндіру ұңғымасының тереңдігі, м,

$d_1$  – өндіру құбырының ішкі диаметрі, м,

$d_2$  – СКҚ сырқы диаметрі, м,

$h_2$  – қабаттың тиімді қалыңдығы, м,

$\phi$  - кеуектілік, бірл.,

$r$  – дайындалған ингибитордың ену радиусы, м.

Кесте – 1. Тұз түзілімдерін жою үшін айдалатын ингибитор көлемін анықтау мақсатында кенорнының ШҚ-А-01 ұңғымасынан алынған мәліметтер.

Дайындалған құрамды шығарудың біркелкі емес коэффициенті	$f$	-	2
Дайындалған ингибитор құрамының концентрациясы	$C$	мг/л	10
0,1% сулану кезіндегі судың орташа дебиті	$Q$	м <sup>3</sup> /тәул	0,676
Қорғау уақыты	$t$	тәул	180
Мұнай өндіру ұңғымасының тереңдігі	$h_1$	м	4980
Қабаттың тиімді қалыңдығы	$h_2$	м	390
Өндіру құбырының ішкі диаметрі	$d_1$	м	0,2667
СКҚ сыртқы диаметрі	$d_2$	м	0,1397

Дайындалған ингибитордың ену радиусы	г	м	3
Тау жыныс кеуектілігі	$\varphi$	бірл.	0,07

Тұз шөгінділері ингибиторының әзірленген құрамындағы БӨЗ-1 компонентінің қажетті мөлшері мынадай формула бойынша есептеледі:

$$M = 2 \cdot 10 \cdot 0,676 \cdot 180 \cdot 10^{-3} = 2,4336 \text{ кг}$$

Қарастырылған ұңғымаға арналған айдалатын сұйықтықтың көлемі:

$$V = \frac{3,14 \cdot 4980 \cdot (0,2667^2 - 0,1397^2)}{4} + 3,14 \cdot 390 \cdot \left( 0,07 \cdot 3^2 - \frac{0,2667^2}{4} \right) = 952,4398 \text{ м}^3$$

Гидроксиамин диметилфосфонды ингибиторының қажетті массасы 2,4336 кг болды, сәйкесінше ұңғыға айдалатын басу сұйықтығының көлемі 451,6821 м<sup>3</sup> құрады.

Қорытындылай келе, бұл мақалада Қашаған кенорнында кальцит тұздарының пайда болу себептері: қабат температурасына, қысымына, қысым градиентіне және ортаның концентрациясы байланысты екені зерттелді. Тұз түзілуіне алып келетін себептерді, сондай-ақ нақты орын алатын жерлерді, тұзды түзілімдерді қалай жою керектігін түсінуге және ұңғыманың ұзақ мерзімді өнімділігін қалпына келтіру үшін арнайы құралдарды жобалауға көмектесетіні анықталды.

Алдын алу шараларын зерттеу барысында, кальцит тұздарының температураға өте сезімтал екендігін, яғни температураның өсуімен ерігіштігінің төмендейтіндігін білдік. Сонымен қатар, осы тұздардың құбыр бетінде жиналуының пайда болу процессін анықталды. Бұл зерттеу жұмысы тұз түзілімдерінің пайда болуының себептерін толық қанды түсене отырып, алдын алу шараларының технологиясын жақсартуға негіз бола алады.

#### Әдебиет

- Galieva, G., Ybray, D., Ibragimov, F. (2011). Kashagan Experimental Program. Ravenna, Italy: The 10<sup>th</sup> Offshore Mediterranean Conference and Exhibition.
- Brown, M. (October-December 1998). "Full Scale Attack," REview, 30 The BP Technology Magazine 30-32.
- Richardson, S., McSween, H. (1989). Geochemistry: Pathways and Processes. Englewood Cliffs, New Jersey, USA: Prentice-Hall.
- Martel, A., Calvin, M. (1952). Chemistry of Metal Chelate Compounds. New York, New York, USA: Prentice-Hall.
- Kotlar, H., Karlstad, S., Jacobsen, S., Vollen, E. (October 20-22, 1998). "An Integrated Approach for Evaluating Matrix Stimulation Effectiveness and Improving Future Design in the Gullfaks Field," paper SPE 50616, presented at the 1998 SPE European Petroleum Conference, The Hague, The Netherlands.

**A. E. Zhamasheva, D. G. Idrissova, Z. Zh. Rakhmashev, D. T. Sagalov**

#### **Analysis of methods for preventing calcite salt deposits at the kashagan field**

**Abstract.** This article will help you understand the causes that lead to salt formation, as well as specific locations, how to eliminate salt formations, and develop special tools to restore long-term well performance. The formation of calcium carbonate salts at the Kashagan field is currently an urgent problem. Accordingly, the formation of salts, as proven in the laboratory, directly depends on the temperature of the layer, pressure, pressure gradient and concentration of the medium. In order to prevent these salt formations, chemical methods were considered. As a result of the application of these methods, critical parameters of the formation of calcium salts in stratum conditions were considered.

**Keywords:** salt formations, calcite salts, temperature, pressure, carbon dioxide, pH value, inhibitors, naphthenic acids.

**А.Е. Жамашева, Д.Г. Идрисова, З.З. Рахмашев, Д.Т. Сагалов**

#### **Анализ профилактики образования солей кальцита на кашаганском кеноре**

**Аннотация.** Эта статья поможет вам понять причины солеобразования, а также точное местонахождение, способы устранения солевых отложений и разработать специальные инструменты для восстановления долгосрочной продуктивности скважины. Образование солей карбоната кальция на месторождении Кашаган

сегодня является актуальной проблемой. Соответственно, в лаборатории было доказано, что образование солей напрямую зависит от температуры, давления, градиента давления и концентрации среды. Чтобы предотвратить образование этих солей, были рассмотрены химические методы. В результате применения этих методов учтены критические параметры образования солей кальция в пласте.

**Ключевые слова:** солевые образования, соли кальцита, температура, давление, углекислый газ, pH, ингибиторы, нафтеновые кислоты.

УДК 532.5.031

**Ж.Т. Жетруов**

*Научный руководитель – Огай Е.К., советник генерального директора, доктор технических наук*

*ТОО «КМГ-Инжиниринг», Республика Казахстан, г.Нур-Султан  
[zh.zhetruov@niikmg.kz](mailto:zh.zhetruov@niikmg.kz)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОКСИ-МОДЕЛЕЙ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

**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.

В рамках создания принципиально нового продукта – единой информационной системы с отдельными аналитическими разделами для решения различных производственных задач

на отечественных месторождениях нефти и газа, авторами создается модуль «Управление заводнением», основной задачей которого является оптимизация параметров разработки и их прогнозирование на кратко- и среднесрочный период времени. Одним из фундаментальных процессов является построение прокси-модели, которая решала бы обратную задачу гидродинамики. 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, то есть, проводится подбор параметров для воспроизведения фактической динамики работы скважин. На основе данных закачки и добычи может быть получено представление о характеристиках работы залежи. Для принятия оптимального решения по закачке воды, важно предсказать реакцию добывающих скважин при различных сценариях закачки воды.

Для решения данной задачи выбраны 3 возможных варианта:

1. Прогноз жидкости, нефти и пластового давления выполняется полностью физически - содержательными методами;
2. Прогноз жидкости, нефти и пластового давления выполняется полностью при помощи модели машинного обучения (рис.1);
3. Гибридная модель на основе синтеза п.1 и 2.

В качестве предварительного этапа выполнен комплексный анализ применения и эволюции физически-содержательных методов. Авторами проведены встречи с более чем 10 мировыми компаниями, которые реализовали собственные коммерческие разработки с использованием физически-содержательных методов прогнозирования параметров разработки нефтяных залежей. Одним из наиболее часто встречающихся методов является класс CRM (capacitance-resistance methods) моделей.

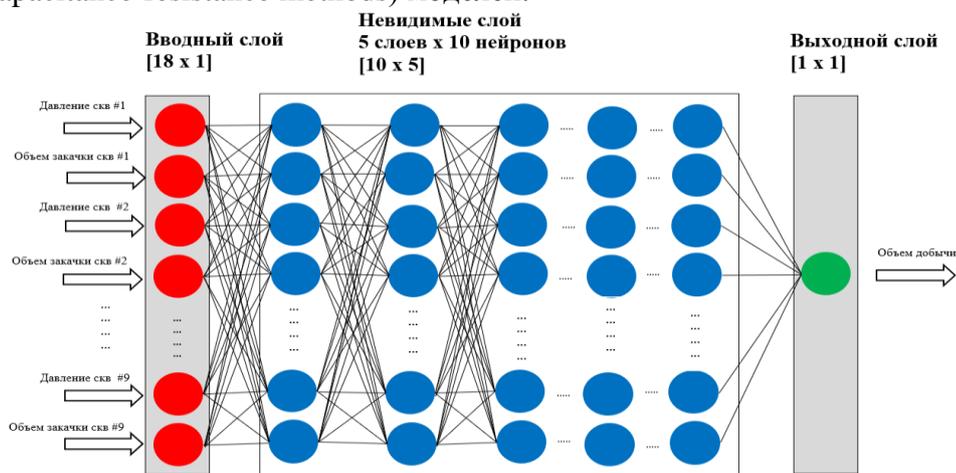


Рисунок 4 – Схема примера искусственной нейронной сети. Входными параметрами являются забойные давления добывающих скважин, добыча жидкости и суточные уровни закачки по скважинам, выходной параметр – прогноз добычи жидкости.

CRM это емкостно-резистивная модель, которая на основе уравнений материального баланса и закона Дарси позволяет рассчитывать гидродинамическую связь между скважинами. Модель включает в себя несколько разновидностей алгоритмов материального баланса, которые были применены к первичным, вторичным и третичным процессам нефтеизвлечения [2-6]. CRM прогнозирует дебиты скважин исключительно на основе ранее наблюдаемых дебитов и закачки, а также забойных давлений; т.е. для расчета не требуется геологическая модель залежи. В 1998 г. Панда и Чопра оценили взаимосвязь между темпами закачки и добычи с помощью классических искусственных нейронных сетей. Альбертони и Лейк совместно в 2003 г. предложили модель межскважинного взаимодействия на основе модели линейной регрессии [1]. На основе их работ, в 2006 г. Юсуф разработал

модификацию CRM, которая учитывает эффекты как сжимаемости, так и проницаемости, тем самым лучше фиксируя падение добычи и временной лаг между скоростью закачки и дебитом. В модели CRM каждая пара скважин содержит два параметра; один параметр - это коэффициент, который количественно определяет возможность межскважинной интерференции, а другой (постоянная времени) количественно определяет степень накопления жидкости между скважинами. Далее Саярпур в своих трудах 2008 г. и 2009 г. продолжил развитие дальнейшего применения CRM методов для определения эффективности заводнения и его оптимизации. Позднее CRM был изменен с учетом различных сценариев. Например, Кавиани в 2012 г. сформировал модификацию метода CRM, способную моделировать случаи с колебаниями забойного давления [5].

Параллельно авторами было принято решение предпринять первую попытку создания модели нейронной сети на данных синтетической гидродинамической модели. Данная модель обучалась на изменении режимов нагнетательных скважин и отслеживании реакции на добывающих скважинах. Был получен хороший результат сходимости дебита жидкости по скважинам (коэффициент квадрата корреляции  $R^2 > 90\%$ ) при условии смены исторических режимов добывающих и нагнетательных скважин не более чем на 30% один раз в квартал (рис.2).

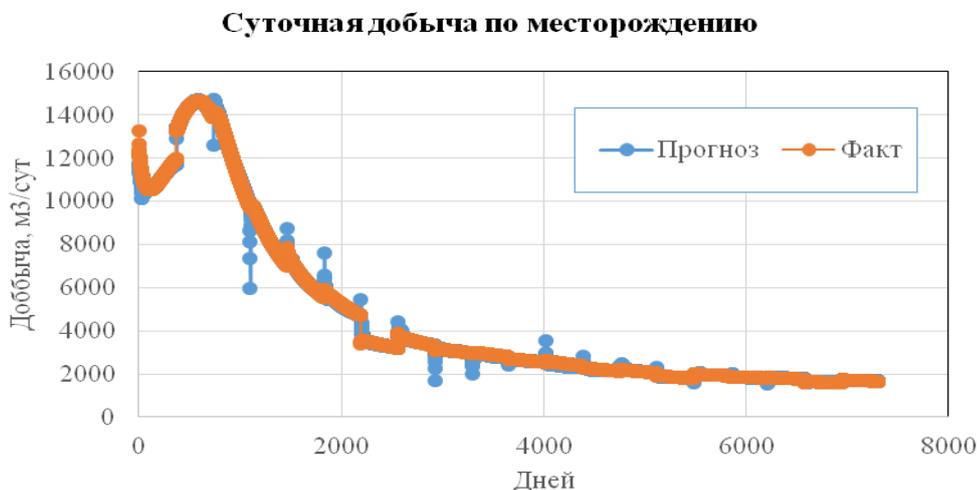


Рисунок 5 – Результаты создания прототипа искусственной нейронной сети на синтетических данных

На основании данных работ были сделаны следующие выводы:

- результаты первых итераций по созданию прототипа искусственной нейронной сети на синтетических данных являются многообещающими;
- требуется пробная реализация физически-содержательных алгоритмов для последующего сравнения;
- оба метода нуждаются в тестировании на реальных данных для выявления ограничений алгоритмов и построения гибридной модели.

### Литература

1. 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;
2. Dinh, A.; Tiab, D. Inferring interwell connectivity from well bottomhole-pressure fluctuations in waterfloods. SPE Reserv. Eval. Eng. 2008, 11, 874–881, doi:10.2118/106881-PA;
3. Gentil, P.H. The Use of Multilinear Regression Models in Patterned Waterfloods: Physical Meaning of the Regression Coefficients. Master's Thesis, University of Texas, Austin, TX, USA, 2005;
4. Jafroodi, N.; Zhang, D. New method for reservoir characterization and optimization using CRM-EnOpt approach. J. Pet. Sci. Eng. 2011, 77, 155–171 doi:10.1016/j.petrol.2011.02.011;

5. 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;

6. Izgec, O.; Kabir, C. Understanding reservoir connectivity in waterfloods before breakthrough. *J. Pet. Sci. Eng.* 2010, 75, 1–12, doi:10.1016/j.petrol.2010.10.004.

**Z.T. Zhtruov., E.K. Ogay**

#### **Forecast of oil field development parameters based on proxy models**

**Abstract.** Modern technologies and digitalization growth results in secondary evolution of methods to forecast oil and gas unit's production with help of proxy models. Current experience includes several projects on automatic well log and core interpretation with machine learning algorithms. In the scope of this article, a joint of neural network and physical model is proposed to address a problem of non-physical behavior

**Keywords:** machine learning, artificial neural network, production forecast

**Ж.Т. Жетруов, Е.К. Огай**

#### **Мұнай кен орындарының игеру параметрлерін прокси-модель көмегімен болжамдау**

**Аңдатпа.** Мұнай кен орындарының негізгі параметрлерін болжамдау әдістері заманауи технологиялар мен есептеу қуатының артуына байланысты ерекше екпін алды. Қазіргі таңда айтарлықтай қолданысқа енген тәжірибе ретінде нейронды желілер арқылы жынысөзек құрамын зерттеу, ұңғымадағы геофизиялық зерттеулерді автоматты түрде талдау мысалдарын атап өтсек болады. Болжам моделі ретінде нейронды желілер мен физикалық әдістердің бірігуі қарастырылады.

**Түйін сөздер:** машиналық оқыту, жасанды нейрондық желілер, игеру параметрлерін болжамдау.

УДК 665.61

**A.R. Khussainova, J.A. Ismailova, A.K. Abdukarimov**

*Supervisor - J.A. Ismailova, Doctor Ph. D., Assistant - Professor of the Department of "Petroleum Engineering", Satbayev University, Kazakhstan, Almaty*  
[alfiya.khussainova@gmail.com](mailto:alfiya.khussainova@gmail.com)

#### **DEVELOPMENT OF PVT MODEL FOR PREDICTION OF WAX PRECIPITATION**

**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. Modeling the wax deposition process requires considerations of several disciplines ranging from the thermodynamics of fluids and waxes, the thermo-hydraulics of fluid flow to the kinetics of the deposition process. In this work, we investigate how different fluid flow and thermodynamic wax models may affect the predictions of wax deposition rate and analyze thermodynamic-computerized models to predict WAT. There are currently two types of models that can be used to calculate wax deposition. One model assumes that the precipitated wax is a solid solution; in the other, the phase consists of many solid phases.*

**Keywords:** *crude oil, wax, precipitation, Multi Solid, Solid Solution, phase equilibria*

Crude oil is a mixture of light hydrocarbons and highly viscous heavy hydrocarbons. The oil also contains aromatic hydrocarbons, resins, asphaltenes, paraffins and waxes. Physical properties - temperature, pressure and composition of the formation fluid can cause the release of heavy hydrocarbons into the sediment. The solubility of paraffin wax decreases with increasing temperature of the crude oil. Because there are differences in the solubility of paraffins and oils, the temperature gradient of the oil creates a gradient of dissolved waxes.

The correlation of paraffin deposits is modeled in two main groups. Solid solution model, where the solid phase is one phase, so all components can precipitate as a solid phase. The second group is a model with several solid phases. In this model, the wax is a mixture of immiscible

separate solid phases. Consequently, only heavier components can precipitate in the ideal solid phase.

Changes in temperature or pressure, as well as in the composition of oil or gas, can precipitate heavy waxes. This affects the process of production and transportation of hydrocarbons. When solving this problem, consider the equation of state plus the activity coefficient (+  $G^E$ ) approach and the equation of state approach. [1]

Models are based on solid solution, where all components in the solid phase are mixed in all proportions. The second approach uses only the EOS for all phases in equilibrium directly for vapor-liquid equilibria and the imperfection of the solid phase is described indirectly from the EOS by the volatility of the ratios. Lira-Galeana et al., Pan and Firoozabadi, Nichita et al. and the Escobar-Remolin model are examples of this approach. [3] These correlations are based on a multi-solid model, where each single component or pseudo-component that makes up the sediment is a separate solid phase. This solid phase does not mix with other solid phases. All of them used the Peng - Robinson Equation of State (EOS) in their models. Their correlations are based on a multi-solid (MS) phase model, where each is pure or pseudo-component that constitutes a separate solid phase that does not mix with other solid phases.

Solid solution models have been used to model wax precipitation in most of them (Won, 1986; Won, 1989; Hansen et al., 1988; Pedersen, 1993; Erickson et al., 1993; Pedersen et al., 1991; Mei et al., 1999) [6]. These models have assumed that all the crude oils components can co-precipitate in a solid state.

Based on works that were associated with non-idealities in the liquid and solid phases, with thermodynamic characteristics, as well as observations by Lira-Galeana et al. (1996) developed a thermodynamic multi-solid phase model. They suggested that the precipitated wax is a mixture of several solid phases [2]. Each solid phase was described as a pure component or a pseudo-component not miscible with other solid phases. Their model was based on average characteristics such as the enthalpy of fusion assigned to each fraction. Further in 1996, Pan et al. changed and modernized the original a model for dividing each undefined oil component into three types [6]. Where the three main components of oil are normal paraffins, naphthene and isoparaffins, and aromatic hydrocarbons. One of the main goals of their work was to study the effect of pressure and composition on wax deposition. The result of their model was that normal paraffins easily precipitate, after which naphthene and isoparaffins precipitated. The amount of deposited paraffin depended on the concentration of normal paraffins, as well as isoparaffins and naphthene.

The amount and identity of the precipitating components were calculated by analyzing the Mickelson phase stability.

$$f_i(P, T, z) - f_{pure,i}^s(P, T) \geq 0.0 \quad i = 1, \dots, n \quad (1)$$

Where  $f_i(P, T, z)$  is the fugacity of component « $i$ » with feed composition. This criterion identifies the number of solid phase and the nature of the precipitated component, which fulfilled it. Prausnitz et al. have described that at a given temperature and pressure, the equilibrium between component « $i$ » in each of vapor, liquid, and multi solid phases is determined by the equality of fugacity of the component in all the different phases.

This model took into account the precipitation of some of the heavy components of oil with average properties, the calculations were carried out for liquid or multi-solid phase. There are two approaches to solve the vapor liquid multi-solid phase equilibria. The first approach is based on the flash type calculations. According to Firoozabadi [4], the second approach is based on direct minimization of the Gibbs free energy.

Pedersen used the cubic equation of state for consistency in describing the liquid phase in SLE (Solid – Liquid Equilibrium) and VLE (Vapor – Liquid Equilibrium) calculation. Cubic equations of state are used, but any thermodynamic model for the Gibbs free energy can be used. The proposed method has proven to be an efficient and reliable tool for multiphase equilibrium calculation [2].

According to Pedersen method, wax is considered as a pseudo component, with part of paraffin having the potential to precipitate. In the article by R. Salehi "A New Experimental and Modeling Investigation of Wax Precipitation in Pipelines Based on Asphaltene Content" method of characterization is presented based on SARA analytical test. Paraffin data were obtained from the analysis of Iranian crude oil. Experimental carbon number distribution and molecular weight from the Iranian crude oil, experimental results of total wax precipitation and experimental composition of the precipitated wax was obtained by using ASTM D5432 method. If the fugacity of liquid phase is greater than of the solid phase in constant pressure and temperature, that component is more stable in the solid phase. Fugacity of each phase must be equivalent in vapor, liquid, and solid phase:

$$f_i^V = f_i^L = f_i^S, i = N - (N_s - 1), \dots, N, \quad (2)$$

$$f_i^V = f_i^L, i = 1, 2, \dots, N - N_s$$

where  $N$ ,  $N_s$ , and  $f$  are the total number of components, the number of solid components, and fugacity, respectively[5].

To calculate the mole fraction of the wax phase, Pedersen et al. suggested correlation, which was related to the molecular weight and the density of normal paraffin and the average density:

$$Z_i^S = Z_i \left[ 1 - (A + BMw_i) \left( \frac{\rho_i - \rho_i^P}{\rho_i^P} \right)^C \right] \quad (3)$$

$$\rho_i^P = 0.3915 + 0.0675 \ln(Mw_i) \quad (4)$$

where  $Z_i^S$  is the fraction of the mole fraction that appears in the wax phase,  $Z_i$  is the normal wax fraction in crude oil,  $\rho_i^P$  and  $\rho_i$  are the density of the normal wax and the average density, respectively. A, B and C are calculated from experimental data precipitated by wax. Equation (4) shows that an increase in molecular weight leads to a decrease in wax deposition.

Lei et al. introduced "aggregate asphaltene as the nucleation center for wax molecules". This increased the viscosity, decrease in the crystal line networks at temperatures below crystallization, hence increased wax deposition.

The experimental data for the analysis of Iranian oil samples consisted of the molecular weight of the  $C_1 - C_{20+}$  components, the specific gravity of the components, and the molar fraction of all hydrocarbons for 9 oil samples.

The amount of paraffin deposits was calculated as the ratio of the total precipitated mass to the mass of the initial oil. The calculation scheme is an algorithm where the objective function of the genetic algorithm should be minimized in order to better predict WAT and wax percentage. All parameters were calculated using the modified Peng Robinson equation of state, and the wax weight was accounted for at multiple temperatures. The experiment showed that taking into account asphaltene in the characterization of pseudo components can be very important. The molecular weight of the paraffin varied with temperature. Solid solution in most crude oil samples was predicted more accurately than multi solid solution, proving that GA can have a significant impact on the results and minimizing model deviation [7].

The scheme of the algorithm in many correlations has the same principle of operation. Any operation begins with the entering of input data (components  $M_w$  and Mol %; T,P). At this step, it is possible to determine the model (Solid solution or Multi solid). The next step is to introduce estimates for the properties of all components for each model. For multi-solid it is necessary to generate Tc Pc and acentric factor of paraffin and asphaltenes using GA. The next step is the same for both models because it will be necessary to calculate the fugacity based on the equation of state. For a solid, it is necessary to calculate the solubility parameter, and for a multi-solid, it is necessary to evaluate the properties to calculate the fugacity coefficient. Evaluation of all data is required for flash calculation. If all the data and parameters perform basic calculations, consisting of a calculation program for a certain type of flash, then the objective function will be fulfilled, and the

calculation scheme is considered complete. The objective function of genetic algorithm should be minimized to better predict WAT and the wax weight percentage.

To calculate the fugacity coefficient of pure components, Lira-Galeana et al. (1996) developed the Won correlations (1986) to estimate  $T_i^f, \Delta H_i^f$  for aromatic, naphthenic and isoparaffinic components of the mixture. The correlations have following form:

$$\Delta H_i^f = 0.0527T_i^f Mw_i \quad (5)$$

$$T_i^f = 333.46 - 419.01 \exp(-0.008546 Mw_i) \quad (6)$$

The correlation is used to calculate enthalpy of fusion for naphthene, and isoparaffins components. The correlation proposed by Pan et al. (1996) is adopted to evaluate the enthalpy of fusion for aromatic components [6].

This approach, correlations, and a numerical tool for predicting wax precipitation can be applied to highly paraffinic fields in Kazakhstan. The topic of this article is being developed within the framework of a project for grant financing of young scientists for scientific and technical projects for 2021-2023 (AP09058452 Development of PVT model for prediction of wax precipitation).

## References

1. Reza Dalirsefat, Farzaneh Feyzi. A thermodynamic model for wax deposition phenomena. Fuel 86(2007)1402–1408
2. Pedersen KS, Skovborg P, Ronningsen HP. Wax precipitation from north sea crude oils. 4. Thermodynamic modeling. Energy Fuel 1991;5:924–32
3. Lira-Galeana C, Firoozabadi A, Prauznits JM. Thermodynamics of wax precipitation in petroleum mixtures. AIChE J 1996;42:239–48
4. Pan H, Firoozabadi A. Pressure and composition effect on wax precipitation: experimental data and model results. SPE Prod Facil 1997:250–9.
5. R.Salehi, M.R.Ehsani, and T.J.Behbahani. A new Experimental and Modeling investigation of wax precipitation in pipelines based on asphaltene content. ISSN 0965-5441
6. A.R. Solaimany Nazar, B.Dabir. A multi – solid phase thermodynamic model for predicting wax precipitation in petroleum mixtures. ISSN: 0090-8312
7. H.Heidariyan, M.Ehsani, T.J.Behbahani, and M.Mohammadi. Experimental investigation and thermodynamic modeling of wax precipitation in crude oil using the multi-solid model and PC-SAFT EOS. Energy Fuels 2019, 33, 9466-9479

**А.Р. Хусаинова, Д.А. Исмаилова, А.К. Абдукаримов**

### **Разработка PVT-модели для прогнозирования парафиновых осадков.**

**Аннотация.** Проблемы, связанные с осаждением и кристаллизацией парафинов при добыче, транспортировке и переработке сырой нефти, вызывают большие трудности. Чтобы избежать этой проблемы, необходимо точно спрогнозировать температуру появления парафина (WAT), фазовое равновесие для масляных смесей с учетом возможного образования парафиновой фазы. Моделирование процесса осаждения парафина требует рассмотрения нескольких дисциплин, начиная от термодинамики жидкостей и парафинов, термогидравлики потока жидкости и заканчивая кинетикой процесса осаждения. В этой работе мы исследуем, как различные модели потока жидкости и термодинамические парафиновые модели могут повлиять на прогноз скорости осаждения парафина, и проанализируем термодинамические компьютеризированные модели для прогнозирования WAT. В настоящее время существует два типа моделей, которые можно использовать для расчета осаждения парафина. Одна модель предполагает, что осажденный парафин представляет собой твердый раствор; в другой – предполагается, что выделившаяся фаза состоит из множества твердых фаз.

**Ключевые слова:** сырая нефть, парафин, осаждение, мульти-твердое тело, твердый раствор, фазовые равновесия

**А.Р. Хусаинова, Д.А. Исмаилова, А.К. Абдукаримов**

### **Парафинді тұндыруды болжаудың PVT моделін жасау.**

**Андатпа.** Парафиннің түзілуі мен кристалдануына байланысты проблемалар шикі мұнайды өндіру, тасымалдау және өңдеу кезінде үлкен қиындықтар туғызады. Осындай проблемаларды болдырмау үшін

парафиннің түзілу температурасы(WAT), майлы қоспалар үшін парафинді фазаның пайда болуын ескере отырып, фазалық тепе-теңдігін дәл болжау маңызды. Парафиннің түзілу процесін модельдеу сұйықтықтың және парафиннің терможинамикасынан бастап, сұйық ағынының термогидравликасы және түзілу процесінің кинетикасына дейін бірнеше бағыттарды қарастыруды қажет етеді.

Бұл жұмысымда біз әртүрлі сұйық ағынының моделі және термодинамикалық парафинді моделі парафиннің түзілу жылдамдығын болжауға қалай әсер ететінін зерттейтін боламыз, және WAT болжамына термодинамикалық компьютерлік моделді талдап анализ жасадым. Қазіргі уақытта парафиннің түзілуін есептеуге қолдануға болатын моделдің екі түрі бар. Бірінші модель түзілген парафинді қатты қоспа ретінде болжап қарастыратын болса, екіншісі бөлінген фаза көптеген қатты фазалардан тұрады деп қарастырады.

**Түйін сөздер:** шикімұнай, парафин, түзілуі, мульти-қаттыдене, қаттықоспа, фазалық тепе-теңдік

## СЕКЦИЯ «ГАРМОНИЯ НЕДР ГЛАЗАМИ АЛЬ-МАШАНИ»

ӘОЖ 622.832

**А. Абдыбек**

*Ғылыми жетекшісі – М.Б. Нұрпейісова техн.ғылым.докторы,  
Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан  
[a.abdybek@mail.ru](mailto:a.abdybek@mail.ru)*

### КҮРДЕЛІ ТАУ-КЕН ҚҰРЛЫСТАРЫНЫҢ ҮШӨЛШЕМДІ МОДЕЛДЕРІН ҚҰРАСТЫРУ

**Аңдатпа.** Мақалада кез келген (ашық, жерасты) тау-кен құрлыстары күрделі нысандрының 3D моделдерін құрудың ерекшеліктері және онда қолданылатын бағдарламалар жайлы мәлімет келтірілген. Карьердің үшөлшемді моделі немесе жер асты кен игерудегі құрлыстардың ішіндегі: вертикаль оқпан, оқпан албары, квершлаг, штректер сияқты күрделі нысандарды, сонымен қатар күрделі маркшейдерлік өлшеулер жүргізуді моделдеудің нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** кенорны, күрделі тау-кен қазбалары, моделдеу, бағдарламалар, маркшейдерлік түсірістер.

**Кіріспе.** Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің студенті болғанымыз, 12 сәуір - ғылым күні, халқымыздың ұлы перзенті Сәтбаевтың туған күнінде өткізлетін дәстүрлі конференцияға және де жер қойнауын Қ.И.Сәтбаевпен бірге жүріп, қажымай-талмай зерттеген ғалым Ақжан әл-Машанидің туғанына 115 жылдығына арналған іс-шараларға қатынасқанымыз біздер үшін зор мақтаныш деп білеміз. Ақжан атамыз 30 жылдан астам басқарған «Маркшейдерлік іс» кафедрасында тәлім-тәрбие алып жүріп, әл-Машанидың еңбектерімен танысып, «Геомеханика» пәнін оқу үрдісіне және ғылыми –зерттеу жұмыстарына енгізгеніне көз жеткіздік. Бүгінгі конференцияға аз да болса үлес қосып жатқанымыз ұлылармызды еске алу және оларға деген ілтипатымыз.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** Ғылым мен техниканың осы күнгі даму деңгейі тау-кен өндірісінің жер бетінде және жерасты қабаттарда орналасқан күрделі құрылыстарын, геоақпараттық жүйеде, компьютерлік технологияларды пайдаланып, заманауи әдістемен жүргізуді талап етеді. Соңғы жылдары, күнделікті өзгеріп жатқан экономикалық жағдайға лайықтап, тау-кен нысандарын үшөлшемді модельдеу кеңінен қолданыс табуда. Бұл салада кен орындарын үшөлшемді моделдеуді іске асыратын, бірқатар шетелдік бағдарламалық кешендердің: DataMine (Ұлыбритания), Techbfse (АҚШ, Suprac (Австралия) және т.б. бар екендігін айта кеткен дұрыс.

Бүгінде Қазақстанда кез келген нысанды үш өлшемде моделдеудің, оның компьютерлік графиктері мен анимацияларын жасайтын бірден-бір бағдарлама – ол «Цифрлы медиа технологиясы». Бұл технология арқылы: нысандардың 3D моделдерін құруға; кез-келген күрделі нысандардың цифрлы анимациясын; визуалды әсерлерді құруға; үш өлшемді графиктерді сызуға; видео монтаж және видеороликтерді жасауға және графиктік дизайн жасауға мүмкіндік туады.

**Кен орындарының немесе күрделі тау-кен қазбаларының 3D моделдерін жасауда келесідей жұмыстар атқарылады:**

1. Кен орны геологиялық құрылымы каркасты моделдеу, яғни рудалық денелерді каркасты моделдеу.

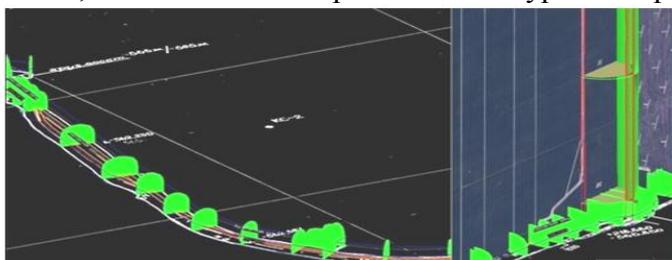
2. Егер де кен орнында кен өндіру жұмыс тары жүріп жатса, онда жер беті және жерасты тау-кен қазбалары моделденеді.

3. Егер де рудадағы компоненттердің таралуынна талдау жасау қажет болса, онда блокты моделдеу, геомеханикалық және гидрогеологиялық параметрлерді моделдеулер жүргізіледі.

4. Кен өдіру жұмыстарын жоспарлау және оңтайландыру мақсатым тау-кен жұмыстарының дамуының моделдері құрастырылады.

Жерасты күрделі қазбаларының моделдерін жасауда келесідей идея жүзеге асырылады және ол бірнеше сатыдан тұрады. Тау-кен жұмыстарын жобалау сатысында күрделі тау-кен (қазбаларының) құрлыстарының белгілі бір топқа орналастын моделдері жасалынады.

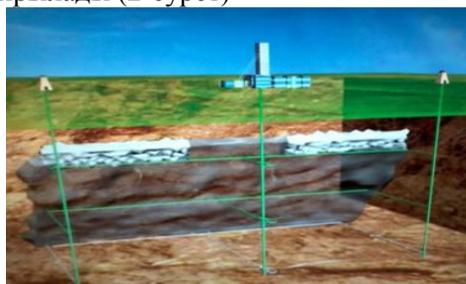
Осы жоба моделдерін жүзеге асыру кезінде олар нақтылы құрлыстар қатарына ауыстырады. Кен қазбаларын ұңғылау жайында деректердің түсуіне байланысты жобалық қималардың нақтылы жағдайына көшіледі. Тау-кен қазбаларының жобалық және нақтылы параметрлерін қадағалап отыру ұңғылау жұмыстарын инженерлік қамтамасыз етудің сапасын жоғарылатуды қамтамасыз етеді. Жобалық параметрлер сақталған жағдайда олар нақтылы моделдер тобына ауыстырылады. 3D моделдерде тау-кен жұмыстарының әр нысандары жайлы жан-жақты, толық мәлімет берілетіндігі 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 - Күрделі тау-кен қазбалары инфраструктураларының 3D моделі

Суретте күрделі тау-кен құрылыстарына жататын қазбалар: вертикаль оқпан, оқпанмаңайлық албар, квершлаг және т.б. моделденген. Осыдан жерасты тау-кен қазбаларын 3D моделдеуге де мүмкіндік туғандығын көруге болады. Сондықтан, бүгінгі шақта жобалау саласында 2D моделдерден 3D моделдеуге көшу әлемдік нарықтың алдыңғы қатардағы негізгі тенденциясы және заманауи үшөлшемді геоақпараттық жүйеге көшу Қазақстанда бірінші планда тұр.

Жер асты қазу жүйесінде күрделі қазбаларға: бір вертикаль орталық және екі желдетпе оқпандар, квершлагтар мен штректерден жатады. Бұларды моделдеуде негізгі ролді лазерлік сканер месес, тау-кен қазбаларының жобалық пландары, кен мен тау жыныстарының орналасуы, жатыс элементтері және т.б. жайлы мәліметтер арқарады. Осы деректер арқылы ГАЗ технологиясында күрделі қазбалардың 3D моделдері құрастырылады (2-сурет)

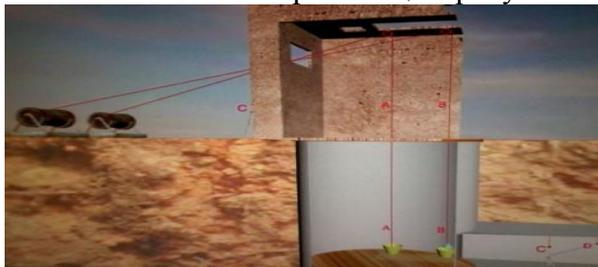


Сурет 2 - Кенді ашудағы күрделі тау-кен қазбаларының 3D моделдері

Тау-кен қазбаларын өтуде оларды маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстармен қамтамасыз ету басты роль ат қарады. Олардың ең бастысы -жер беті координаталарын (X,U,H) жерасты қазбаларына беру, яғни жер беті және жерасты жұмыстарын бірыңғай координаталар жүйесімен жалғастыру. Мәселен, тік бір оқпан арқылы жүргізілетін горизонталь жалғасыру түсірістері өте күрделі және оны 3D моделде бейнелеп, дәрістерде көрсете білу студенттердің кеңістіктік ой-өрісін одан сайын тереңдете түседі.

Бір немесе бірнеше вертикальды оқпандар арқылы жүргізілетін жалғастыру жұмыстары өте күрделі және ол екі кезеңнен тұрады:

- 1) оқпандағы көтергі тоқтатылғанға дейінгі *дайындық* жұмыстары;
- 2) көтергі тоқтатылғаннан кейінгі *негізгі* жұмыс – центрлеу және бағдарлау (3-сурет).



Сурет 3 - Тік бір оқпан арқылы жүргізілетін жағастыру түсірісн моделдеу

Бұл суретте жерасты жалғастыру үшбұрышындағы өлшеу жұмыстары қазбамен бірге моделденген. Тік бір оқпан арқылы геометриялық бағдарлауда жердің бетінен екі тіктеуіш түсіріліп дирекциондық бұрыш пен X, Y координаталарды анықтау есебі шешіледі. Проекциялаушы нүктелер-тіктеуіштер А, В және сол нүктелердің жер астындағы проекциялары А, В бір-біріне жалғасқан үшбұрыштар құрап тұр.

Тау-кен кәсіпорындарында вертикаль түсірістер немесе нивелирлеу деп, жерасты нүктелерінің бір бірінен биіктік айрымдарын анықтау үшін жүргізілетін өлшеу жұмыстарын атайды. Вертикаль түсірімдерде жерасты қазбаларында орналасқан әртүрлі нүктелердің биіктіктерін анықтау, қазбаларға вертикаль жағдайда бағыт беру, тасымалдау жолдарын белгілі ылдильпен салу сияқты жұмыстар геометриялық немесе тригонометриялық нивелирлеулер арқылы атқарылады. Нивелирлеу негізінде кималар мен профильдер жасалынады және кәсіпорнындағы көптеген кен-геометриялық есептер шешіледі.

Міне осындай қазбада жүргізілетін жұмыс та 3D Мах бағдарламасында моделденеді (4-сурет).



Сурет 4 - Нивелирлік жұмыс атқарылып жатқан тасымалдау қазбасының 3D моделі

Кен орындары нысандарын және өндірістік құрылыстарды модельдеудің компьютерлік жүйесі рудалық нысандарды геологиялық-экономикалық бағалауда блоктық модельдер құруға негізделген. Блоктық модельдерді құру мына әрекеттерден тұрады:

1. Кен орындарын геостатикалық зерттеу. Зерттелінетін массивте мұндай компьютерлік есептерді шешу Датамайн жүйесінде және де австралиялық Сноуден компаниясының VISOR бағдарламасында жүзеге асырылады.

2. Кен орындарын каркастық моделдеу. Каркастық моделдерді құру рудалық денелер мен минералдану аймақтарын контурлаудан тұрады.

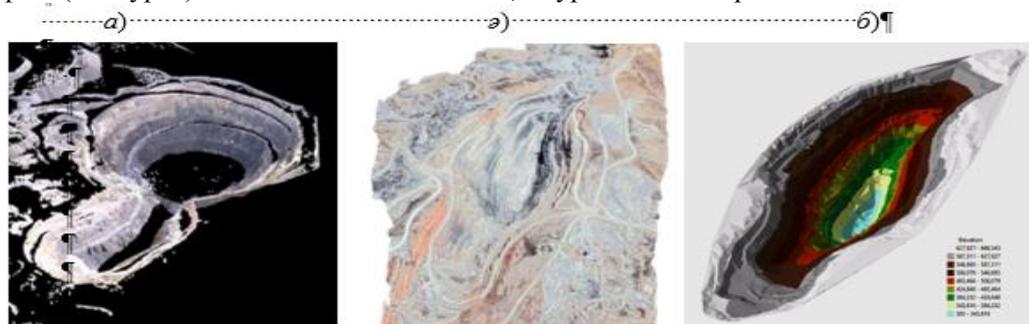
3. Кен орындарын блоктық моделдеу. Блоктық моделдеу геологиялық қорларды жоғары деңгейдегі дәлдікте бағалауға, қажетті көрсеткіштерді тез есептуге мүмкіндік береді.

Карьердің үш өлшемдік модельдерін құрастыруда карьер қиябеттерін лазерлік сканерлеуден алынған электрондық деректердің көлемі камералдық жағдайдағы барлық құрылымдық элементтерді: жарықшақтарды, бұзылыстарды, литологиялық айырымдардың шекараларын, деформацияларды және т.б. алуға, сандық түрде массивтің моделін құруға және оны геомеханикалық есептерге енгізуге мүмкіндік туғызады.

Лазерлік сканирлеу арқылы да 3D моделдер алуға болады. Десекте, лазерлік сканерлеуде, ғарыштық суреттерде координаталық тордың жоқтығы, кен өндіріп жатқан учаскелердің, тау-кен телімдерінің шекаралары көрінбейді, яғни тау-кен жұмыстарының даму планында бейнеленген қажетті мәліметтер бейеленбей шығады. Бұл жағдайда ГАЗ технолгиясы арқылы ұңғымаларды, көлік жолдары, қиябеттер және т.б. деректерд сканның үстіне сызылып, тау-кен жұмыстары дамуының планы алынады. Осы жолмен жасалған планның өзіндік ерекшелігі бар: ол дәл, пайдлануға ыңғайлы және үшөлшемде жасалғандығы. Егерде кәсіпорнында тау-кен жұмыстары

дамуының планы болса жеткілікті. Тек оған 3D моделді сканды «жауып», тау-кен жұмыстарының планы мен сканды біріктіру қажет.

Кен орындарының үшөлшемдік модельдерін жасауда, екі карьерден (Центральный және Восточный) карьерлерінен тұратын «Акжал» кенорнында оның геомеханикалық жағдайы зерттелді, рудалық денелерді модельдеу жүргізілді. Кен орнының «Восточный» карьерін үшөлшемді модельдеудегі сканирлеуден алынған нүктелер бұлты 5,а-суретінде, «Центральный» карьерінің ғарыштық суреті (5.ә-сурет) және оның 3D моделді 5,б-суретінде келтірілген.



Сурет 5 - «Акжал» кенорнында алынған нәтижелер

Мұндай жұмыстың нәтижесі, яғни тау-кен жұмыстары дамуының планын сканның 3D – моделімен беттестірудің тау-кен кәсіпорнындағы графикалық документтерді жасап, жаңартып отыруда үлкен маңызға ие. Мұндай модельдермен жұмыс істеу тау-кен техникалық мәселелерді шешуге мүмкіндік туғызып қана қоймайды, сонымен қатар ғылыми-зерттеу қызметкерлерінің алдында заманауи аналитикалық және сандық әдістерді қолдануға кең жол ашады және кен қазбалары төңірегіндегі кернеулі-деформацияланған күйі жайында толық мәлімет алынады.

Геоинформациялық жүйені (ГАЗ) қолданып 3D модельдеу карьердегі және жер астындағы тау-кен жұмыстарының даму бағытын, тау-кен жұмыстарының көлемін анықтауда, құрылымдық блоктардың өлемдері мен жатыс элементтерін айқындауда және карьер беткейлерінің орнықтылығын зерделеуде таптырмайтын тәсіл.

#### Әдебиет

1. Нұрпейісова М.Б. Машановтың ғылыми мектебі.- Алматы: Искандер, 2016.- 182 б.
2. Середович В.А., Комиссаров А.В. Наземное лазерное сканирование: Монография / - Новосибирск: СГГА, 2009. - 261 с.
3. Нұрпейісова М.Б. Геомеханика. Оқулық.- Алматы: ЖООҚ «Дәуір», 2000.-124 бет.
4. Нурпеисова М.Б., Кигизбаева Д.М. Лазерная съемка трещиноватости горных пород и создание 3D моделей// Сб.научн. статей межд.НПК «Проблемы и пути инновационного развития ГМК»,-Ташкент, 2014. С.-55-60.

#### А. Абдыбек

##### Создание трехмерных моделей капитальных горных сооружений

**Аннотация.** В статье представлена информация об особенностях создания 3D моделей капитальных горных объектов любого (открытого, подземного) горного сооружения и применяемых в нем программах продуктов.. Приведены результаты трехмерного моделирования трехмерной карьера и подземных капитальных выработок, как: вертикальный ствол, околоствольный двор, квершлаг, штреки, а также проведения сложных маркшейдерских измерений.

**Ключевые слова:** месторождение, капитальные горные выработки, моделирование, программы, маркшейдерская съемка.

#### A. Abdybek

##### Creating three-dimensional models of capital mining structures

**Abstract.** The article provides information about the features of creating 3D models of capital mining facilities of any (open, underground) mining structure and the software products used in it.. The results of three-dimensional modeling of a three-dimensional quarry and underground capital workings, such as: a vertical shaft, a near-barrel yard, a turnbuckle, drifts, as well as complex surveying measurements, are presented.

**Keywords:** field, capital mine workings, modeling, programs, survey.

**Б. Адебиет, Ф.А. Илиуф, Ж.М. Балаганова, Т.Б. Оразалиев**

*Научный руководитель - Орынбасарова Э.О. ассоц.профессор, доктор PhD*

*Научный руководитель - Айтказинова Ш.К. сениор-лектор, доктор PhD*

*Научный руководитель – Кожжаев Ж.Т. доктор PhD*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[fatimkaa99@gmail.com](mailto:fatimkaa99@gmail.com)

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены методы создания карты землетрясений на облачной платформе ArcGIS Online, в которой были проделаны совместные работы по сбору информации, визуализации и анализа. Благодаря, функции совместного использования ресурсов, используя созданную личную группу, были рассмотрены очаги землетрясений во всем мире, были выявлены причины возникновения землетрясений и следствия, который ведут за собой стихийные бедствия такого уровня.*

***Ключевые слова:** землетрясения, ArcGIS online, цунами, слои, тектонические плиты.*

Землетрясение - это внезапное сотрясение поверхности земли. Эти толчки могут быть вызваны многими причинами, и землетрясения делятся на следующие основные категории по происхождению: движение земной коры, вызванное выделением энергии в результате деформации горных пород, вулканические, техногенные и обвальные. Наиболее частыми и сильными являются землетрясения, вызванные движением земной коры. Напряжение, вызванное движением земной коры, со временем накапливается. Когда прочность превышает предел, порода разрушается, выделяется энергия и деформируется в виде упругой вибрации (сейсмической волны). Область внутри земли, где возникают разломы и возникают сейсмические волны, называется очагом землетрясения. Основное внимание уделяется месту возникновения землетрясения.

Геологическая служба США поддерживает программу быстрой глобальной сейсмической оценки (PAGER). Это автоматизированная система, используемая для быстрой оценки степени воздействия, количества серьезно пострадавших людей и населенных пунктов, количества возможных смертей и размера финансовых потерь. Расчетная потеря вызывает соответствующий сигнал с цветовой кодировкой, который определяет рекомендуемый уровень реакции (красный, оранжевый, желтый, зеленый или отсутствие) (рис. 1).

Карты и слои, предоставленные Esri, напрямую предоставляют информацию о недавних землетрясениях через это программное обеспечение PAGER. События отслеживаются 24 часа в сутки, обновляются каждые 5 минут.

Это означает, что как только вы почувствуете или услышите о землетрясении, вы можете открыть этот слой и узнать точную информацию о местоположении, величине, глубине, ПЕЙДЖЕРЕ или предупреждении о цунами. Существует также прямая ссылка на официальную страницу мероприятия USGS для получения дополнительной информации.

Также включен слой полигона сотрясения, который обеспечивает карту движения земли и интенсивности сотрясений с использованием шкалы Modified Mercalli Intensity, которая помогает определить протяженность затронутых областей. [1].

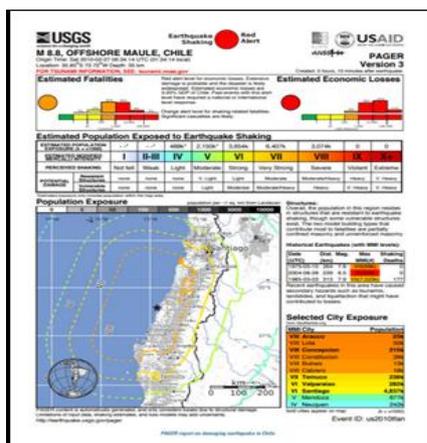


Рисунок 1 – Программа быстрой глобальной сейсмической оценки

В Казахстане также имеется национальный центр данных (КНЦД), где можно подробно узнать о статистических сейсмологических данных, сетях наблюдений.

Исходные данные. С официальной страницы геологической службы США (USGS) были получены данные о землетрясениях за последние семь дней. Данные предоставлены в текстовом формате CSV (рис. 2), далее визуализированы в ArcGIS Online. [4].

Event ID	Magnitude	Event Type	Significance	Alert Level	Location	Hours Old	Event Time
us7000d8f	8.1	earthquake	1 015	GREEN	Kermadec Islands, New Zealand	359	3/5/2021, 1:28 ДП
at00qpgm3n	8.0	earthquake	985		Kermadec Islands region	359	3/5/2021, 1:28 ДП
at00qbedd	7.9	earthquake	960		southeast of the Loyalty Islands	893	2/10/2021, 7:19 ПП
us6000dg77	7.7	earthquake	916	GREEN	southeast of the Loyalty Islands	893	2/10/2021, 7:19 ПП
us7000d83	7.4	earthquake	843	GREEN	Kermadec Islands, New Zealand	361	3/4/2021, 11:41 ПП

Рисунок 6 – Данные с геологической службы США

В проект были загружены все землетрясения за последние 30 дней. Принцип отображения: были классифицированы на 5 классов по силе магнитуды (рис. 3).

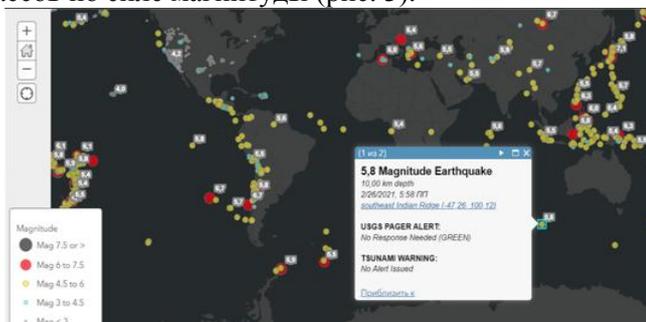


Рисунок 7 – Карта землетрясений по данным USGS

При большом объеме данных, в нашем случае — это точки землетрясений, для наглядной визуализации используется карта интенсивности, которая создается на основе плотных точек с высокой частотой. В результате на карте интенсивности все точки классифицируются по плотности и частоте и в результате получаются области с наибольшим числом (очагов) горячих точек (рис.4).



Рисунок 8 – Карта интенсивности землетрясений

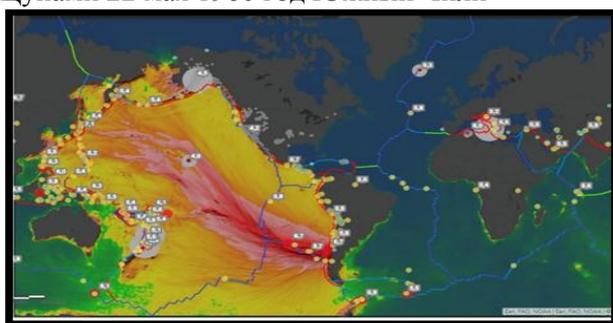
Для выявления причин возникновения землетрясений в проект были добавлены слои открытого доступа, предоставляемые ArcGIS Online: границы тектонических плит, карты энергии цунами, землетрясения с USGS PAGER. [2] Тектонические плиты были классифицированы по типам их относительных перемещений. Для лучшего визуального отображения нескольких слоев была выбрана базовая карта “темно-серое полотно” (рис.5).



Рисунок 9 – Границы тектонических плит и точек очагов землетрясений

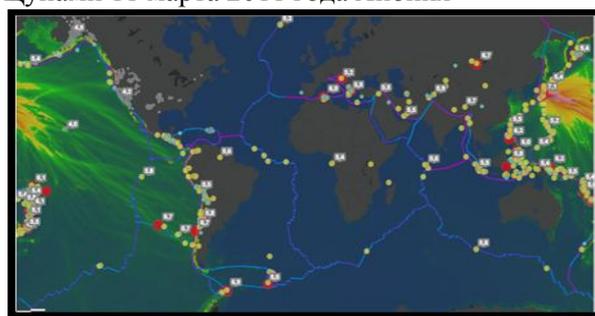
Следствия соприкосновения тектонических плит в океане из-за огромного выброса энергий формируются цунами. Используя данные от центра предупреждения о цунами в Тихом океане (PTWC) был создан слой, который отображает отдельные крупные исторические события цунами. [3] Эпицентры цунами визуализированы виде точек по силе магнитуды. На картах с помощью цветовых шкал от зеленого до красного визуализировано распространение разрушительных волн в океанах (табл.1).

Таблица 1 - Энергетические карты цунами  
Цунами 22 мая 1960 год Южный Чили

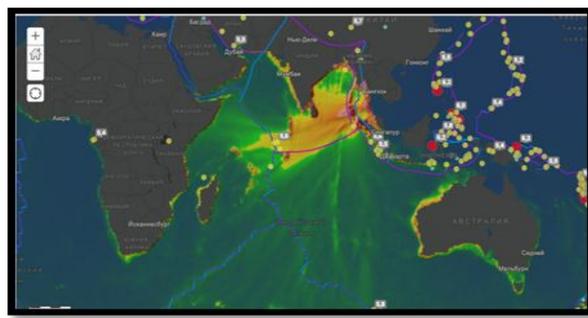
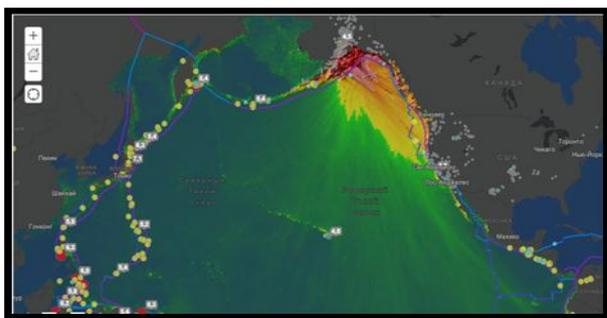


Цунами 28 марта 1964 года Аляска

Цунами 11 марта 2011 года Япония



Цунами 16 декабря 2004 года Суматра, Индонезия



## Заклучение

Землетрясения являются актуальной темой для исследования. При изучении тектонических плит было выявлено, что наиболее частые очаги землетрясений возникают на местах тектонических плит с типом относительных перемещений сходящихся (конвергенция) выраженной субдукцией и коллизией. Также стоит отметить, что наиболее активные зоны в отношении землетрясений это Тихоокеанский пояс, проходящий вдоль почти всего побережья Тихого океана, то есть на эти участки приходится почти 90% всех землетрясений происходящие во всем мире. В местах, где землетрясения происходят в океанах, из-за соприкосновения тектонических плит приводят к большим выбросам энергий, в следствии побудившие сильнейшие цунами, которые настигают прибрежные государства через 1-2 часа после самого землетрясения. Платформа ArcGIS Online открывает большие возможности для создания 2Д и 3Д карт, также создание локальных и глобальных сцен, что является очень доступным и удобным для мониторинга стихийных бедствий.

## Литература

1. USGS [Электронный ресурс]: Модифицированная шкала интенсивности Меркаллит. URL: [https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/science/modified-mercalli-intensity-scale?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/science/modified-mercalli-intensity-scale?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)
2. В.Г. Бондур, В.Ф. Крапивин, И.И. Потапов, В.Ю. Солдатов, “Природные катастрофы и окружающая среда”. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2012. - №1. – С. 3-150
3. Т. К. Злобин, “Геодинамические процессы и природные катастрофы”. Южно-Сахалинск Издательство СахГУ. – 2014. – С.4-5
4. ArcGIS [Электронный ресурс]: Галерея уроков. URL: <https://learn.arcgis.com/ru/projects/modify-vector-tile-styles-to-illustrate-earthquakes/>

**Б. Адебьет, Ф.А. Илиуф, Ж.М. Балаганова, Т.Б. Оразалиев**

### Табиғи апаттардың интерактивті картасын жасау

**Андағпа.** Бұл мақалада ArcGIS Online бұлтты платформасында жер сілкінісі картасын құру әдістері талқыланады, онда ақпарат жинау, визуалдау және талдау бойынша бірлескен жұмыс жүргізілді. Ресурстарды бөлісу функциясының арқасында құрылған жеке топты қолдана отырып, бүкіл әлем бойынша жер сілкіністерінің көздері зерттелді, жер сілкіністерінің себептері және осы деңгейдегі табиғи апаттарға әкелетін салдары анықталды.

**Түйін сөздер:** жер сілкінісі, ArcGIS онлайн, цунами, қабаттар, тектоникалық плиталар.

**B. Adebiet, F.A. Iliouf, J.M. Balaganova, T.B. Orazaliev**

### Development of an interactive disaster map

**Abstract.** This article discusses methods for creating an earthquake map on the cloud platform ArcGIS Online, in which joint work was done on collecting information, visualizing and analyzing. Thanks to the resource sharing function, using the created personal group, the sources of earthquakes around the world were examined, the causes of earthquakes and the consequences that lead to natural disasters of this level were identified.

**Keywords:** earthquakes, ArcGIS online, tsunamis, layers, tectonic plates.

**М.А. Алпысбай<sup>1</sup>***Научный руководитель – Калдыбаев А. А., PhD, и. о. доцента*<sup>1</sup>*Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы*<sup>2</sup>*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*[marua.alpysbay@gmail.com](mailto:marua.alpysbay@gmail.com)

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДЗЗ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ**

***Аннотация.** В этой статье рассмотрены основные принципы использования данных дистанционного зондирования земли, проанализированы влияния мелиоративных мероприятий на природную среду, также перечислены плюсы и минусы использования данных ДЗЗ. Кроме того были вычислены вегетационные индексы на территорию юго-западного Балхаша, которую в свою очередь помогут сделать мониторинг за геоморфологическими процессами, так как они являются решающим фактором при ландшафтном планировании.*

***Ключевые слова:** дистанционное зондирование земли, Sentinel-2, мелиорация, космические снимки, дешифрование, вегетационные индексы.*

В пределах мелиорируемых водосборов происходят интенсивные процессы преобразований природных условий. При интенсивном развитии оросительных мелиораций нарушаются экологические условия районов поливного земледелия и прилегающих к ним территорий – истощаются реки, иссушаются дельты и поймы, появляются очаги лесолевых выносов, естественный почвенный покров подвергается процессам аридизации. Примером катастрофического ухудшения экологической обстановки вследствие нерационального использования водных ресурсов является бассейн Аральского моря, где за 1960-1985 гг. использование стока рек в основном на нужды орошения возросло с 24 до 95%. В 1896 году обе главнейшие речные артерии Средней Азии уже не донесли своих вод до Аральского моря. Обсохли тысячи километров бывшего морского дна, породив тем самым возникновение мощнейших солепылевыносов, приводящих к снижению урожайности сельскохозяйственных культур на территории многих областей Средней Азии и Казахстана. Экологическая обстановка приобрела критический характер, а санитарно-эпидемиологическая ситуация стала опасной для жизни и здоровья людей. С целью предотвращения подобных катастрофических явлений разрабатываются методики наблюдения и контроле за состоянием речных водосборов, за спецификой водопотребления, рациональностью водопользования. Методики базируются на комплексном применении как традиционных средств наземных наблюдений, так и дистанционных данных. Ведь цифровизация и технологии точного земледелия - это лишь инструмент повышения эффективности управления производством, эффективного использования имеющихся материальных, технических, финансовых, сырьевых и трудовых ресурсов с целью максимизации прибыли от производственной деятельности. На данный момент данные дистанционного зондирования используются очень часто. Дистанционные исследования включают в себя телевизионные съемки из космоса, космические фотографирование, аэрофотосъемки, осуществляемые в различных зонах электромагнитного спектра (видимой, инфракрасной, радиодиапазон и т.д.). [1]

Успешное применение аэрокосмических методов для изучения оросительных мелиораций обусловлено тем, что на поверхности мелиорируемых водосборов происходят интенсивные процессы изменений физиономических компонентов ландшафта. К ним относятся:

- Повышение увлажнения почвенного покрова в пределах расположения оросительных систем;
- Изменение характера растительного покрова на поливных землях;
- Обсыхание дельтовых и пойменных участков водосборов (отмирание влаголюбивой растительности, обсыхание озер);
- Появление водохранилищ в руслах рек;
- Появление ирригационно-сбросных озер по периферии массивов орошаемых земель;

- Появление объектов искусственной гидрографической сети в виде ирригационных каналов, оросителей, коллекторов и дрен,
- Исчезновение естественной гидрографической сети в устьевых участках рек;
- Обсыхание берегов и сокращение акватории внутренних озер и морей, являющихся приемниками стока рек.

Все эти процессы влияют на отражательные свойства природных объектов, в связи с чем приобретают роль индикационных признаков развития поливного земледелия в пределах изучаемых водосборов. На снимках влажная почва в видимой зоне спектра выглядит более темной, чем несущенная почва и пески пустынь. Потемнение фототона усиливает и густая, сочная зелень сельскохозяйственных угодий, контрастирующая со светлым фототонном естественной эфемерной растительности. Планировка полей и строение оросительной сети создают, в зависимости от масштаба, мелкоячеистую и мозаичную структуру изображений освоенных земельных массивов. Дешифровочные признаки орошаемых земель основаны на указанных особенностях формирования фототона и структуры изображения. Они позволяют оценить площади поливных земель. Для многих районов посевного земледелия в виде априорной информации определены значения удельного водопотребления, т.е. расхода речных вод на 1 га посевов при принятом характере севооборота. Так, для районов хлопкового севооборота удельное водопотребление составляет в голодной степи – в среднем 10000 м<sup>3</sup>/га, в Чиссарской долине – 7000 м<sup>3</sup>/га, при свекловичном севообороте в Чуйской долине – 5700 м<sup>3</sup>/га и т.д. Площадь орошаемых массивов, полученная по изображениям из космоса, в сочетании с данными по удельному водопотреблению несет информацию об объемах речного стока, использованного на орошение. Оценить объемы водопотребления на орошение в каком-либо конкретном районе можно также путем построения зависимости объемов от площади орошаемых земель. Дешифрирование площадей поливного земледелия по нескольким последовательным снимкам позволяет установить динамику развития орошения в данном районе и дать рекомендации на будущее в смысле размещения и прироста поливных земель. Индикационным признаком предельного использования речного стока на хозяйственные нужды является исчезновение речных русел в устьевых створах вследствие их пересыхания. По этой же причине многочисленные притоки основных рек Средней Азии при выходе из горных ущелий имеют характерный рисунок, называемый «ввером орошения», ниже которого основное русло реки дешифрируется уже в виде пересохшего водотока или не просматривается совсем [1].

В качестве показателя непроизводительных затрат стока при осуществлении мелиоративных мероприятий может быть использована информация о накоплении сбросных вод с орошаемых земель в понижениях рельефа. При этом образуются так называемые ирригационно-сбросные озера. По периферии крупных оросительных систем Средней Азии появились и увеличиваются в размерах искусственные водоемы такие как ряд озер в Каршинской степи и вблизи Бухарского оазиса. Подпитываются сбросными водами Арнасайского озера, интенсивно заполняются Сарыкамышская котловина. За период с 1975 г. по 1982 г. Акватория Сарыкамышского озера увеличилась с 1120 до 3500 км<sup>2</sup>, что соответствует потерям 2-5 км<sup>3</sup>/год воды, представляющим основной объем непроизводительных затрат стока вследствие назких КПД оросительных систем низовьев Амударьи. Индикатором нерационального использования поливных вод является также засоление орошаемых земель, проявляющееся в виде светлых пятен на фоне сельскохозяйственных угодий. По материалам космических съемок установлено, что наиболее сильному засолению подвержены земли в Прикуринской и Приараксинской полосе, а также в Мургабском оазисе. Постепенное улучшение мелиоративной обстановки (в смысле эффективной борьбы с засолением) обнаружено по снимкам в Голодной степи и Ферганской долине. Таким образом, методика приближенной оценки водопотребления может быть использована для речных бассейнов, водосборы которых расположены как на

территории нашей страны, так и в пределах соседних государств (Или, Иртыш и др. реки). Знаете ли вы, что NDVI [1-2] (нормированный дифференцированный индекс почвенного покрова) не является единственным показателем отображения здоровья растений? Не менее ста вегетационных индексов сейчас распространено. Фактически, каждый растительный покров представляет собой известное сочетание (формулу) отражающих свойств (вода, хлорофилл, пигменты и т. д.), измеряемых датчиками по двум или более каналам с разными длинами волн, которые определенным образом характеризуют состояние растений.

С продвижением датчиков спутники наблюдения за Землей развивают дистанционное зондирование с новыми данными, которые улучшают существующие аналитические методы. По этим можно ли вы узнать реальную получаемую урожайность? На пике вегетационного периода, согласно пику NDVI, можно сделать очень хороший прогноз. Предполагаемые отклонения составляют от 4% до 24%. Средняя (в течение многих лет) прогнозная погрешность не превышает 20%. Это может показаться ужасной ошибкой, но на самом деле это даже хороший показатель. А точные прогнозы можно сделать используя другие методы. Урожайность можно прогнозировать не точкой роста уровня NDVI, а среднесрочным или, по крайней мере, сезонным течением роста NDVI по сравнению с предыдущим годом. В сильно засаженных культурах индекс помогает быстро и четко распознать наличие проблемы и показывает, каким отраслям следует уделять больше внимания. Нормальная съемка часто не может запечатлеть зеленые тона, однако NDVI может это сделать. На 1-рисунке показана карты разных индексов вычисленных на территорию юго-западной части Балхаша, Казахстан, которые помогают увидеть все геоморфологические процессы в этой области. А на 2-рисунке (б) график изменения вегетационных параметров в течение 6 месяцев. Таким образом, с помощью вегетационных индексов можно получить комплексную информацию об объектах, в том числе и об сельскохозяйственных полях [3].

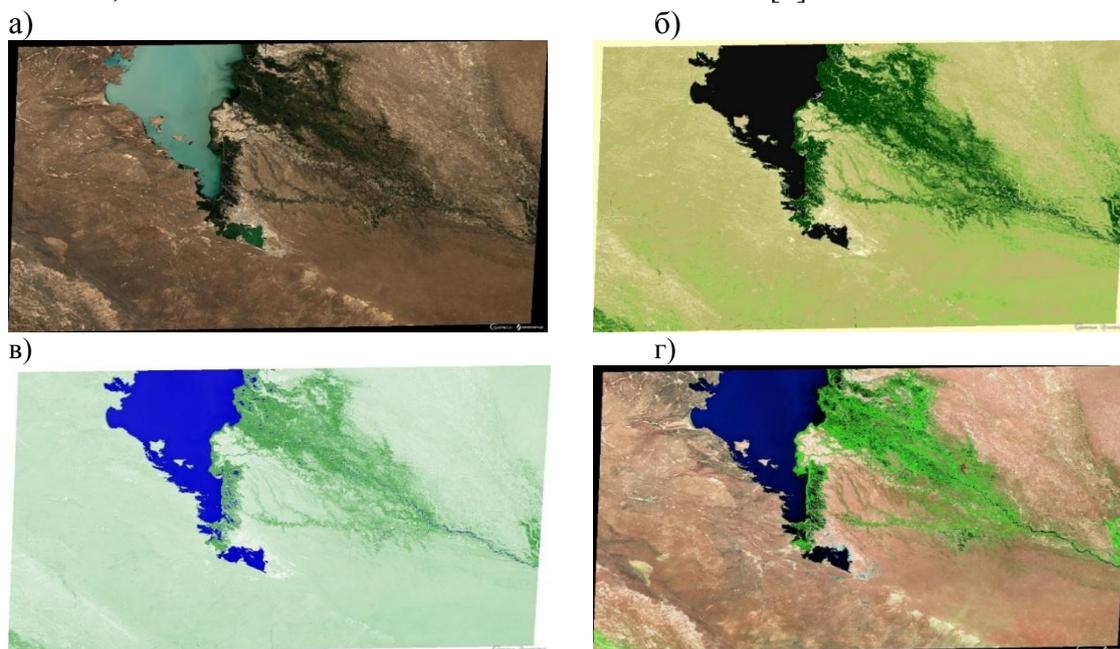


Рисунок 1 - Юго-западная часть Балхашского озера (на основе данных ДЗЗ Sentinel-2 на дату 31.08.2020 г.): а) в естественном цвете; б) карта NDVI; в) карта NDWI; г) карта SWIR

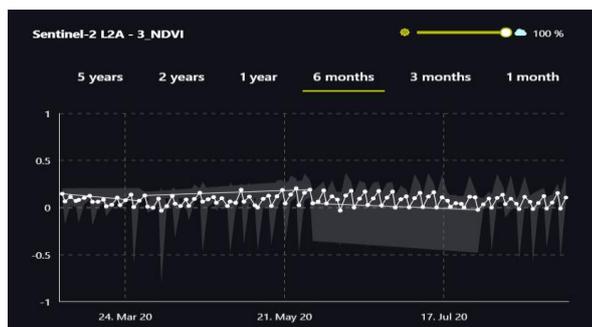


Рисунок 2 - График изменения значений индекса NDVI на исследуемую территорию с 01 марта по 31 августа 2020 года на территории юго-западного Балхаша

### Литература

1. Кирилова О. В., Чуба А. Ю. Эффект использования спутниковых навигационных систем и ГИС-технологий в сельском хозяйстве //Сельский механизатор. – 2018. – №. 12. – С. 2-3.
2. Bandyopadhyay S. et al. Assessment of land suitability potentials for agriculture using a remote sensing and GIS based approach //International Journal of Remote Sensing. – 2009. – Т. 30. – №. 4. – С. 879-895.
3. Bill R., Nash E., Grenzdörffer G. GIS in Agriculture //Springer handbook of geographic information. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. – С. 461-476.

**М.А. Алпысбай**

#### Мелиорациялық іс-шаралардың табиғи ортаға әсері ету дәрежесін бағалау үшін ЖҚЗ деректерін қолдану

**Аннотация.** Бұл мақалада Жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдаланудың негізгі қағидаттары қарастырылған, мелиорациялық іс-шаралардың табиғи ортаға әсері талданған, сондай-ақ ЖҚЗ деректерін пайдаланудың артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Сонымен қатар, Балқаштың оңтүстік-батысындағы вегетациялық индекстер есептелді, бұл өз кезегінде геоморфологиялық процестерді бақылауға көмектеседі, өйткені олар ландшафтты жоспарлауда шешуші фактор болып табылады.

**Ключевые слова.** Жерді қашықтықтан зондтау, Sentinel-2, мелиорация, ғарыштық суреттер, деширлеу, өсімдік индекстері.

**М.А. Alpysbay**

#### Application of remote sensing data to assess the degree of impact of land reclamation measures on the natural environment

**Abstract.** This article discusses the basic principles of using remote sensing data, analyzes the impact of land reclamation measures on the natural environment, and lists the pros and cons of using remote sensing data. In addition, vegetation indices were calculated for the territory of south-western Balkhash, which in turn will help to monitor geomorphological processes, since they are a decisive factor in landscape planning.

**Keywords.** remote sensing of the Earth, Sentinel-2, land reclamation, satellite images, decoding, vegetation indexes.

УДК 378.147

**Т. Аманжол, А. Орынғали**

*Научный руководитель — Н.Ш. Танкиева сениор-лектор, магистр пед. наук*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[aabvbylay@gmail.com](mailto:aabvbylay@gmail.com)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОГО СТОРИТЕЛЛИНГА ДЛЯ ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ЛИЧНОСТИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧЕНОГО АҚЖАНА МАШАНИ

**Аннотация.** Статья посвящена теме популяризации личности и деятельности выдающегося казахского ученого Акжана Машани на основе создания цифровых историй/мультфильмов о нем. Для этого в статье рассказывается об использовании одной из эффективных технологий обучения дистанционного образования — цифрового сторителлинга. Приводятся результаты соцопроса, проведенного среди молодежи на знание личности Акжана Машани и вклада, внесенного им в науку и культуру Казахстана, в виде диаграмм. Анализируются различные сайты и программы для создания цифровых историй. Даны QR-коды цифровых историй/мультфильмов про А. Машани, созданных студентами SU на занятиях по дисциплине «Русский язык. Продвинутый уровень» в качестве СРСП.

**Ключевые слова:** Акжан Машани, образовательная технология, цифровой сторителлинг, цифровая история, QR-код.

В 2021 году исполняется 115 лет выдающемуся ученому, академику Акжану Жаксыбековичу Машани. Он один из основателей Национальной Академии наук Республики Казахстан, вместе с выдающимися русскими учеными П.К. Соболевским и П.А. Рыжовым заложил основы геомеханики и стал основателем казахстанской школы геомехаников. А. Машани признан первооткрывателем крупных месторождений золота и полиметаллов Акбастау и Кусмурын, возможные места расположения которых были предсказаны разработанными им теоретическими основами геомеханики.

Машани внес большой вклад в популяризацию науки в Казахстане: он основатель казахской научно-популярной и научно-фантастической литературы. В этом направлении им написаны книги «Как образовались горы», «Тайна Земли» (с предисловием К.И. Сатпаева), «Путешествия в недра Земли».

А.Ж. Машани известен и как родоначальник фарабиведения в Центральной Азии. Изучению наследия аль-Фараби он посвятил 15 лет своей жизни. Им опубликовано 32 научных труда, в том числе две монографии о наследии Фараби, после его смерти остались более 150 печатных листов рукописи об аль-Фараби.

Акжан Машани имеет непосредственное отношение к нашему университету: он выпускник нашего вуза и с 1950 г. до самой смерти работал в КазНИТУ имени К. Сатпаева.

Но что же знает о нем молодежь Казахстана и новое поколение нашего университета? Для этого мы решили провести социальный опрос через «Google Forms» (рисунок 1).

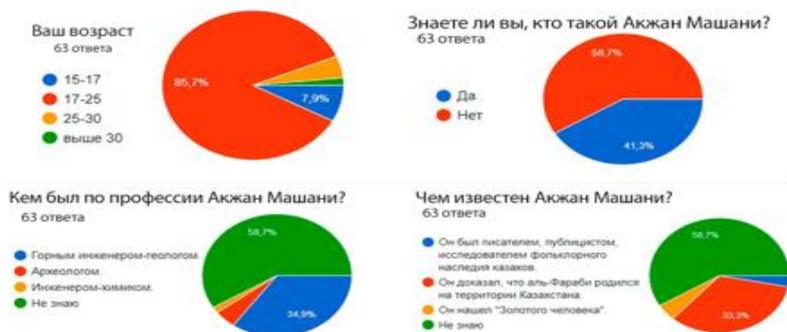


Рисунок 1 - Социальный опрос через «Google Forms»

Как видно по диаграммам, больше половины респондентов не знают, кто такой Акжан Машани, чем он занимался и какой вклад он внес в науку и развитие культуры Казахстана. По нашему мнению, для решения этой проблемы — популяризации личности и деятельности Акжана Машани среди молодежи — можно использовать одну из эффективных образовательных технологий — цифровой сторителлинг.

Цифровой сторителлинг – это искусство увлекательного рассказа, включающее в себя анимацию, аудио-, видео- и текстовые материалы с использованием цифровых технологий. В современном мире, когда люди не хотят тратить много времени на получении информации, данная образовательная технология дает возможность в увлекательной и занимательной форме рассказывать о сложных понятиях. При помощи такого визуального представления легко, хорошо и просто усваивается информация.

Цифровой рассказ развивает креативное мышление, компьютерные навыки, языковую грамотность, хорошую дикцию. Для создания цифрового рассказа основатель Центра цифрового сторителлинга Джо Ламберт предлагает 7 шагов:

1. Придерживайтесь своей точки зрения — это позволит вам стать ближе к аудитории.
2. Сюжет истории должен быть драматическим, чтобы создать интригу с самого начала и удерживать внимание зрителей.
3. Цифровая история должна быть эмоционально насыщена.
4. Экономно используйте язык повествования.
5. Придерживайтесь определенного ритма рассказа.
6. Следите за тембром голоса.
7. Используйте саундтрек для создания эмоционального отклика.

Главная задача цифрового рассказа — быть увлекательным и информативным, формат передачи информации не должен быть сухим. При озвучке текста следует использовать технику с хорошим микрофоном: закадровый голос должен быть четким, необходимо также обратить особое внимание на подбор соответствующего саундтрека и регулировку громкости музыки, в противном случае терется интерес зрителей.

Есть различные сайты и программы для создания цифровых историй. Одним из них является «Animaker» – это онлайн-сервис, позволяющий создать анимационные видео, не требующие специальных навыков, достаточно лишь зарегистрироваться на сайте. Его преимущества: возможность создать двух героев, есть большая библиотека бесплатных шаблонов, персонажей и подбора их действий; широкий выбор реалистичных выражений лица персонажей: имеется функция закадрового голоса с синхронизацией губ и возможность работать командой. Недостатками «Animaker» является лимит на экспорт видео и платная версия многих инструментов.

Для создания цифрового рассказа можно использовать мобильное приложение «Zepeto». В данном приложении можно изменить внешность персонажей, сменить их имидж и т. д. Единственный недостаток: чтобы изменить все детали, нужно заработать виртуальную валюту, участвуя в квестах.

После завершения создания анимации готовые видео можно редактировать в мобильных приложениях «InShot», «CupCut», «VN», «KineMaster», «VivaCut», «Videoleap».

В мобильном приложении «Comica» цифровой рассказ можно создать, редактируя свои фотографии в виде комиксов. Далее готовый материал нужно объединить через видеоредактор, добавляя закадровый голос и соответствующую тематике музыку.

Через приложение «VideoScribe» можно создать рисованный цифровой рассказ. Его преимуществом является удобный интерфейс. Оно позволяет выбрать размер видео, частоту кадров, возможность регулировать длительность анимации.

Студенты 1-го курса казахского отделения технического вуза решили внести свой вклад в популяризацию личности Акжана Машани и при изучении дисциплины «Русский язык. Продвинутый уровень» создали к его 115-летию юбилею цифровые истории/мультфильмы на тему: «Природа-мать! когда бы таких людей Ты иногда не посылала миру, Заглохла б нива жизни...» в качестве СРСП (рисунок 2). Эти цифровые истории/мультфильмы опубликованы на их YouTube-каналах, и в дальнейшем их можно разослать по социальным сетям для распространения среди молодежи.



Рисунок 2 - QR-коды цифровых историй/мультфильмов про А. Машани

На наш взгляд, цифровой сторителлинг – это один из эффективных современных технологий, облегчающих учащимся восприятие информации в образовательном процессе. Он прекрасно показал себя в условиях дистанционного обучения. Создание цифровых историй способствует развитию у

студентов конкурентоспособности, креативного мышления, технических и коммуникативных навыков, учит анализу, грамотному подбору и визуальному восприятию информации. Использование технологии цифрового сторителлинга имеет огромное значение и для популяризации имен, идей великих деятелей науки и культуры, таких, как Акжан Машани, среди учащихся, студентов, населения в целом, и не позволит их именам исчезнуть в водовороте времени.

### Литература

1. Логинова А. В. Цифровое повествование как способ коммуникации на иностранном языке. // Молодой ученый. 2015. № 7 (87). С. 805-809.
2. Маняйкина Н.В., Надточева Е.С. Цифровое повествование: от теории к практике // Педагогическое образование в России. - 2015. - № 10. - С. 60.
3. Вольфович Е. В. Цифровой рассказ как инструмент формирования коммуникативной компетенции на занятиях по иностранному языку // Foreign Language in the System of Secondary and Higher Education. Materials of the IV international scientific conference. - 2014. - С. 134-135.
4. Сильвестр, Р. и Гринидж, У. (). Цифровое повествование: расширение возможностей для борющихся писателей. — Учитель чтения — 2009. — 63 (4). — С. 284-295. <https://www.learntechlib.org/p/109750/>

**Т. Аманжол, А. Орынгали**

#### **Ғалым Ақжан Машанидің тұлғасы мен қызметін дәріптеу үшін цифрлық сторителлингтің білім беру технологиясын пайдалану**

**Андатпа.** Мақала қазақтың көрнекті ғалымы Ақжан Жақсыбекұлы Машаниді ол туралы цифрлық әңгімелер/мультфильмдер жасау негізінде таныту тақырыбына арналған. Ол үшін мақалада қашықтықтан білім берудің тиімді технологияларының бірі — Цифрлық сторителлингті қолдану туралы айтылады. Жастар арасында Ақжан Машанидің жеке басы мен қызметін білуіне тексерілген "Google Forms" арқылы жүргізілген әлеуметтік сауалнаманың нәтижелері диаграмма түрінде келтірілді. Цифрлық әңгімелер жасау үшін әртүрлі сайттар мен бағдарламалар талданды. СУ студенттерінің «Орыс тілі. Жоғары деңгей» дисциплина уақытында жасалған А. Машани туралы цифрлық әңгімелер/мультфильмдердің QR кодтары берілген.

**Түйін сөздер:** Ақжан Машани, білім беру технологиясы, цифрлық сторителлинг, цифрлық әңгімелер, QR-код.

**T. Amanzhol, A. Oryngali**

#### **The use of digital storytelling educational technology to popularize the personality and activities of the scientist Akzhan Mashani**

**Abstract.** The article is devoted to the topic of popularization of the outstanding Kazakh scientist Akzhan Zhaksybekovich Mashani based on creating digital stories/cartoons about him. To do this, the article describes the use of one of the most effective technologies for teaching distance education — digital storytelling. The results of a survey conducted among young people through "Google Forms" on the knowledge of the personality and activities of Akzhan Mashani are presented in the form of diagrams. Various websites and programs for creating digital stories are analyzed. Given the QR codes of digital stories/cartoons about A. Mashanis created by SU students in the classroom in the discipline " Russian language. Advanced level ".

**Keywords:** Akzhan Mashani, educational technology, digital storytelling, digital history, QR code.

УДК 69.035.4

**К.Б. Амиралинова**

*Научный руководитель – Байгурин Ж.Д. доктор технических наук, профессор  
Satbayev University, г. Алматы. Қазақстан/  
[kamosik\\_97@mail.ru](mailto:kamosik_97@mail.ru)*

#### **МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ РАБОТ ШАХТЫ «10-ЛЕТИЯ НЕЗАВИСИМОСТИ КАЗАХСТАНА»**

**Аннотация.** Рассматривается маркшейдерское обеспечение горных работ одного из крупнейших хромитовых месторождений в мире, расположенного в Республике Казахстан, Актюбинской области, г. Хромтау. Месторождение «Алмаз-Жемчужина» шахты «10-летия

*Независимости Казахстана» вскрытый одним главным и двумя вентиляционными стволами. А разработка месторождения ведется этажным способом. Приводятся краткие сведения об опорных и съемочных сетях маркшейдерско-геодезического обоснования шахты.*

**Ключевые слова:** горнорудная промышленность, шахта, полигонометрический ход, маркшейдерское обоснование, пункты ГГС.

**Введение:** В такой знаменательный день, не только для нашего университета, а в целом для Казахстана, для меня гордость выступать на этой конференции имени К.И. Сатпаева. Он является крупнейшим ученым в области геологии, доктором геолого-минералогических наук, профессором, академиком АН Казахской ССР, который внес огромный вклад в развитие науки, производства и нашего родного университета с большой честью носящий его имя. К.И. Сатпаев оставил после себя большое поколение ученых, воспитал ряд научных кадров Казахстана и является огромной гордостью нашей страны.

**Основное содержание.** Горнорудная промышленность играет важную роль в экономике Республики Казахстан. Развитие тяжелой и легкой индустрии во многом определяется ростом добычи руд черных, цветных и редких металлов.

Горнорудная промышленность РК занимает одно из ведущих мест в мире по запасам сырья, объемам производства и техническому уровню.

Месторождение хромовых руд шахтного поля «10-летия Независимости Казахстана» является одним из уникальных месторождений по своим запасам и содержанию металлов в руде. Поэтому при проектировании рудника для его разработки необходимо использовать весь передовой опыт, повысить эффективность работ предприятия за счет внедрения последних достижений и техники.

Донским ГОКом постоянно проводится геологическое изучение месторождений, осуществляется до изучения условий размещения и локализации хромовых залежей, вещественного состава руд, инженерно-геологических, горнотехнических, геодинамических параметров месторождений, изучаются собственными силами и с привлечением специализированных, научно-исследовательских организаций, особенно, на стадии освоения глубинных горизонтов месторождений и строительства шахт.

В целом, по наличию достоверных запасов, производственный потенциал Донского ГОКа достаточно высок, что дает ему возможность успешно конкурировать с зарубежными фирмами аналогичного профиля, с каждым годом наращивая объемы добычи и производства ферросплавов за счет комплексного использования всех сортов (фракций) сырой руды.

Для построения горизонтов необходимо иметь данные о маркшейдерско-геодезическом обосновании шахты «10-летия Независимости Казахстана».

Сеть геодезического обоснования шахты «Десятилетия Независимости Казахстана» берет свое начало от пунктов триангуляции, которые расположены вокруг карьеров «Миллионное» и «Объединенное». Пункты ГГС выполнены по качеству 1 и 4 класса. Наименование пунктов триангуляции: Западная (1 класс), Вышка, Центральная, Донская и Горный. Последние пункты выполнены по 4 классу. Пункты триангуляции: Вышка, Центральная, Горная и Донская были построены в 1978 году для данного предприятия на основе пункта ГГС 1 класса.

Далее, из-за наличия застроенных территорий и труднодоступных мест, неровного условия рельефа применяются полигонометрические ходы 1 разряда.

Полигонометрические ходы должны быть замкнутыми или их следует прокладывать дважды. В случаях, когда полигонометрические ходы опираются на стороны с дирекционными углами, определенными независимо гироскопическим или другим способом, повторные ходы разрешается не прокладывать. В нашем случае дирекционные углы определялись гироскопом подрядной организацией.

Пролагается полигонометрический ход 1 разряда от пунктов Донская и Горный для передачи координат в ствол «Скипо-клетевой», находящийся сзади АБК. Тем более ошибка положения наиболее удаленного пункта полигонометрической сети шахтного поля по отношению к пунктам маркшейдерской опорной сети на земной поверхности или к исходному пункту подземной сети не должна превышать  $\pm 0,8$  мм. Характеристика точности приведена в таблице 1.

Таблица 1- Характеристика классов полигонометрии

Класс точности полигонометрии	Длина стороны,	Характеристика ходов	Средние квадратичные ошибки измерения	
			углов	линий

	км			
IV	0,25-2	10 км между твердыми пунктами	2.0	1:150 000
1 разряд	0,12-0,2	5-8 км между твердыми	5.0	1:20 000
2 разряд	0,08-0,15	4-6 км между твердыми пунктами	10.0	1:10 000

Измерение углов выполнялись по трехштативной системе. Погрешность центрирования теодолита и визирных сигналов должна быть не более  $\pm 1$  мм. Сеть триангуляции на поверхности шахтного поля уравниваются от общего к частному или от сложных сетей к простым. Горизонтальные углы в полигонометрических ходах первого разряда измерялись теодолитом Т5К способом без замыкания горизонта при числе направлений более двух.

После передачи координат отвесов в ствол, сеть внутри шахты пролагается полигонометрическими ходами 2-го разряда с количеством сторон не более трех. Измерения производятся теодолитом NICON AN-98404, с 30-секундной погрешностью.

Сеть триангуляции на поверхности шахтного поля уравниваются от общего к частному или от сложных сетей к простым. В местах примыкания ходов к исходным пунктам примычные углы измеряются относительно двух исходных направлений. Угловые невязки в ходах не должны превышать для полигонометрии 1-го разряда  $\sqrt{n_y}$ , где  $n_y$  – число измеренных углов, включая примычные.

Высотное обоснование данной шахты берет свое начало от пунктов нивелирных ходов 2 класса, на которые опираются нивелирные ходы 4 классов. Данные нивелирные ходы создавались методом геометрического нивелирования.

Допустимая невязка нивелирования 4 класса:

$$f_B = \pm 20_{мм} \sqrt{n} \quad (1)$$

где n-число пунктов в полигонометрическом ходе

Допустимая невязка в полигоне между пунктами Горная и Донская 31,6 мм; между пунктами Вышка и Горная 28,3 мм. Нивелирование производилось нивелиром НС4 с самоустанавливающейся линией визирования, рейки – шашечные, двусторонние 3-метровые с сантиметровыми делениями.

Из-за ведения горных работ пункт триангуляционной сети Центральная была потеряна, а пункт Западная деформировалась.

В настоящее время основой для развития горных работ и привязки к пунктам ГГС выполняют полигонометрические ходы 1-го разряда. Схема расположения пунктов ГГС приведена в рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема расположения пунктов ГГС и полигонометрический ход

Высоты пунктов для съемки земной поверхности и для выполнения других маркшейдерских работ определяют путем проложения нивелирных сетей 3 и 4 классов и сетей технического нивелирования, развиваемых в дополнение к существующим сетям нивелирования 1,2 и 3 классов.

При съемках земной поверхности с сечением рельефа через 2 и 5 метров в качестве высотой основы разрешается использовать пункты, высоты которых определены тригонометрическим нивелированием. При выполнении съемки земной поверхности в масштабе 1:5000 и крупнее на участках площадью более 50 км<sup>2</sup>, высотное обоснование разрешается создавать проложением только нивелирной сети 4 класса с длиной ходов примерно 3 км между расположенными рядом узловыми точками.

На участках, площадь которых превышает 50 км<sup>2</sup>, прокладывают нивелирные сети 3 и 4 классов, а на участках площадью более 2500 км<sup>2</sup> должны быть проложены нивелирные сети 2 класса. Привязка нивелирных сетей 3 и 4 классов к реперам нивелирной сети высших классов обязательна.

В дополнение к постоянным реперам по ходу нивелирования следует определять высоты устойчивых предметов местности (головки рельсов, валуны, забитые в стены штыри, столбы пни и т.д.).

Техническое нивелирование предназначено для определения высот пунктов аналитических и полигонометрических сетей 2-го разряда и точек объектов маркшейдерских съемок (устьев скважин, шурфов, обнажений горных пород и т.д.), для планировки площадок и определения объемов земляных работ, для составления различных профилей и для определения высот пунктов съёмочных сетей.

Исходными данными для технического нивелирования являются высоты реперов и пунктов государственной нивелирной сети. Техническое нивелирование выполняют в виде одиночных ходов между исходными пунктами или в виде систем ходов с узловыми точками. Системы нивелирных ходов уравнивают по классам по способу наименьших квадратов. Веса нивелирных ходов принимают равными величинами, обратно пропорциональным длине ходов, или величинам, обратно пропорциональным количеству штативов в ходах. Высоты пунктов нивелирования вычисляют до миллиметров.

Маркшейдерские сети в подземных горных выработках по их значению и точности определения положения пунктов систематизируют на подземные маркшейдерские опорные сети, съёмочные сети и разряда I и II съёмочные работы (съёмка подробностей).

Подземные маркшейдерские опорные сети прокладывают по капитальным горным выработкам. Исходными служат минимум три пункта, закрепленные в околоствольных выработках, координаты которых определены ориентирно-соединительными съемками относительно пунктов аналитической сети I разряда (сети триангуляции) или полигонометрии I разряда на земной поверхности. Определение пунктов маркшейдерских опорных сетей производят методом полигонометрии, в которой углы измеряют теодолитом с погрешностью  $m_{\beta} < \pm 20''$ , длины сторон – не ниже 1:3000 длины измеряемой линии. Полигоны с длиной более 2 км разделяют на секции, в каждой секции число углов не должно превышать 20.

**Выводы.** В целом, маркшейдерское обеспечение горных работ на рудниках является ответственной задачей. Маркшейдерские съёмочные сети являются основой для съёмки горных выработок и состоят из теодолитных ходов, прокладываемых для съёмки подготовительных выработок, и угломерных ходов, предназначенных для съёмки очистных забоев и нарезных выработок в очистных блоках. В свою очередь, они опираются на государственную геодезическую сеть (ГГС). Теодолитные ходы опираются на пункты опорной сети, угломерные – на пункты теодолитных и полигонометрических ходов.

## Литература

1. Технический проект шахты «Десятилетие Независимости Казахстана», «КАЗГИПРОЦВЕТМЕТ» Усть-Каменогорск, 1978г.

2. Маркшейдерия, Певзнер М.Е., Попов В.Н., «МГГУ», Москва, 2003г.

3. Маркшейдерские работы при строительстве и реконструкции шахт, Асаченков Л.М., «НЕДРА», Москва, 1987г. // Электронная версия на сайте: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-asachenkov-lm-marksheyderskie-raboty-pri-stroitelstve-i-rekonstrukcii-shaht-m.pdf>

4. Маркшейдерское дело часть 1, Ушаков И.Н., «НЕДРА», Москва, 1970г.

5. Маркшейдерское дело часть 2, Ушаков И.Н., «НЕДРА», Москва, 1970г.

К.Б. Амиралинова

«Қазақстан тәуелсіздігінің 10 жылдығы» шахтасындағы тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыздандыру

**Андатпа.** Қазақстан Республикасындағы Ақтөбе облысының, Хромтау қаласында орналасқан әлемдегі ірі хромит кен орнында, маркшейдерлік қамтамасыз ету және өңдеу мәселелері қаралды. «Алмаз Жемчужина» өрісі «Қазақстан тәуелсіздігінің 10 жылдығымен» бір негізгі және екі желдеткіш оқпанмен ашылады. Ал кен

орнында игеру қабатты әдістермен жүргізіледі. Шахтаның маркшейдерлік-геодезиялық негіздемесінің тірек және түсіру желілері туралы қысқаша мәліметтер келтіріледі.

**Түйін сөздер:** тау-кен кәсіпорны, шахта, полигонометриялық жүріс, маркшейдерлік негіздеу, мемлекеттік геодезиялық торап.

**К.В. Amiralinova**

### **Markshading support of mining works of the mines "10 years of independence of Kazakhstan"**

**Abstract.** The article deals with the survey support of mining operations of one of the largest chromite deposits in the world, located in the Republic of Kazakhstan, Aktobe region, Khromtau. The Almaz-Zhemchuzhina Deposit of the «10th anniversary of Independence of Kazakhstan» mine was opened with one main and two ventilation shafts. And the development of the field is carried out in a floor-by-floor way. Brief information about the reference and survey networks of the mine surveying and geodetic justification is provided.

**Keywords:** mining industry, mine, polygonometric course, mine survey, points of the GGS.

ӘОЖ 528.48

**Б.Т. Анетов**

*Ғылыми жетекшісі - Солтабаева С.Т. техн.ғылым.кандидаты*

*Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*

[Berik.anetov@mail.ru](mailto:Berik.anetov@mail.ru)

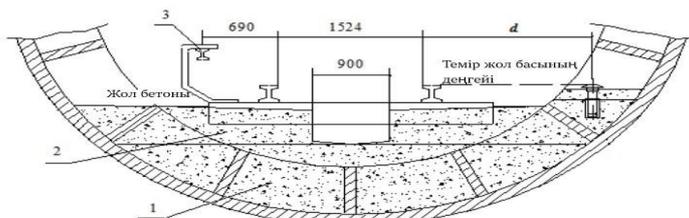
### **МЕТРОПОЛИТЕННІҢ ТЕМІР ЖОЛ ТРАССАСЫН ТӨСЕУДІҢ ДӘЛДІГІН МАРКШЕЙДЕРЛІК ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ**

**Аңдатпа.** Мақалада метрополитеннің темір жолдарын төсеудің дәлдігін маркшейдерлік қамтамасыз ету қарастырылған. Метрополитен желісінде, ең алдымен, теміржолды төсеу кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар, тоннельдердегі теміржол төсемдері және жол реперлері туралы ақпарат ұсынылған. Сондай-ақ, теміржол құрылысында қолданылатын заманауи геодезиялық аспаптар жайлы, оның қазіргі заманғы Trimble GEDO маркшейдерлік құралы туралы мәліметтер келтірілген.

**Түйін сөздер:** метрополитен, теміржол, маркшейдерлік қамтамасыз ету, жол реперлері, геодезиялық аспаптар, электрондық тахеометрлер.

**Кіріспе.** Қазақтың қасиетті топырағы ХХ-ғасырда көптеген ғалымдарды өмірге әкелді, солардың арасында Қаныш Имантайұлының тұлғасы биік шыңға ұқсайды. Ол Баянауылдан бастау алып, қазақтың даласын қақ жарып өтіп, Алатаудан асып, әлемдік ғылым шыңына көтерілген ұлы тұлға. Қ.И.Сәтбаев аса көрнекті ғалым-геолог қана емес, өз заманының шоқ жұлдызы, ойшыл ғұламасы, мемлекет және қоғам қайраткері ретінде өте шебер ұйымдастыру қабілетінің арқасында Қазақстанда ғылым мен индустриялық дамудың көшбасшысы болған жан. Сондықтан, Сәтбаев атындағы университеттің түлегі бола тұра және де әлі күнге дейін осы ордада білімізді шыңдап жүрген біздер үшін, жылда өткізілетін дәстүрлі «Сәтбаев оқуларына» қатысу үлкен мәртебе деп білеміз.

**Негізгі мазмұны.** Туннель жүргізілгеннен кейін метрополитеннің ажырамас бөлігі болып табылатын теміржол трассасын төсеу және жабдықты орнату басталады. Теміржол жолдарын төсеу жұмыстары төсеу жоспары мен жол профилінде және жолдың геометриялық сызбасында келтірілген жобалық мәліметтерге сәйкес жүзеге асырылады. Тоннельдердегі теміржол төсемі (1-сурет) үш бөліктен тұрады: төменгі (1) және жоғарғы жол құрылымы (2) және байланыс рельсі (3).



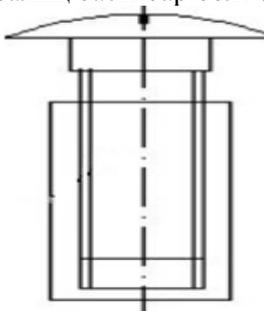
Сурет 1 - Туннельдегі темір жол төсемі

Жолдың ішкі құрылымы туннель төсеніші салынғаннан кейін тұрғызылған бетон негізінен тұрады. Жолдың жоғарғы бөлігі оларға орнатылған жол рельстері бар бетон шпалдардан тұрады.

Рельстер шпалдарға бекітілген арнайы типтегі болат аралық қабатқа салынады. Шуға қарсы шпалдар мен болат аралықтардың арасына, ағаш аралық қабаттар, рельстін астына резеңке немесе полихлорвинил аралық қойылады. Суды ағызу үшін жол бетонының беті 0,03 көлбеулікпен орнатылады. Суды ағызу жолдың осі бойында орналасқан дренажды ойық бойымен жүзеге асырылады.

*Жол реперлері.* Темір жолды төсеу үшін бастапқы негіз - жол реперлері болып табылады. Рельстерді жобалық жағдайға орнату метрополитендерді салу кезінде ең маңызды жұмыс түрлерінің бірі болып табылады, сондықтан жол реперлерінің жоспарлы және биіктік жағдайы жобалық сызбаларда көрсетілген.

Жол репері бұл стаканға бұралған сфералық басы бар болт (2-сурет).



Сурет 2 - Жол репері

Болттың басында диаметрі 1,52 мм саңылау бар, ол оның орталығы болып табылады. Болттың сфералық басының астында квадрат қимасы бар, ол гайка кілті мен көтеру позициясының реттеуге арналған. Туннельді қаптаманың әр түріне арналған және қалыпты орналастыру мен жол реперлерін бетондау үшін стандартты сызбалар әзірленген.

Жолдық реперлер поездың жүру бағытының оң жағынан, трассаның тік бөліктерінде 20 м-ден кейін, ал трассаның бұрылу учаскелерінде немесе вертикалькисықтарда 5 м-ден кейін орнатылады. Реперлерді салу, орналастыру және олардың нақты жағдайын анықтау полигонометриялық белгілерден көмегімен жүргізіледі. Егер реперлерді жобалық жағдайға орнатуға тубингтердің қырлары немесе басқа да заттар кедергі келтірсе, реперлерді трасса осі бойымен 3 см немесе одан артық жылжытуға жол беріледі.

Трассаның қисық сызықты учаскелерінде реперлер арасындағы қашықтық  $\Delta S$  шамасына ұлғайтылады (1), өйткені жобалық сызбаларда олардың орналасуы, бөлу осі.

2-сурет бойымен көрсетіледі, ал нақты орнату қисықтың сыртқы жағынан жүргізіледі.

$$\Delta S = \frac{D}{R} S \quad (1)$$

Мұндағы S —реперлер арасындағы жобалық арақашықтық;

D — жол осінен бастап реперлерге дейінгі арақашықтық;

R —қисықтың радиусы.

Жол реперлерін орнатып, бетондағаннан кейін олардың нақты жоспарланған жағдайы анықталады және жобалық биіктігі түпкілікті орнатылады. Ол үшін әр репердің жобалық белгілері, олардың нақты пикет мәндеріне сәйкес есептеледі. Содан кейін нивелирлік рейкалар әр реперге кезекпен орнатып, нивелирдің көмегімен жақын полигонометриялық белгінің биіктік белгісіне қатысты болттарды айналдыру арқылы оларды жобалық жағдайға орналастыруға қол жеткізіледі.

Бақылау үшін реперлердің белгілері басқа полигонометриялық белгіден тексеріледі, оң нәтиже болған жағдайда болттардың бұрандаларын дайындалып, бетон құйылады. Жол реперлерінің нақты белгілерінің жобадан ауытқуы  $\pm 2$  мм-ден аспауы тиіс.

Trimble GEDO жол өлшеу жүйесі - бұл теміржол жолдарының геометриялық параметрлерін өлшеу және жол бойындағы инфрақұрылымды геодезиялық түсіру үшін қолданылатын әмбебап жылжымалы платформа. Бұл құрылғының көмегімен рельс шпалдарының, үйінді, байланыс желілерінің және басқа инфрақұрылым элементтерінің үш өлшемді модельдерін құру үшін бүкіл өлшеу кешенін жасалынады.

Платформа әртүрлі мәселелерді шешу үшін геодезиялық жабдықтардың көптеген түрлерімен үйлесімді. Мысалы, лазерлік сканер мен GNSS қабылдағышты орнатқан кезде гео байланысы бар

нүктелер бұлтын аласыз. Болашақта бұл деректерді теміржол желісі меннфрақұрылымның жай-күйін бағалау, теміржол желілері объектілерінің модельдерін құру үшін пайдалануға болады.

Trimble GEDO жол өлшеу жүйесінің өлшеу жабдығымен үйлесімділігінің арқасында пайдаланушы жол геометриясы туралы деректердің толық жиынтығын (жолтабан, сыртқы рельстің көтерілуі, абсолюттік орналасу, іргелес объектілер) алады. Trimble GEDO жол өлшеу жүйесінің сипаттамалары келесі кестеде келтірілген

Таблица 1 - Жүйенің метрологиялық және техникалық сипаттамалары

Сипаттаманың атауы	Сипаттаманың мәні
Өлшенетін номиналды мәндер жолтабан ені, мм	1000; 1067; 1435; 1520; 1600; 1668; 1676
Жолтабан енін өлшеу диапазоны номиналды мәнге қатысты, мм	от -20 до +60
Сыртқы рельстің қисықтағы көтерілуін өлшеу диапазоны, мм	±265
Жолтабан енін өлшеудің рұқсат етілген абсолютті қателігінің шектері, мм	±0,3
Қисықтардағы сыртқы рельстің көтерілуін өлшеудің рұқсат етілген абсолютті қателігінің шектері, мм	±0,5
Тұрақты ток көзінен қуат кернеуі, В: - сыртқы тұрақты ток қуат көзі (Li-Ion аккумулятор, сыйымдылығы: 5,0 Асағ)	11,1
Жұмыс температурасының диапазоны, °С	от -20 до +60
Жалпы өлшемдері (ұзындығы-ені-биіктігі), мм,	1720x880x275
Масса, кг,	17

Көлік жағдайын толық бақылау. Платформа және оған қосылған өлшеу жабдығы мамандандырылған Gedo бағдарламалық жасақтамасының (Gedo Vorsys, GEDO Track, GEDO Rec) басқаруымен жұмыс істейді. Оның көмегімен өлшемдер жүргізу, желінің барлық геометриялық параметрлерін түзету, қазіргі стандарттардан ауытқуларды анықтау, сонымен қатар автоматты түрде түзететін машинаның тапсырмасын орындауға болады. Бұл теміржол трассасын жұмыс күйінде ұстау процесін едәуір жеңілдетеді және диагностика құнын төмендетеді.

Gedo Office бағдарламалық жасақтамасы алынған деректерді талдауға, өңдеуге, объектіде бұрын алынған деректерді салыстыруға, алынған нәтижелер туралы есеп жасауға мүмкіндік береді.

Платформаны қолдана отырып, көрші рельстер арасындағы қашықтықты өлшеуге, бір рельстің екіншісінен асып кетуін анықтауға болады. Қажетті параметрлерді алу үшін құрылғы инклинометрмен, құрылымның үш доңғалағының біріне қосылған одометрмен, сондай-ақ рельстердің біріне қатысты өлшеу зондымен байланыс сенсорымен жабдықталған.

Корытынды. Метрополитен салу барысында орындалатын маркшейдерлік жұмыстардың маңыздысының бірі рельс жолдарын салу болып табылады. Рельс жолдарын салған кезде ең бірінші оның планы, профилі, жолтабан ені, иілу өлшеніледі. Көлбеулердің өзіндік стандарттары және өзіндік рұқсат етілген шамалары болады. Рельсті қойған кезде өзінің жобалық белгілері болады олардың қателіктері ±2 мм. – ге рұқсат етіледі. Қателік ±2 мм – ден асқан жағдайда, қайта жөндеу жұмыстары жүргізіледі.

Тоннельдегі барлық жұмыстар аяқталғаннан кейін түпкілікті орындаушы түсірілім жүргізеді. Бірінші поезды іске қосар алдында габариттерді соңғы тексеру жүргізіледі және пайдалануға берілетін барлық трассада құрамды өткізуге рұқсат беретін акт жасалады, одан кейін барып қолданысқа рұқсат беріледі.

#### Әдебиет

1. Афанасьев В. Г., Алексеев А. О., Соколов Е. Н. Геодезия и маркшейдерия при строительстве тоннелей и метрополитенов. – Москва: Недра, 1965.-300 б.
2. Сученко В.Н. Маркшейдерское обеспечение строительства тоннелей и метрополитенов // Москва, 2008.- 125-126 б.
3. Описание типа средства измерений GEDO Trimble.
5. Qijin Chen., Xiaoji NiuA. Railway Track Geometry Measuring Trolley System Based on Aided INS
6. <https://ivanovo.rusgeocom.ru/products/mobilnyj-lazernyj-skanner-trimble-gedo>

**Б.Т. Анетов**

**Маркшейдерское обеспечение точности прокладки железнодорожных путей метрополитена**

**Аннотация.** В статье рассматривается маркшейдерское обеспечение точности прокладки железнодорожных путей метрополитена. На линии метрополитена представлена, прежде всего, информация о маркшейдерских работах при укладке железнодорожного пути, железнодорожных полотнах в тоннелях и путевых реперах. А также, приведены сведения о современном маркшейдерском приборе Trimble GEDO, используемой при строительстве железнодорожных путей.

**Ключевые слова:** железнодорожные пути, маркшейдерское обеспечение, путевые реперы, геодезические приборы, электронные тахеометры.

**Anetov B.T.**

**Mine surveying ensuring the accuracy of laying subway tracks**

**Abstract.** The article deals with mine surveying ensuring the accuracy of laying subway railways. The metro line provides, first of all, information about mine surveying during the laying of railway tracks, railway tracks in tunnels and track benchmarks. It also provides information about the modern Trimble GEDO surveying device used in the construction of railways.

**Keywords:** railway tracks, mine surveying, track benchmarks, geodetic instruments, electronic tacheometers.

УДК 528.7

**Г.Ф. Ахмеджанова**

*Научный руководитель – А. Кенесбаева, Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[guzal510@gmail.com](mailto:guzal510@gmail.com)

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РУСЛА РЕКИ СЫРДАРЬЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

**Аннотация.** Данная работа посвящена исследованию характера изменения русла реки Сырдарья, по данным космической съемки со спутников Landsat-7 и Landsat-8. Приведены результаты обработки и анализа данных дистанционного зондирования рассматриваемого водного объекта.

**Ключевые слова:** Дистанционное зондирование Земли, водные объекты, космические снимки, QGIS, вегетационный индекс, русло реки, Сырдарья.

Сырдарья является самой длинной рекой Средней Азии, которая образуется слиянием двух рек - Нарын и Карадарья. Обе реки берут своё начало на территории Киргизии, а соединяются они уже в Узбекистане.

Длина Сырдарьи от места слияния Нарына и Карадарьи составляет 2212 километров, а если считать от истоков Нарына, то 3019 километров (рис.1). Площадь бассейна составляет 219 тысяч квадратных километров.



Рисунок 1 – Расположение реки Сырдарья

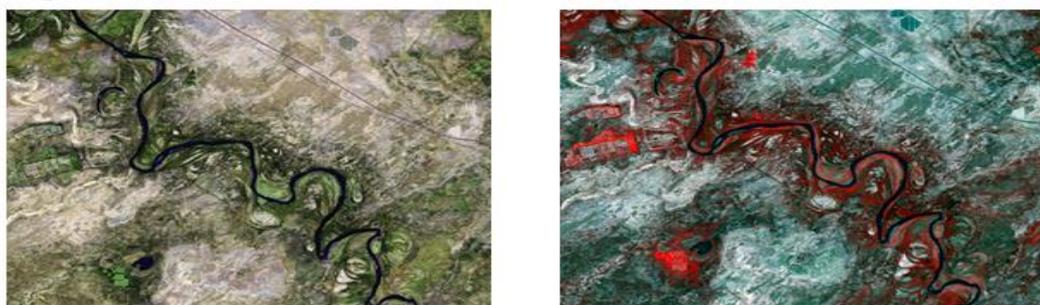
С каждым годом площадь реки становится гораздо меньше по сравнению с предыдущим. Одна из причин данного процесса, забор воды на хозяйственные нужды. Следует отметить, что это привело к снижению нынешнего объёма стока в устье более чем в 10 раз. Другая причина обмеления реки в строительстве целого каскада ГЭС на реке Нарын в Кыргызстане. На Карадарье грубым способом добываются песок и щебень, что наносит огромный ущерб экологии. Если не изменить текущее

положение дел, река будет стремительно уменьшаться в размерах и неизбежно приведет к экологической проблеме.

Данные исследования выполнены с целью определения количественных характеристик изменения русла реки и оценки вероятного будущего данного водоема.

Анализ изменения береговой линии реки Сырдарья произведен с использованием снимков со спутников Landsat-7 (2000 г., 2005 г., 2010 г), Landsat-8 (2015 г., 2020 г.). Так как снимки за 2005 и 2010 гг., имеют черные полосы, первым шагом необходимо было их удалить. Для этого в ПО QGIS была использована функция для анализа растра «Заполнение пустот».

На следующем этапе была произведена предобработка космических снимков с использованием модуля SCP. В предобработку космических снимков входит атмосферная коррекция, то есть коррекция за влияние атмосферы, которая определяет расположение диапазонов съемки за счет окон прозрачности, и увеличение разрешения необходимых каналов. На рисунке 2 показано комбинирование каналов (Lansat-8). Комбинация каналов 7, 6, 4 (рис. 2а) дает изображение близкое к естественным цветам, выделена береговая линия и подчеркнуты водные объекты. При комбинировании каналов 5, 4, 3 (рис. 2б) получен снимок с искусственными цветами, с четко выраженной береговой линией.



Комбинации различных спектральных каналов: слева 7, 6, 4; справа 5, 4, 3  
Рисунок 2 – Визуализация мультиспектральных снимков реки Сырдарья

Далее растры были обрезаны до интересующего участка. Затем, с использованием инструмента «Калькулятор растров» произведен расчет нормализованного дифференцированного вегетационного индекса (NDVI) по следующей формуле:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED), \quad (1)$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра, RED - отражение в красной области спектра.

Следующим шагом были выделены водные объекты, также с использованием инструмента «Калькулятор растров».

Таблица 1. Значение NDVI для различных объектов

Тип объекта	Отражение в красной области спектра	Отражение в инфракрасной области спектра	Значение NDVI
Густая растительность	0.1	0.5	0.7
Разряженная растительность	0.1	0.3	0.5
Открытая почва	0.25	0.3	0.025
Облака	0.25	0.25	0
Снег и лед	0.375	0.35	-0.05
Вода	0.02	0.01	-0.25
Искусст. материалы	0.3	0.1	-0.5

Для выделения воды в калькуляторе растров была введена следующая формула:

$$NDVI > 0 \quad (2)$$

Далее произведено преобразование растра в вектор. По полученным из вектора данным, произведен анализ изменения русла реки Сырдарья (рис.3).



Рисунок 3 – Водные объекты, выделенные с помощью NDVI

Результаты анализа приведены в таблице 2, где представлены изменения ширины реки Сырдарья на выбранных участках по с 2000 по 2020 годы, с периодом 5 лет.

Таблица 2. Измерение ширины реки Сырдарья (м)

№ участка \ Год	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.
1	120	90	90	90	30
2	180	210	180	120	120
3	120	120	210	150	120
4	180	150	120	120	120
5	90	90	90	90	120

На полученной диаграмме показана динамика изменения ширины реки Сырдарья на разных участках. На первом участке ширина реки уменьшалась постепенно, в итоге за 20 лет сократилась на 90 метров. На втором участке реки видно, что ширина в 2005 году увеличилась на 30 метров. Однако, в 2020 уменьшилась на 90 метров. На третьем участке в 2010 году река стала шире на 90 метров, но к 2020 году ширина реки стала прежней. На участке номер 4 река за 20 лет река уменьшилась в ширине на 60 метров. Однако, на пятом участке ширина реки увеличилась на 30 метров. Опираясь на полученные данные, хочу отметить, что река Сырдарья за 20 лет сократилась в ширине. Причиной этому может служить то, что воды Сырдарьи в значительной мере разбираются на хозяйственные нужды.

Таблица 3. Площадь реки (км<sup>2</sup>)

Год	2000	2005	2010	2015	2020
Площадь реки	17,7606	18,1555	17,0127	14,6536	15,1789

Опираясь на данные в таблице 3, можно заметить, что за 20 лет площадь реки уменьшилась на 2,5817 км<sup>2</sup>, что составляет 14,54% от первоначального значения. В период с 2000 по 2005 годы, площадь, занимаемая рекой, увеличилась на 0,3949 км<sup>2</sup>. Однако, спустя 5 лет площадь реки уменьшилась до 17,0127 км<sup>2</sup>. В 2015 году значение площади уменьшилось на 2,3591 км<sup>2</sup>.

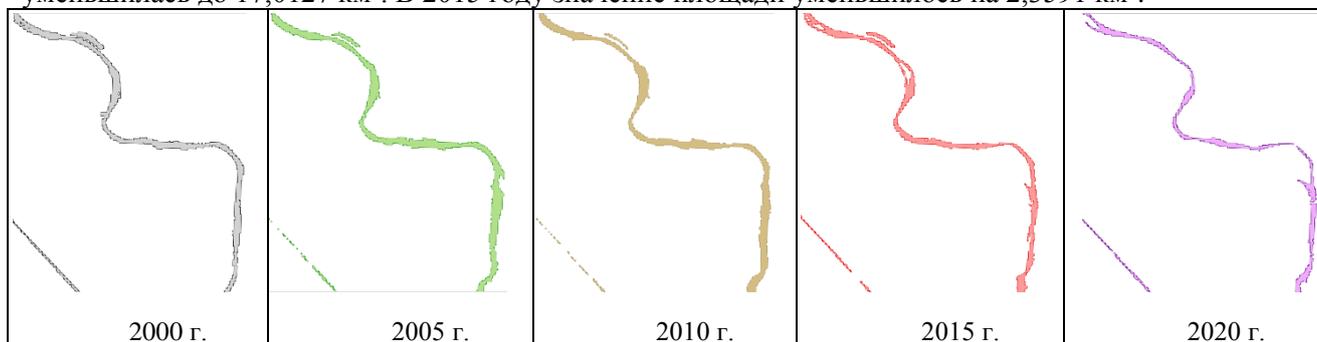


Рисунок 5 – Динамика изменения русла реки Сырдарья

За 20 лет проанализированный участок реки Сырдарья сократился в площади на 14,54%, что говорит о наличии экологической проблемы. С такой скоростью через 118 лет и 4 месяца данный участок реки полностью высохнет. Чтобы избежать подобного негативного последствия необходимо принять меры по сохранению полноводного потока реки Сырдарья. В частности, рекомендуется

найти более экологичные способы орошения рисовых полей и добывать песок и щебень на Карадарье более щадящим и экологически безопасным методом.

### Литература

1. QGIS: Руководство пользователя. [https://docs.qgis.org/3.16/ru/docs/training\\_manual](https://docs.qgis.org/3.16/ru/docs/training_manual)
2. Дубинин М. Вегетационные индексы. <https://gis-lab.info/qa/vi.html>
3. Катаев М.Ю., Бекеров А.А. Методика обнаружения водных объектов по многоспектральным спутниковым измерениям. <https://journal.tusur.ru/storage/97950/22-Катаев-Бекеров.pdf?1516335216>
4. Бурлибаев М.Ж., Достай Ж.Д., Турсунов А.А. Арало-Сырдарьинский бассейн (гидроэкологические проблемы, вопросы вододеления). Алматы, 2001.

Г.Ф. Ахмеджанова

### Жерді қашықтықтан зондтау деректері бойынша Сырдария өзені арнасындағы өзгерістерді талдау

**Аңдатпа.** Бұл жұмыс Landsat-7 және Landsat-8 ғарыштық суреттерін пайдалана отырып, Сырдария өзені ағысының өзгеру сипатын зерттеуге арналған. Қарастырылып отырған су нысанын қашықтықтан зондтау деректерін өңдеу және талдау нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** Жерді қашықтықтан зондтау, су объектілері, жерсеріктік суреттер, QGIS, өзен ені, өсімдіктер индексі.

G.F. Akhmedzhanova

### Analysis of changes in the channel of the Syrdarya river according to remote sensing data

**Abstract.** This work is devoted to the study of the nature of changes in the course of the Syrdarya River from satellite images of Landsat-7 and Landsat-8. The results of processing and analysis of remote sensing data of the water body under consideration are presented.

**Keywords:** Remote sensing, water bodies, satellite images, QGIS, river width, vegetation index.

ӘОЖ 622.271

А. Әлібек

Ғылыми жетекшісі – Шампикова А. лектор Satbayev University,  
Алматы қаласы, Қазақстан  
[alibek.almat@mail.ru](mailto:alibek.almat@mail.ru)

### БОЗШАКӨЛ ҚАРЬЕРІНДЕГІ БҰРҒЫЛАУ-ЖАРУ ЖҰМЫСТАРЫН МАРКШЕЙДЕРЛІК ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

**Аңдатпа.** Мақала «KAZ Minerals» компаниясы қарасты Бозшакөл мыс кен орнының геологиясы және ашық тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы баяндалған. Сонымен қатар, қарьердегі бұрғылау-аттыру жұмыстарын жобалау және жүргізу кезіндегі маркшейдерлік жұмыстар қарастырылған

**Түйін сөздер:** Бозшакөл қарьері, тау-кен жұмыстары, бұрғылау, жарылыс, жобалау, маркшейдерлік қамтамасыз ету.

**Кіріспе.** Биылғы жылығы дәстүрлі «Сәтбаев оқулары» аясында Қазақстан ғылымының төрағасы Қ.И.Сәтбаевпен бірге үзенгілес, қазақ жері қайнауындағы ұлан-ғасыр кен байлықтарымызды ашуда ерінбей еңбек еткен, Ақжан Машанов, Рамазан Борукаев сынды тау-кен инженерлер-геолог ғалымдардың өмір жолдарымен танысудамыз, еңбектерін зерделеп, осы саладағы ғылым мен техниканың жетістіктерінен хабардарамыз. Биыл КазПТИдың (қазіргі Satbayev University), біздердің ойымыздың өрісті, келешектегі еңбегіміздің жемісті болатынына сенімдіміз маркшейдерлік іс кафедрасын 30 жылдан астам басқарып, мындаған тау-кен инженерлері мен ғылыми қызметкерлерді даярлауға үлес қосқан А.Машановтың туғанының 115 жылдығы аталып өтілмекші және де Бозшакөл тақырыбына орай, осы кен орнын зерттеудегі орасан зор еңбек Рамазан Асланбекұлы Борукаевты да еске алмақшымыз. Ол Ленинград тау-кен институтын бітіргеннен кейін (1931 ж.), өмірін

Қ.И.Сәтбаевпен бірге жүріп Қазақстан геологиясына арнаған. Осындай атаулы конференцияға қатысу, Satbayev University студенттері біздер үшін зор мақтаныш.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** Бүгінде Қазақстан республикасы өзінің аумағы мен ұшан – теңіз табиғи байлығы жағынан ірі экономикалық аймақ болып отыр. Еліміздің жер қойнауында Менделеевтің химиялық кестесінде көрсетілген 110 элементтің 99 анықталып отыр. Оның 70 элементі барланып, бүгінде 60 пайдаға асуда. Дүниежүзі ғалымдарының бағалауы бойынша табиғи ресурстары қорынан әлемде алтыншы орында тұр. Ғалымдар Қазақстанның барланған жер қойнауындағы қорын шамамен АҚШ-тың 10 триллион долларына бағалап отыр. Қазақстан – мұнай, газ, титан, магний, қалайы, уран, алтын және басқа түсті металдар қоры жағынан дүние жүзіндегі ең бай ел болып саналады. Вольфрам қорынан әлемде бірінші орында, хром мен фосфорит рудаларынан – екінші, ал қорғасын мен молибденнен – төртінші, жалпы темір рудалары қорынан (16,6 миллиард тонна) Бразилия, Австралия, Канада, АҚШ, Индия, Ресей мен Ураинадан кейін алтыншы орында тұрмыз.

Міне осындай байлығымыз туралы Қазақ ғылымының төрағасы, КССРО Ғылым академиясының академигі, әмбебап білім иесі Қ.И.Сәтбаев «Біздің Республикамыз өзінің ұлан –ғайыр шалқарында табиғи қазыналарды тығып сақтауда. Қазақстанның болашақ байлығы қазбасында, оны орынды пайдалану халықтың материалдық игілігі мен мәдени деңгейін, экономикасы мен әлеуметтік дамуын белгілейді» деген болатын. Осындай теңдесі жоқ , ең ірі мыс кен орындарының бірі Бозшакөл. Ол Қазақстанның солтүстігінде Павлодар облысында, Екібастұз қаласына жақын жерде орналасқан мыс кен орны (1-сурет).

Бозшакөл -«KAZ Minerals» компаниясына қарасты және СНГ елдері бойынша өндіру көлемі жағынан да, ауқымы жағынан да ірі тау-кен жобасы болып табылады. Кеніш пен байыту фабрикасын пайдалану мерзімі 40 жылдан асады. Мыстан басқа алтын және молибден шығарылады. Кен орнында күтілетін өндіріс көлемі жоба іске қосылғаннан кейінгі алғашқы 10 жыл ішінде катод эквивалентіндегі 100 мың тонна мысты құрайды



Сурет 1 - Бозшакөл кен орны инфрақұрылымы

1930 жылдың көктемінде Бозшакөл кен орнында барлау жұмыстары басталып.1931 жылы Бозшакөл кентінің құрылысы басталды.1932 жылдың және 1933 жылдың қарашасына дейін Бозшакөлде барлау жұмыстары жалғасты.Жалпы Бозшакөл кен орны 1857 жылы ашылған.

Бұл екі карьерден тұратын ашық типтегі кеніш, кен орнын игеру нөлден басталады. Жоба энергетикалық, көліктік және жобаға қажетті басқа инфрақұрылымға жақын орналасқан. Кенішті байыту фабрикасы және кенді балшықтан тазарту зауыты (каолин зауыты) қолдайды (2-сурет).



Сурет 2 - Бозшакөл карьері

Бозшакөл кен орнындағы кеніш пен байыту фабрикасының пайдалану мерзімі 40 жылдан асады. Кен орнында күтілетін өндіріс көлемі жоба іске қосылғаннан кейінгі алғашқы 10 жыл ішінде катод

эквивалентіндегі 100 мың тонна мысты құрайды. Өңдеуші кәсіпорындардың өнімділігі: байыту фабрикасы (құрылыс жалғасуда) — жылына 25 млн тонна кен, кенді балшықтан жуу зауыты (құрылыс жалғасуда) — жылына 5 млн тонна кен.

Жобаны іске қосу 2015 жылдың төртінші тоқсанында, ал алдын — ала өндірудің басталуы 2015 жылдың екінші жартысында жоспарланған болатын. Өндіріс 2016 жылдың ақпан айында басталды. Кеніштегі өндіріс көлемін есептік қуатқа дейін арттыру 2017 жылдың екінші жартысында аяқталды.

Осы жобаның сульфидті кенді өңдейтін негізгі фабрикасында коммерциялық мыс концентратын өндіру 2016 жылдың ақпан айында бастап іске қосылған.

Міне осындай алып карьердегі тау-кен мамандарының басты жұмысы – ол бұрғылап-жару жұмыстары(БЖЖ).

Карьердегі бұрғылау-жарылыс процесі көп еңбек сіңіріруді және қауіпсіздік ережелерін қатал сақтауды талап ететін жұмыстар қатарына жатады (3-сурет) Оның барлық кезеңдері (далалық және камеральдық жұмыстары) маркшейдерлік қамтамасыз етуді қажет етеді. Бұрғылап-жару жобасын жүзеге асыру - барлық қатысушылардан (геологтар, маркшейдерлер, бұрғылаушылар және жарушылар) дәл ұйымдасқан және бір-бірімен байланысып жұмыс істеулеріне тікелей байланысты.

Карьерлердегі бұрғылап-жару жұмыстарын (БЖЖ) ұйымдастыру төмендегі ретпен орындалады:

1. Жарылыс жобасын жасау үшін қажетті мәліметтерді даярлау(БЖЖ жүргізілетін блокта геологиялық-маркшейдерлік түсірімдер жүргізу және оның негізінде тау жыныстарының, кеннің сипаттамаларын көрсететін блоктың планын жасау).

2. Жобадағы барлық ұңғымаларды қопарылыс алаңының бетіне көшіру және орындарын белгілеу.

3. Ұңғымалардың тереңдігін анықтау, олардың жоба тереңдігінен артық үңгілену шамасын есептеу, ұңғымалар арасының, олардың қатарларының ара қашықтықтарын және қопарғыш заттардың (ҚЗ) көлемін анықтау.

4. Жарылыс ұңғымалары бұрғыланғаннан кейін маркшейдерлік түсірім нәтижесінде қопарылатын блоктың орындалу планы мен қимасын жасау.

5. Бұрғыланған ұңғымалардың тереңдігін анықтап, олардың жобаға сәйкестігін тексеру.

6. Жарылыстан кейін қайтадан маркшейдерлік түсірім жүргізу, қопарылған тау-кен жыныстары қоспасының көлемін анықтау, жарылыстың нәтижесін шығару.

Бүгінде маркшейдердің атқаратын осындай ауқымды жұмыстары жеңілденіп, карьердегі БЖЖ маркшейдерлік қамтамасыз ету компьютерлік жолға қойылған. Бұрғылау-жару процесіндегі жұмыстарды автоматты түрде есептеу және модельдеудің жетекші фирмалар жасаған бірнеше бағдарламалары (Datamine, Ұлыбритания; Techbase, АҚШ; Gemcom, Канада; ВИОГЕМ, Ресей және т.б.) бар және олар Қазақстан кәсіпорындарында кеңінен қолданылуда.

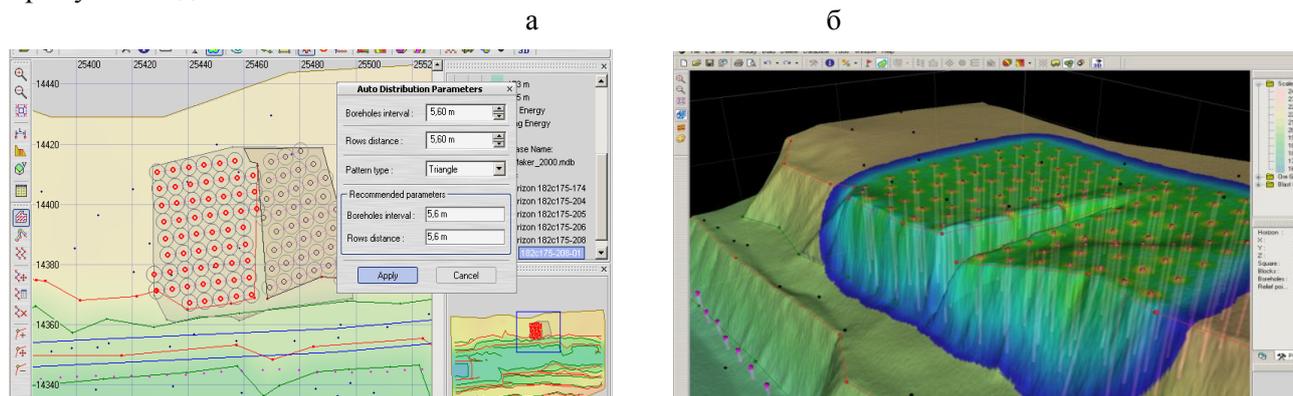
Бұл бағдарламалар БЖЖ-ға қажетті жоғарыда айтылған құжаттардың барлық түрлерін құрастыруға және редакциялауға, мәліметтер қорын жинақтауға сонымен қатар маркшейдерлік міндеттерді шешуге мүмкіндік береді. Мұндағы геологиялық, маркшейдерлік, бұрғылау-жару мәліметтері блокты сканерлеу суреттерінен және электронды тахеометрмен жүргізілген түсірімнің нәтижелерін компьютерде өңдеуден алынады (3-сурет).



Сурет 3 - бұрғылау-жару жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етудің блок-схемасы

БЖЖ-ын компьютерлік жобалау мен маркшейдерлік қамтамасыз етудің жалпы схемасында екі кезең көрсетілген: бұрғылаудың және блокты жарудың жобаларын карьерде автоматты режимде жүзеге асыру. Мұндағы жобалау технологиясы компьютерде, ешқандай қағазсыз жүргізіледі. Монитордағы ұңғымаларды орналастыру (5,а-сурет) мен қопарылатын блокты модельдеудің (5,б-

сурет) бейнелерін экранда курсор арқылы редакциялауға, масштабын өгертуге, жекелеген бөліктерін түзетуге болады.



Сурет 4 - Қопарылатын блоқты жобалау а-ұңғымаларды орналастыру; б- блоктың 3D моделі

**Қортынды.** Жаппай жарылыстан кейін қайтадан маркшейдерлік түсірім жүргізіледі, қопарылған блоктың қимасы жасалынады және қопарылған жыныстары қоспасының көлемі, қопсу коэффициенті және т.б. анықталады, сонымен қатар, БЖЖ нәтижесі бойынша есеп беріледі.

#### Әдебиет

1. Нұрпейісова М.Б. Жер қойнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі (монография) - Алматы: КазҰТЗУ, 2016.- 436 б.
2. Нұрпейісова М.Б. Маркшейдерлік іс (оқулық).-Алматы: Дәуір, 2015.-400б.
3. Нұрпейісова М.Б. Рысбеков К.Б. Маркшейдерлік және геодезиялық аспаптар (оқулық). –Астана: Фолиант, 2013.- 258 б.

#### А. Әлібек

##### Маркшейдерское обеспечение буровзрывных работ на Бозшакольском карьере

**Аннотация.** В статье изложена геология медного месторождения Бозшаколь при компании» KAZ Minerals " и современное состояние открытых горных работ. Кроме того, предусмотрены маркшейдерские работы при проектировании и проведении буровзрывных работ в карьере.

**Ключевые слова:** Бозшакольский карьер, горные выработки, бурение, взрыв, проектирование, маркшейдерское обеспечение.

#### A. Alibek

##### Surveying support for drilling and blasting operations at the Bozshakol quarry

**Abstract.** The article describes the geology of the Bozshakol copper deposit under the KAZ Minerals company and the current state of open-pit mining. In addition, surveying works are provided for the design and implementation of drilling and blasting operations in the quarry.

**Keywords:** Bozshakol quarry, mining, drilling, explosion, design, surveying support.

ӘОЖ 504.064.47

**Е.Е. Бегимжанова**

*Ғылыми жетекші- Жақыпбек Ы. қауымдастырылған профессор  
Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан  
[20089527@mail.ru](mailto:20089527@mail.ru)*

#### ҚАТТЫ ТҰРМЫСТЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ

**Андапта.** Мақалада жалпы қалдықтар, оның ішінде қалалық қатты тұрмыстық қалдықтардың түрлері және олардың түзілуіне байланысты жіктелуі туралы мәлімет берілген. Сонымен қатар, олардың қауіптілігі және олардың сақталу, тасымалдану жағдайына сипаттама келтірілген. Қатты тұрмыстық қалдықтардың қауіптілік дәжесіне байланысты жасалынған

классификациясы арқылы олардың келтірер зардабына талдау жасап, сәйкес басқару шараларын жүргізуге мүмкіндік беріледі

**Түйін сөздер:** қалдықтар, түрлері, қатты тұрмыстық қалдықтар, жіктеме, екінші реттік өнім.

Қалдықтар-кейінгі ретте қолдану, өңдеу немесе жою үшін арнайы орындарда орналастырылған шикізаттың, материалдардың, сапасыз және қосалқы өнімдердің қалдықтары, яғни қолданылған және өзінің бастапқы сапасын жоғалтқан дайын өнім. Қалдықтардың ішіне қолданыс, өндіріс және тұрмыстық қалдықтар кіреді.

Қалдықтар келесі түрде жіктелінеді (1-кесте):

Кесте 1 - Қалдықтардың жіктемесі

<b>Агрегаттық жағдайына қарай</b>		
<b>Қатты</b>	<b>Сұйық</b>	<b>Газ</b>
Ұнтақ, құйма, қатқан қоспа түріндегі қалдықтар. Оларға: күйінді, күл, шаң және күйе түйірлері, пласмасса және резеңке қоқыстары, кенді байытудан кейінгі, минералды металдан жасалынған және органикалық ыдырайтын заттар кіреді.	Толықтай сұйық фазадағы, суда еритін тұздар, сілтілер, қышқылдардан тұратын қалдықтар. Олар қозғалмалы келеді. Өндірістік ағынды сулар, өңделген органикалық еріткіштер және улы сұйықтар жатады.	Өндірістік пеш, кептіргіш және үрлелемелі кондырғылар, химиялық процесстердің газ түріндегі шығарындысы. Оған әртүрлі түтіндер, иісі бар газдар, органикалық заттардың парлары, буауалы қоспалар кіреді.
<b>Химиялық құрамы бойынша</b>		
<b>Органикалық</b>	<b>Бейорганикалық</b>	
Ауыл шаруашылығында өндірілген немесе табиғи материалдардан жасалынған табиғи сипаттағы өнімдер жатқызылады. Мысалы, жеміс-жидектер, көкөністер, ет және сүт өнімдері, жануарлар мен адамның тіршілік әрекеті негізінде қалыптасқан өнімдер және т.б.	Адамның қолынан жасалған бұйымдар, құралдар және құрылғылардың негізінде қалыптасады. Мысалы, пластмассалар, шыны қалдықтары, пластик қалта, пенопласт және т.б.	
<b>Генезисі бойынша</b>		
<b>Тұрмыстық қалдықтар</b>	<b>Өндірістік қалдықтар</b>	
Тұтынушылық қасиетін жоғалтқан бұйымдар мен товарлар. Мысалы, былғары, резеңке, газет, журнал және т.б.	Өндірісте қолданылған материалдар мен шикізаттардың қалдықтары. Мысалы, қара және түсті металлдардың сынығы, бояу, ерітінді, мата және т.б.	
<b>Қолдану мүмкіндігі бойынша</b>		
<b>Екінші реттік материалдық қорлар</b>	<b>Қалдықтар</b>	
Пайдалы өнім алу үшін шикізат ретінде қолдануылуы мүмкін өндіріс және қолданыс қалдықтарының жиынтығы.	Экономикалық дамудың қазіргі сатысында өңделуі орынсыз болып табылатын, алдын-ала залалсыздандыратын және қажет болған жағдайда арнайы мақсаттағы полигондарда көмелетін заттар жатқызылады.	

Тұрмыстық қалдықтар адамдардың тіршілік әрекетінің нәтижесінде қалыптасады. Қатты тұрмыстық қалдықтарға картон, газет, орауыш немесе тұтыну қағаздары, әртүрлі ыдыстар (ағаш, шыны, металдан жасалынған), қолданыстан шыққан немесе қолданушылық қасиетін жоғалтқан ағаштан, металдан, былғарыдан, шыныдан, пластмассадан, тоқымадан немесе басқа материалдан жасалынған заттар және бұйымдар, сынған немесе ескірген тұрмыстық құралдар, сонымен қатар, ауылшарушылық және коммуналдық тағам қалдықтары жатады [1]. Қатты тұрмыстық қалдықтардың классификациясы алуан түрлі. Мысалы, адамның іс-әрекетінің нәтижесінде қалыптасқан қалдықтардың барлық түрлерін екі үлкен топқа жіктеуге болады: өндіріс және қолданыс қалдықтары.

Өндіріс қалдықтары-технологиялық үрдістің нәтижесінде қалыптасқан және толықтай немесе жартылай өндірістік қасиетін жоғалтқан шикізат, материалдар, жартылай дайын өнімдер және дайын өнімдердің қалдықтары (1-сурет) [2].



Сурет 1 - Өндірістік қалдықтар жіктемесі

Қолданыс қалдықтары-кейінгі қолданысқа жарамсыз әртүрлі бұйымдар, құрамдас материалдар мен бөлшектер. Өз кезегінде қалдықтардың бұл түрі өндірістік қолданыс және тұрмыстық қалдықтар болып бөлінеді (2-сурет).



Сурет 2 - Қолданыс қалдықтары

Өндірістік қолданыс қалдықтары-қолданыстан шыққан жабдықтар, металл сынығы, әртүрлі материалдан жасалынған техникалық мақсаттағы бұйымдар.

Жанама өнімдердің қатарына өндірістік, екінші реттік шикізат көздері жатқызылады. Жанама өнімдер шикізатты физико-химиялық өңдеу барысында, өндірістің негізгі өнімдерімен қатар қалыптасады.

Пайдалы өнім үшін шикізат ретінде қолданылатын техногендік және антропогендік қалдықтардың жиынтығы екінші реттік материалдық қорлар деп аталады. Оларды қолдану мүмкіндігіне қарай нақты және потенциалды қорлар деп жіктейді. Нақтыға өңдеу үшін арналған тиімді әдістері бар, сонымен қатар, өткізу нарығымен қамтамасыз етілген екінші реттік материалдық қорлар; потенциалдыға біріншісіне кірмейтін барлық қорлар жатқызылады. Потенциалды екінші реттік материалдық көздерге қазіргі уақытта жеткілікті дәрежеде қолданылмайтын және өндіріс үшін арналған материалдық қорлар да кіреді [3].

Қауіпті тұрмыстық қалдықтарға батареялар, аккумуляторлар, электр құралы, лактар, бояулар, опа-далап, тыңайтқыштар, улы химикаттар, тұрмыстық химия, медициналық қалдықтар, сынабы бар термометрлер, барометр, тонометр, шамдар кіреді.

Қалдықтардың бұл түрлері (улы химикаттар, лактар, желім, опа-далап, жемірілуге қарсы құралдар, тұрмыстық химия) канализациялық ағындар арқылы су қоймаларына немесе үйінділерден шайылып жер асты суларына түсетін жағдайда қоршаған ортаға қауіп төндіреді. Батареялар мен сынабы бар құралдар корпусы зақымдалғанша қауіпсіз: құралдардың шыны корпусы қоқыс үйінділеріне жетпестен бұрын сынады, ал жемірілу процесі батареялардың корпусын белгілі-бір уақыттан кейін желінуіне алып келеді. Кейін, сынап, қорғасын, сілті, мырыш атмосфералық ауаның, жерасты және жерүсті суларының екінші реттік ластануының көзіне айналады [4]. Өндірістік қалдықтарды қауіптілік дәрежесіне қарай төрт классқа жіктейді (2-кесте)[5]:

Кесте 2 - Өндірістік қалдықтардың қауіптілік дәрежесіне қарай жіктелуі

1-класс – өте қауіпті	2-класс – қауіптілігі жоғары	3-класс – қауіптілігі орташа	4-класс – қауіптілігі аз
1-қауіптілік классының қалдықтары	2-қауіптілік классының өндіріс	3-қауіптілік классының өндіріс	4-қауіптілік классының өндіріс

ыдыста (болат бөшекелер, контейнерлер) сақталады. Толуына қарай қалдықтар салынған ыдысты болат қаппен жабады, қажет болған кезде электрлі газбен дәнекерлейді және қауіпті қасиеттерін көрсете отырып, қауіпті қалдықтары бар қаптаманы таңбалауды қамтамасыз етеді.	қалдықтары агрегаттық күйіне сәйкес полиэтилен қаптарда, пакеттерде, бөшекелерде және зиянды заттардың (ингредиенттердің) таралуына кедергі болатын ыдыстардың басқа да түрлерінде сақталады.	қалдықтары жайылтпай сақтауды қамтамасыз ететін, тиеу-түсіру және көлік жұмыстарын орындауға мүмкіндік беретін және зиянды заттардың таралуын болдырмайтын ыдыста сақталады.	қалдықтары өнеркәсіптік алаңда конус тәрізді үйінді түрінде ашық күйінде сақталады, сол жақтан олар автотиегішпен автокөлікке тиеледі және кәдеге жарату немесе көму орындарына жеткізіледі.
---	---	--	--

Қорыта келгенде, қалдықтарды қолдану, өңдеу және жоюды басқару үшін олардың жіктелу ерекшеліктерін білудің маңыздылығы жоғары. Мәселен, қалдықтарды өңдеудегі бастапқы кезеңдердің бірі-сұрыптау үрдісінің өзі қалдықтардың түрлеріне қатысты сауаттылықты талап етеді. Сондықтан, қоршаған ортаны қорғаудағы алғашқы қадамдардың бірі халықтың арасында қалдықтар және олардың түрлеріне қатысты көбірек мағлұматтармен хабарландыру керек. Себебі, ғылым мен техниканың заманауи даму жағдайына қарамастан алуан-түрлі өнімдерді қалдықсыз алуды және қолдануды қамтамасыз етілмеуде. Ол тек қана технологиялық тізбектердің қатары және тиімділігі жоғары салалар және өндірістік бірлестіктердің негізінде қол жетімді.

#### Әдебиет

1. Естемесов З. А., Бекбасаров Ш. Ш., Твердые отходы и использование их в производстве строительных материалов. Алматы: ЦЕЛСИМ, 2009.-190 с. Табл. 47, ил. 56, библиография 170.
2. Гринин, А. С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – Москва : Фаир-пресс, 2002. – 336 с.
3. Шубов, Л. Я. Технология твердых бытовых отходов [Текст] : учебник / Л. Я. Шубов, М. В. Ставровский, А. В. Олейник. –Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2011. – 400 с.
4. Сбор и переработка твердых коммунальных отходов: монография/Л. И. Соколов, С. М. Кибардина, С. Фламме, П. Хазенкамп. 2 изд. испр. и доп., -М.: Инфра-Инженерия, 2017, - 176 с.
5. <http://adilet.zan.kz/kaz/docs/V1800017242>

**Е.Е. Бегимжанова**

#### Классификация твердых отходов

**Аннотация.** В статье приведены сведения об отходах, в том числе о видах городских твердых бытовых отходов и их классификации в зависимости от образования. Кроме того, дана характеристика их опасности и условий их хранения, транспортировки. С помощью классификации твердых бытовых отходов, разработанной в зависимости от степени опасности, можно провести анализ их последствий и провести соответствующие управленческие мероприятия.

**Ключевые слова:** отходы, виды, твердые бытовые отходы, классификация, вторичная продукция.

**E.E. Begimzhanova**

#### Classification of solid waste

**Abstract.** The article provides information about waste, including the types of municipal solid waste and their classification depending on the formation. In addition, the characteristics of their danger and the conditions of their storage and transportation are given. It is possible to analyze their consequences and carry out appropriate management measures with the help of the classification of municipal solid waste, developed depending on the degree of hazard.

**Key words:** waste, types, solid household waste, classification, secondary products.

**А.Д. Бектас**

*Ғылыми жетекші - Жақыпбек Б. қауымдастырылған профессор  
Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан  
[assylzat0608@mail.ru](mailto:assylzat0608@mail.ru)*

## **ЖЕЛІЛІК ОБЪЕКТІЛЕР МОНИТОРИНГІН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ӘДІСТЕРІ**

**Андатпа.** Мақалада ел экономикасына тікелей әсер ететін желілік нысандарға геодезиялық мониторинг жүргізуді қамтамасыз ету мәселелерін жүзеге асыру қарастырылады. Желілік инженерлік құрылыстарды қалыптастыру барысында және оны қолдану аясында жүргізілетін геодезиялық өлшеу жұмыстары өте маңызды болып табылады. Яғни, желілік нысандардың қауіпсіздігі адам өміріне тікелей байланысты. Бұл міндетті іске асыру мақсатында арнайы мониторинг жұмыстары жүргізіледі. Қазіргі таңда, сызықтық нысандарға мониторинг жұмыстарын нақты әрі дәлме-дәл жүргізуді геодезиялық қамтамасыз етуге арналған әдістер қатары кең тарамаған. Мониторингті жүргізуге тікелей байланысты геодезиялық өлшеу жұмыстарының нәтижелері – желілік нысандар үшін негіз болып табылады.

**Түйін сөздер:** мониторинг, геодезиялық өлшеулер, желілік нысандар, инженерлік құрылыс.

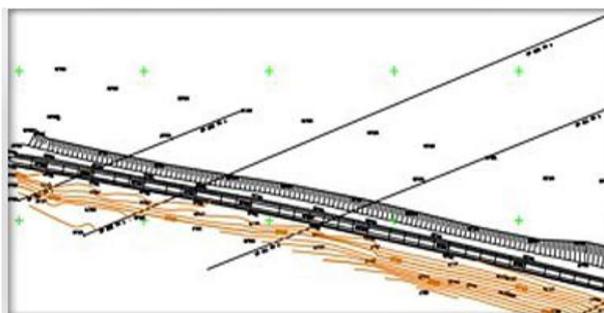
Қазақстан экономикасының дамуы көп жағдайда желілік ұзындықтағы түрлі коммуникациялық құрылыстардың – теміржол және автомобиль жолдарының, магистральдық құбырлардың, электр желілерінің, коммуникациялардың және т.б. құрылысы мен техникалық жай-күйіне байланысты болады. Осы желілік объектілердің әрқайсысы жобалаудан бастап пайдалануға дейінгі барлық кезеңдерде геодезиялық қамтамасыз ету маңызды болып саналады. Жер учаскелері және оларда орналасқан желілік объектілер күрделі табиғи-техникалық жүйелер ретінде қарастырылады. Сызықтық объектілерді салғаннан кейін жер мен қоршаған орта бұзылады, бұл өз кезегінде сызықтық объектілердің қауіпсіздігі мен тұрақтылығына әсер етеді. Сондықтан мұндай табиғи-техникалық жүйелерді бақылау, кешенді мониторингтеу жүйелі шешілуі тиіс маңызды ғылыми-техникалық және экономикалық міндет болып саналады.

Қазақстан Республикасының жер заңнамасы елдегі және қоғамдағы әлеуметтік-экономикалық қатынастардың өзгерістері ескеріле отырып, үнемі дамып, жетілдіріліп, толықтырылып отырады. Осыған сәйкес, Қазақстан Республикасы Жер кодексінің желілік объектілеріне автомобиль және теміржолдар, әртүрлі құбыржолдар, электр беру желілері (ЭБЖ) және байланыс желілері, шекаралар мен қоршаулар жатқызылған [1]. Осы аталған желілік объектілердің шөгуді мен деформацияға ұшырамауын геодезиялық өлшеулер мен қамтамасыз етуге дәстүрлі геодезиялық, аэроғарыштық және картографиялық негізде ақпаратты жинау, өңдеу, талдау және сақтау мақсатында заманауи апспаптар мен бағдарламалар қолданылады.

Қазақстан Республикасының қала құрылысы кодексі желілік объектілерді инженерлік-техникалық қамтамасыз ету, электр беру және байланыс желілері, құбыр, автомобиль мен теміржолдар, көпірлер, туннельдер, метро құрылыстары, фуникулярлар және т. б. кіреді. Сызықтық объектілердің барлық түрлері олардың жер бетімен салыстырмалы түрде қысқа (500 м-ге дейін) және ұзын (1000 км-ге дейін) учаскелерінде орналасуымен сипатталады.

Желілік инженерлік құрылыстарға іргелес объектілерді қауіпсіз, апатсыз пайдалануды қамтамасыз ету үшін объектілердің бөлінген белдеулеріне қосымша күзет аймақтары белгіленеді.

Сызықтық нысандардың (1-сурет) орналасуы барысында оларға әртүрлі геодинамикалық, геоэкологиялық, техногендік және т.б. табиғи-климаттық факторлар әсер етеді. Яғни, олар жер үсті және жер астында орналасқан инженерлік құрылыстар кешендерін қамтиды.



Сурет 1 - Сызықтық нысандар

Сызықтық нысандарды жобалау барысында жасалған картографиялық мәліметтер және құрылыс аяқталғаннан кейінгі атқарушы түсірімдер мониторингті жүргізу барысында қажет болатын ең негізгі ақпараттар болып табылады [2].

Толық және сапалы инженерлік-геологиялық зерттеулер жүргізу үшін арнайы ұңғымаларды бұрғылау міндетті кезең болып табылады (1-кесте). Олардың саны келесі жағдайларға байланысты:

- құрылатын құрылыстың мақсаты;
- оның ұзындығы (бұрғылау белгіленген қадам бойынша жүзеге асырылады);
- аумақтың ерекшеліктерін анықтаудың қажетті дәлдігі;
- бұрылыстар саны;
- жергілікті жердің геологиясы;
- құру кезеңдері және т. б.

Кесте 1 - Ұңғыманың тереңдігіне объектінің мақсаты мен қажетті тереңдігі.

Объект және оның мақсаты	Ұңғыманың сипаттамалары	
	нақты тереңдік	топырақтың қатуына қатысты тереңдік
Автомобильдік жолдар	3 м-ге дейін	қалыпты жағдайдан 2 м төмен
Электр беру желілері	3-7 м	
Құбыр (магистраль)	1-2 м (құбыр салынған тереңдіктен төмен)	қалыпты жағдайдан 2 м төмен
Кабельдік байланыс желісі	1-2 м (кабель салынған тереңдіктен төмен)	қалыпты жағдайдан 1-2 м төмен
Жер асты коллекторы	2 м (коллектор салынған тереңдіктен төмен)	
Газ құбыры, жылу желісі және т. б.	1-2 м (объект салынған тереңдіктен төмен)	қалыпты жағдайдан 1-2 м төмен

Зерттеу көлемі сызықтық объектілердің қаншалықты созылатындығына байланысты. Олардың сипатына әсер ететін факторлар инженерлік-геологиялық жағдайлар, объектінің іргетасының сипаттамалары, жұмыс кезеңдері және т.б. болып табылады. Олар сарапшылар әзірлеген және заңмен бекітілген құжаттар негізінде жасалуы мүмкін.

Жер бедері, коммуникациялардың болуы немесе болмауы, дамуы және құрылысы топографиялық жоспар бойынша анықталады. Бұл талап етілетін құжаттардың ішіндегі ең негізгілерінің бірі.

Зерттеу барысында жұмыстың бірнеше кезеңін бөлуге болады:

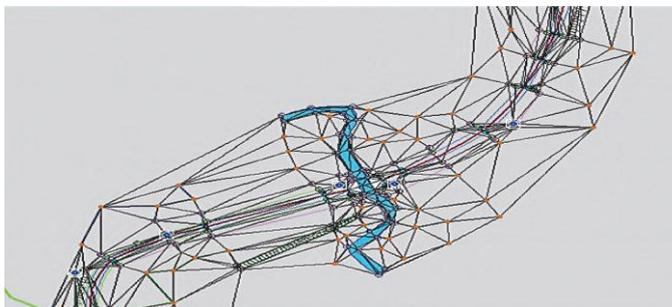
- жергілікті жерде (бұрғылау, зерттеу, сынама алу және т. б.);
- зертханаларда (топырақ және жер асты сулары сынамаларының көрсеткіштерін анықтау);
- камералдық (нәтижелерді өңдеу және техникалық есептерді қалыптастыру).

Сонымен қоса, желілік объектілерде трассалау өте маңызды жұмыс болып саналады. Трассалауды қамтамасыз ету үшін құрылған геодезиялық негіздеме және олардың инженерлік құрылыстарын салу немесе жерді түгендеу және межелеу мониторинг үшін негіз болады. Мониторинг үшін жинақталған ақпараттар ГАЗ мәліметтер базасында өңделеді және жинақталады. Сонымен қатар, бұл жағдайда әр түрлі санаттағы жерлер немесе сызықтық объектілердің элементтері ГАЗ ішкі жүйелері құрылуы мүмкін. Яғни олар, автомобиль жолдары, құбырлар және басқа да желілер үшін жасалған объектілер [3].

Бүгінгі таңда сызықтық объектілердің жоспарлы-биіктік негізі жерсеріктік технологиялар негізінде жиі салынуда. Жерсеріктік желіні жобалау картадағы автожол трассасы жобасының бойында жүзеге асырылады: бастапқы (базалық) станциялар белгіленеді және (роверлік) станциялар жобаланған трассадан тікелей жақын орналасады. Бақылау бағдарламасы, жерсерікті бақылау сеанстарының ұзақтығы мен саны есептеледі. Жол бойындағы жерсеріктік желінің барлық пункттерін байланыстыратын полигометриялық магистральдық жол жобаланады. Полигометриялық жүрістің дәлдігін бағалау жүргізіледі [4].

Бақылау бойынша далалық жұмыстар геодезиялық жерсеріктік қабылдағыштармен орындалады. Далалық өлшеулердің нәтижелерін өңдеу зертханалық жағдайда компьютерлерде тандалған қабылдағышқа сәйкес келетін бағдарламаларда жүзеге асырылады. Қажетті жабдықтар: жерсеріктік қабылдағыштар, тиісті бағдарламалық жасақтамасы бар компьютер.

2-суретте өзенмен қиылысу ауданындағы темір жол магистралі трассасының күрделі учаскесінің жоспарлы-биіктік негіздемесінің мүмкін болатын схемасы келтірілген. Жоспарлы-биіктік негізі темір жолдың бөлу жолағында қаңқалық желі түрінде салынған. Магистраль бойында 2 разрядты полигометриялық жүріс жүргізілген. Су артериясы мен магистральдың қиылысында көпір өткелінің бөлу желісі салынған.



Сурет 2 - Желілік объектінің жұмыс желісінің мүмкін болатын рамалық схемасы

Егер сызықтық құрылымды трассалау топографиялық жоспарларға, аэрофотоматериалдарға, рельефтің сандық модельдеріне сәйкес жүзеге асырылса, онда мұндай бақылау камералық деп аталады; егер трассалау тікелей жергілікті жерде тандалса, онда бақылау далалық деп аталады.

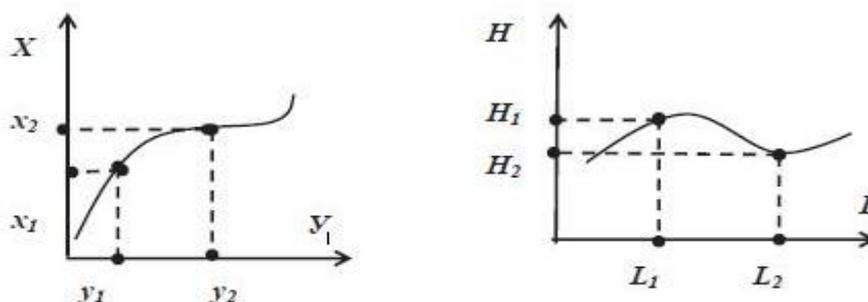
Трассаларды қарастыру жобалау кезеңдеріне толық сәйкес жүргізіледі: техникалық-экономикалық негіздеме-ТЭН, техникалық жоба – ТЖ, жұмыс құжаттамасы – ЖК.

Бірінші кезеңде іргелі мәселелер шешіледі, құрылыстың экономикалық орындылығы анықталады, кеңейтілген көрсеткіштер бойынша жолдың мүмкін нұсқалары салыстырылады, материалдармен және еңбек ресурстарымен қамтамасыз ету мәселелері шешіледі.

Техникалық жоба кезеңінде жергілікті жерде трассаның оңтайлы жағдайы тандалады, техникалық параметрлер, негізгі құрылыстардың конструкциясы және құрылыстың толық құны белгіленеді [5].

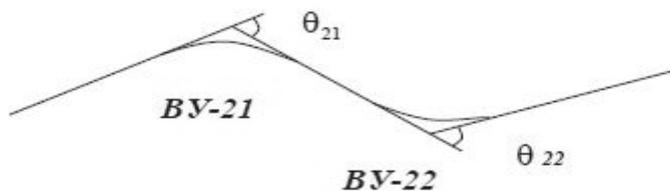
Жұмыс құжаттамасы сатысында барлық құрылымдық шешімдер нақтыланады, трассаны түпкілікті орналастыру және оны жергілікті жерге бекіту жүргізіледі.

Трасса элементтері. Трассалық жол дегеніміз-рельефте көрсетілген, топографиялық картаға немесе фотопланға түсірілген, рельефтің сандық моделіндегі негізгі нүктелердің координаттарымен берілген жобаланған сызықтық құрылымның осі [6]. Жолдың негізгі элементтері: жоспар-оның көлденең жазықтыққа проекциясы және бойлық профиль-жобаланған сызық бойымен тік кесу(3-сурет).



Сурет 3 -Трассалық жолдың жоспары мен профилі

Жол-күрделі кеңістіктік сызық. Жоспарда ол тұрақты және ауыспалы қисықтық радиусының көлденең қисықтарымен бір-бірімен байланысқан әртүрлі бағыттағы түзу бөлімдерден тұрады (4-сурет). Бойлық профильде жол тік қисықтармен өзара байланысқан әртүрлі көлбеу сызықтардан тұрады.



Сурет 4 - Трасса жоспарының элементтері

Трассалау кезінде жоспарланған параметрлер мына түрде ажыратылады: бұрылыс бұрыштары, көлденең қисықтардың радиусы, өтпелі қисықтардың ұзындығы, түзу кірістірулер және биіктік параметрлері: бойлық беткейлер, профильдегі элементтердің ұзындығы, тік қисықтардың радиусы.

#### Әдебиет

1. Положение об осуществлении государственного мониторинга земель [текст]: Постановление Кабинета Министров Республики Казахстан от 30 сентября 1993 года N 979. Утратило силу - постановлением Правительства РК от 17 сентября 1997 г. N 1347 ~P971347.
2. Мизин В.Е. Геодезическое обеспечение при межевании и мониторинге земель линейных объектов [текст]: сб. матер. межд. научн. конгресса «ГеоСибирь 2009», 20 - 24 апр. 2009 г., Новосибирск: СГГА, т.1, ч.1, 2009 – с. 207-208.
3. Зятькова Л.К., Лесных И.В. Геомониторинг природной среды [текст]: том 1. Новосибирск: СГГА, 2004. - 375с.
4. Бродская И.А. Интеграция ГИС-технологий, традиционных исследований и методов аэрокосмического зондирования для магистральных трубопроводов [текст]: Геодезия и аэрофотосъемка №3, 2008. – с.141-150.
5. Авакян В.В. Прикладная геодезия. Геодезическое обеспечение строительного производства», изд. «Амалданик», 2013 г., с. 279.
6. Лесных И.В., Середович В.А., Карпик А.П., Система геомониторинга автомобильных дорог [текст]: В сб. «Современные проблемы геодезии и оптики». 51 н.-т. конф. СГГА. Тезисы докладов. Новосибирск: СГГА, 2001. – с.7.

А.Д. Бектас

#### Методы геодезического обеспечения мониторинга сетевых объектов

**Аннотация.** В статье рассматривается реализация вопросов обеспечения геодезического мониторинга линейных объектов, оказывающих непосредственное влияние на экономику страны. Геодезические измерительные работы, проводимые в процессе формирования линейных инженерных сооружений и в рамках его применения, являются очень важными. То есть безопасность сетевых объектов напрямую зависит от жизни человека. В целях реализации этой задачи проводится специальный мониторинг. В настоящее время не распространен ряд методов для геодезического обеспечения точного проведения мониторинговых работ на линейных объектах. Результаты геодезических измерительных работ, непосредственно связанные с проведением мониторинга, являются основой для линейных объектов.

**Ключевые слова:** мониторинг, геодезические измерения, линейные объекты, инженерное строительство.

A.D. Bektas

#### Methods of geodetic support of monitoring of network objects

**Abstract.** The article deals with the implementation of the issues of providing geodetic monitoring of linear objects that have a direct impact on the country's economy. Geodetic measurement work carried out in the process of forming linear engineering structures and within the framework of its application is very important. That is, the security of network objects directly depends on the life of a person. In order to implement this task, special monitoring is carried out. Currently, a number of methods for geodesic support of accurate monitoring work on linear objects are not widely used. The results of geodetic measurement works directly related to monitoring are the basis for linear objects.

**Keywords:** monitoring, geodetic measurements, linear objects, engineering construction.

**А.З. Гаппаров**

Научный руководитель – Алағуджаева М.А. PhD  
КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы, Республики Казахстан  
[gapparov.anvar97@gmail.com](mailto:gapparov.anvar97@gmail.com)

## ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТОКА

**Аннотация.** Требования к экологическим стокам варьируются от проекта к проекту в зависимости от их местоположения, потребностей и среды обитания. В этой статье предпринята попытка оценить потребность в экологическом стоке с использованием гидравлического подхода, метода увлажненного периметра и сравнения с поддерживаемым в настоящее время е-потоком. Это один из старых и широко используемых методов оценки экологического стока, основанный на гидравлических характеристиках, таких как глубина, ширина и периметр. Расход вычисляется для каждой глубины вместе с профилем и строится график для получения требуемого стока окружающей среды. Оцененные минимальные значения стока обычно проверяются с использованием среды обитания или целостного подхода. Для проверки расчетного минимального значения стока на его достоверность используются ГИС, рассчитывающие индексы растительности и воды. Результаты ГИС подтверждают достаточность экологического стока, поддерживаемого в нижнем течении плотины. Увлажненный периметр помогал в определении стока окружающей среды, в то время как применение ГИС помогало в пространственной оценке достаточности.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, экологический сток, реки, вегетационные индексы, индекс воды.

Гидроэнергетика является наиболее экономичной и экологически чистой формой производства электроэнергии. Вопрос о последствиях большей части деградации рек и воздействия плотин превратился в заслуживающий внимания общественный вопрос, в котором приняли участие многочисленные исследователи и заинтересованные лица. Неспособность поддерживать минимальные стоки может привести к ослаблению водного состояния подчиненной экосистемы. Общий термин, используемый для описания стока, необходимого для поддержания функции речной экосистемы, - это минимальный сток. Экологический сток выступает в качестве основного фактора, закрепляющего экологическую структуру реки. Едва ли какие-либо страны пришли к пониманию их отношения, поскольку это помогает в понимании и поддержании здоровья водной экосистемы. Оценка экологических стоков меняется в зависимости от некоторых факторов, например, топографии, водных ресурсов, климатических и сельскохозяйственных факторов и т. д.; каждая страна предписывает особые оценки экологического стока, соответствующие вышеупомянутым факторам. Исследования показывают, что существует до 200 методологий регулирования существующих в настоящее время экологических стоков, и эти методы предлагаются или используются примерно в 50 странах мира. Следовательно, выбор метода оценки экологического стока будет зависеть от различных факторов, таких как отсутствие данных, проблемы с реализацией и т. д. Администрация плотины гидроэлектростанции или любого проекта по водным ресурсам следит только за достижением целей, игнорируя воздействия на окружающую среду или дисбаланс, который может возникнуть из-за строительства, эксплуатации и технического обслуживания любого проекта по водным ресурсам [1].

Еще нет правильного определения экологических стоков. Экологические стоки иногда называют экологическими потоками, но они примерно демонстрируют сопоставимое значение, оба они действительно используются исследователями. По словам [2] экологический баланс считается необходимым управлением водными ресурсами, поставляемыми внутри реки, океана или водно-болотных угодий, чтобы все работало слаженно с окружающей средой, где стоки контролируются и присутствуют сложные виды использования воды. [3] заявил, что доля воды, которая осталась в ручье / реке / плотине, по отношению к воде, важной для биологической системы / экосистемы воды и для поддержания здоровья стока, называется экологическим стоком. Точно так же экологические стоки имеют другое название или разные определения в разных странах. Преобладающее национальное регулирование в законе национального уровня еще не обеспечило разумного, практического и законного курса действий воды для экологических стоков в нескольких странах.

Лишь несколько стран осознала важность неэффективного использования воды и создала специальные правила, чтобы приспособиться к этому. В настоящее время нет международного понимания, особенно подчеркиваемого экологическими стоками. Регулирование экологических стоков в нескольких странах повлияло на достижения или увеличилось их количество.

В обзорной статье, представленном здесь, рассматриваются различные аспекты экологического стока, такие как метод оценки е-стока, применение ГИС, моделирование е-стока, ограничения в оценке экологического стока. Оценка е-стока используется для решения проблемы эксплуатации воды плотинами на экосистемы или административный инструмент для смягчения последствий, которые зависят от различных факторов, такие как гидрологические, экосистемные, численность населения и водопользование в речном стоке (рисунок 1).

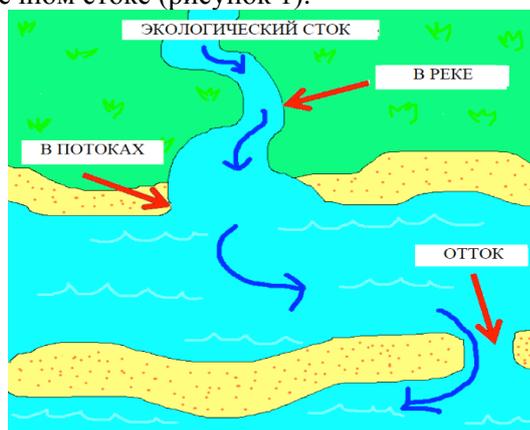


Рисунок 1 - Схема экологического стока

В зависимости от входных данных метод оценки е-стока можно разделить на четыре категории: гидрологический, гидравлика, моделирование среды обитания, холистические методы [4]. [5] заявил, что минимальный сток был определен в соответствии с гидрологическими данными о стоке, исходя из предположения, что полный набор данных о стоке необходим для поддержания здоровья экосистемы. Е-сток спроектирован таким образом, чтобы естественный поток реки поддерживал положительное качество и среду обитания видов. Этого можно достичь, рассматривая данные о потоках за предыдущий год или исторические данные о стоках, преобладающих в экосистемах. [3] доказал, что существуют различные системы, которые фундаментально или исключительно зависят от гидрологической информации для вывода рекомендаций по е-стоку. [6] объяснил, что характеристики естественного стока являются ключевым параметром для этого метода в структуре водных ресурсов и эксплуатационных аспектах водозависимых экосистем. Вариации стока за недавний исторический период стали прототипом текущих экологических процессов, смягчения последствий и сохранения природы биоразнообразия. [7] использовали методы кривой продолжительности стока (FDC), чтобы определить время, в течение которого возрастал или превышался определенный уровень ограничения стока в конкретной реке или районе.

Гидравлический метод должен быть выполнен с любым другим методом определения стока окружающей среды, чтобы проверить полученные результаты. ГИС-программы используются для рационализации предлагаемого и предполагаемого экологического стока [8]. Экологические стоки дополнительно контролировали больше воды ежегодно внутри резервуара [9]. Нужно сократить потребление воды и загрязнение окружающей среды, чтобы удовлетворить требования к экологическому стоку для здоровых речных экосистем. Дефицит воды также можно оценить, связав его с требованиями к экологическому стоку [10]. Растительность, связанная с поймой, является индикатором поддержания экологического стока, и NDVI может быть использован для количественной оценки экологического стока [11].

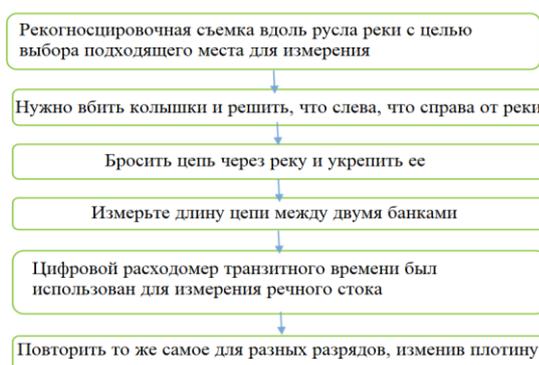


Рисунок 2 - Методология измерения стока

Метод увлажненного периметра является одним из наиболее часто используемых методов в случае отсутствия прошлых записей о стоке. Этот метод оценивает гидравлические характеристики и коррелирует с измеренным стоком для удовлетворения требований среды обитания. На рисунке 2 представлена методология. Эксперимент проводился с использованием 30-метровой цепи, колышков, штатного датчика, разрядного измерительного прибора и полевой таблицы. Ворота плотины были закрыты, чтобы обеспечить ограниченный сброс в реку, и цепь была переброшена через реку, чтобы измерить увлажненный периметр. Поперечное сечение имеет вид трапецевидной формы. Увлажненный периметр в два раза больше средней глубины плюс увлажненная ширина.

$$\text{Увлажненный периметр} = \text{Увлажненная ширина} + (2 * \text{Средняя глубина}) \quad (1)$$

Уравнение 1 [12] показывает расчет увлажненного периметра. Отмечена глубина каждой реки, а также ширина профиля реки. Среднее значение рассчитанной глубины умножается на 2 и к нему добавляется увлажненная ширина, чтобы получить увлажненный периметр. Преимущество этого метода связано с различными параметрами гидравлической геометрии канала водотока для сброса. Анализ имеющихся данных может быть применен для дальнейших исследований. Этот недостаток метода исследования каждой площади поперечного сечения приводит к отрицательным результатам с точки зрения времени, расхода данных и трудоемкой полевой работы. Но применение ГИС-технологий помогает определить и оценить качество полевых работ.

### Литература

1. Arthington A. H. Environmental flows: saving rivers in the third millennium. – Univ of California Press, 2012. – Т. 4.
2. Dyson M., Bergkamp G., Scanlon J. Flow: the essentials of environmental flows //IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. – 2003. – С. 20-87.
3. Tharme R. E. A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers //River research and applications. – 2003. – Т. 19. – №. 5- 6. – С. 397-441.
4. Palau A., Alcázar J. The basic flow method for incorporating flow variability in environmental flows //River research and applications. – 2012. – Т. 28. – №. 1. – С. 93-102.
5. Gippel C. J., Stewardson M. J. Use of wetted perimeter in defining minimum environmental flows //Regulated Rivers: Research & Management: An International Journal Devoted to River Research and Management. – 1998. – Т. 14. – №. 1. – С. 53-67.
6. Lytle D. A., Poff N. L. R. Adaptation to natural flow regimes //Trends in ecology & evolution. – 2004. – Т. 19. – №. 2. – С. 94-100.
7. Caissie D., El-Jabi N., Hébert C. Comparison of hydrologically based instream flow methods using a resampling technique //Canadian Journal of Civil Engineering. – 2007. – Т. 34. – №. 1. – С. 66-74.
8. Godinho F. et al. Integrated procedure for environmental flow assessment in rivers //Environmental Processes. – 2014. – Т. 1. – №. 2. – С. 137-147.
9. Hough I. M., Warren P. H., Shucksmith J. D. Designing an environmental flow framework for impounded river systems through modelling of invertebrate habitat quality //Ecological Indicators. – 2019. – Т. 106. – С. 105445.
10. Liu J., Liu Q., Yang H. Assessing water scarcity by simultaneously considering environmental flow requirements, water quantity, and water quality //Ecological indicators. – 2016. – Т. 60. – С. 434-441.

11. Sims N. C., Colloff M. J. Remote sensing of vegetation responses to flooding of a semi-arid floodplain: Implications for monitoring ecological effects of environmental flows //Ecological Indicators. – 2012. – Т. 18. – С. 387-391.
12. California Department of Fish and Wildlife. 2013. Standard Operating Procedure for the Wetted Perimeter Method in California. California Department of Fish and Wildlife Instream Flow Program Standard Operating Procedure DFG-IFP-004, 19 p.

### **А.З. Гаппаров**

#### **Экологиялық ағынды бағалау үшін ГАЖ технологияларын қолдану**

**Андатпа.** Экологиялық ағындарға қойылатын талаптар олардың орналасқан жеріне, қажеттіліктері мен тіршілік ету ортасына байланысты жобадан жобаға дейін өзгереді. Бұл мақалада гидравликалық әдісті, ылғалданған периметр әдісін және қазіргі кездегі е ағынымен салыстыруды қолдана отырып, экологиялық ағынның қажеттілігін бағалауға тырысады. Бұл тереңдік, ені және периметрі сияқты гидравликалық сипаттамаларға негізделген экологиялық ағынды бағалаудың ескі және кеңінен қолданылатын әдістерінің бірі. Шығын профильмен бірге әр тереңдікке есептеледі және қоршаған ортаның қажетті ағынын алу үшін график жасалады. Есептелген ең төменгі ағынды мәндер әдетте тіршілік ету ортасы немесе тұтас тәсіл арқылы тексеріледі. Ағындының есептік ең аз мәнін оның дұрыстығына тексеру үшін өсімдіктер мен судың индекстерін есептейтін ГАЖ пайдаланылады. ГАЖ нәтижелері бөгеттің төменгі ағысында сақталатын экологиялық ағынның жеткіліктілігін растайды. Ылғалданған периметр қоршаған ортаның ағынын анықтауға көмектесті, ал ГАЖ қолдану жеткіліктілікті кеңістіктік бағалауға көмектесті.

**Түйін сөздер:** геоакпараттық жүйелер, экологиялық ағын, өзендер, вегетациялық индекстер, су индексі.

### **A.Z. Gapparov**

#### **Gapparov Application of GIS technologies for environmental runoff assessment**

**Abstract.** Environmental wastewater requirements vary from project to project depending on their location, needs, and habitat. This paper attempts to assess the need for ecological runoff using a hydraulic approach, a wetted perimeter method, and a comparison with the currently supported e-flow. This is one of the old and widely used methods for estimating ecological runoff, based on hydraulic characteristics such as depth, width, and perimeter. The flow rate is calculated for each depth along with the profile and plotted to obtain the required environmental flow. Estimated minimum runoff values are usually checked using a habitat or holistic approach. To check the estimated minimum runoff value for its reliability, GIS is used, which calculates vegetation and water indices. The GIS results confirm the sufficiency of the ecological flow maintained in the lower reaches of the dam. The moistened perimeter helped in determining the environmental runoff, while the use of GIS helped in the spatial assessment of sufficiency.

**Keywords:** geoinformation systems, ecological runoff, rivers, vegetation indices, water index.

УДК 528.8

### **А.З. Гаппаров**

*Научный руководитель – Алағуджаева М.А. PhD  
КазНУ имени аль-Фараби, г. Алматы, Республики Казахстан  
[gapparov.anvar97@gmail.com](mailto:gapparov.anvar97@gmail.com)*

## **ОЦЕНКА РАЗЛИВОВ И ЗАТОПЛЕНИЯ ПОЙМ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ**

**Аннотация.** Наводнения являются одним из наиболее часто повторяющихся стихийных бедствий, а по площади охватываемых территорий и наносимому ущербу превосходят все другие чрезвычайные ситуации. Одной из важным пролем гидрологии является расчет и прогноз объема весеннего половодья. Точность такого расчета определяется полнотой и объективностью информации, предоставляемые из космических снимков и расчетов. Важными преимуществами методов дистанционного зондирования являются возможность регулярного отслеживания состояния земной поверхности, большая обзорность, высокая оперативность получения информации об интересующем районе и интеграция в геоинформационные системы. Генерализация деталей на изображениях Земли из космоса обеспечивает исследования разных по охвату регионов и позволяет проследить за наиболее характерными процессами прохождения половодья по всей длине реки от истока до устья. В этой связи в предлагаемой статье представлены данные об оценке разливов и пойм по спутниковым данным, описаны основные преимущества и перспективы развития. Освещены основные проблемы использования космических снимков при мониторинге затоплений.

**Ключевые слова:** космические снимки, затопления, искусственные спутники земли, наводнения, оценка разливов.

Крупные агротехнические, лесотехнические и гидротехнические мероприятия, а также другие виды индустриального использования природно-территориальных комплексов требуют оперативных данных о состоянии и динамике природной среды и в первую очередь о состоянии био- и гидросферы. Эти данные сложно получать на основе традиционных натуральных измерений, что связано с динамичностью самих параметров био- и гидросферы и низкой информативностью точечных разновременных натуральных измерений. Последнее обстоятельство приводит в традиционном природоведении к выполнению исследований по принципу «от частного к общему». С этой точки зрения эффективность космического природоведения совершенно очевидна, так как космические съемки дают возможность практически одновременно и при сплошном покрытии наблюдать значительные регионы земной поверхности и периодически повторять эти наблюдения. Перспективным является совместный анализ данных об одном и том же объекте, полученные различным техническими средствами. Интересные и даже неожиданные результаты дают использование методов наложения различных геофизических полей, полученных на основе спутниковых измерений [1]. Большое место должны занять методы космического природоведения в решении ряда экономических проблем, таких как рациональное использование энергетических ресурсов, проблема землепользования и агрометеорологии, ведение водного кадастра, оптимизация размещения промышленных комплексов, обеспечение хозяйственной деятельности на шельфе и в океане и т.д.

Космические исследования природных образований с научно-практической точки зрения в процессе развития проходят три основных этапа:

- 1) этап накопления и систематизации фактов;
- 2) этап обработки и представления информации в требуемой форме и, наконец,
- 3) этап внедрения полученных результатов в практическую деятельность.

В настоящее время эти исследования находятся, в основном на первом этапе и лишь в опытном порядке делаются отдельные шаги ко второму и третьему этапам. Основное внимание уделяется разработке и совершенствованию системы накопления разнообразной исходной информации (как космической, так и некосмической) для дальнейшей ее переработки (рисунок 1). Необходимость системного подхода к дистанционному изучению природных образований обусловлена сложностью и многофакторностью формирования их радиационных образов. Поэтому источники исходной информации должны быть самыми разнообразными. Это значит, что разработка методов объективной интерпретации космической информации в оперативных условиях возможна лишь на основе предварительного создания достаточно полного банка систематизированных и формализованных данных о параметрах природной среды. Создание такого банка данных целесообразно путем накопления результатов наблюдений за интересующими объектами с трех уровней: со спутника, с самолета или вертолета и непосредственно у земной поверхности. На современном этапе основной поток априорной информации, которая может быть использована в качестве основы при интерпретации космических изображений, поступает главным образом с гидрометеостанций и постов, а в ряде случаев с экспедиционных и стационарных полигонов и тестовых участков [2].

Для изучения затоплений сейчас используют в основном изображения, полученные фотоаппаратами системами (фотоаппарат телевизионная камера, сканер). Лишь иногда упоминаются возможности применения для этой цели инфракрасных тепловых и микроволновых съемок. Например, по тепловым инфракрасным снимкам (10,5-12,5 мкм) с ИСЗ «NOAA» (разрешение на местности около 1 км) дешифрованы обширные разливы, вызванные на пойме р.Юкон заторами льда (Аляска). Размеры затопленных площадей достигали 2700 км<sup>2</sup>, погрешность картографирования затоплений, по оценке авторов, находилась в пределах  $\pm 5\%$ . В другом исследовании использованы данные микроволнового радиометра ИСЗ «Нимбус-5» с разрешением на местности 25 км для различения затопленных площадей на пойме р. Дарлинг в Австралии. Оценка разливов основывалась на разнице значений радиояркостной температуры воды и незатопленных земель. Съемки в микроволновом диапазоне спектра имеют существенное преимущество: они могут быть выполнены днем и ночью сквозь облачность (лишь зоны интенсивных дождей «отрезают» микроволновое излучение) [3]. Большинство же разработок базируются на материалах многозональных съемок на

материалах многозональных съемок в видимой и ближней инфракрасной областях спектра. В США для картографирования затоплений чаще всего используют четырехзональные (0,5-0,6; 0,6-0,7; 0,7-0,8; 0,8-1,1 мкм) съемки с разрешением на местности около 80 м, получаемые с ИСЗ серии «Landsat». По таким снимкам границу разливов дешифрировали и картографировали в масштабе 1:250 000 для поймы Миссисипи-Миссури. Однако оказалось, что опознавание контура разливов по этим материалам не является простой задачей. Было выполнено сравнение материалов пяти видов съемок затоплений поймы, полученных синхронно с самолета и со спутника. Границу разливов дешифрировали по черно-белым панхроматическим аэрофотоснимкам, цветным инфракрасным фотографиям, тепловым инфракрасным изображениям и по четырехзональным съемкам с ИСЗ «Landsat». Выяснено, что в безлесых районах для картографирования границы разливов хорошо подходят все виды съемок. В заселенных районах (до появления листвы) для дешифрирования границы разлива особенно хороши цветные инфракрасные фотографии. Однако после появления листвы на деревьях ни один из рассмотренных видов съемок не позволяет надежно определить границу разлива в лесу. В этом случае по снимкам можно выделить только две категории затопления: открытая вода и предположительно затопленные земли.

Спутниковые съемки разливов существенно расширяют возможности наблюдения за продвижением волны половодья вдоль реки. Одной из главных задач, которую можно решить с помощью космических снимков, полученных в период формирования и развития половодья, является уточнение отметок уровней выхода воды на пойму и полного ее затопления [4]. Сведения об отметках выхода воды на пойму, помещенные в гидрологическом ежегоднике, обычно получают по наземным обследованиям и профилю поперечного сечения поймы в створе поста. При этом чаще всего фиксируется уровень воды, при котором начинается перелив воды через прирусловый вал в створе поста, тогда как вода захлестит на пойменный массив, как правило, снизу, по межрядовым понижениям. И к тому времени, когда начинается перелив воды через бровку прируслового вала, значительная часть поймы на участке уже оказывается затопленной. За уровень выхода воды на пойму целесообразно принимать такое его значение, при котором начинается затопление поймы, но площадь разливов не превышает 10% общей площади поймы в районе поста без учета площади, занятой основным руслом и пойменными озерами в меженный период. Уровнем полного затопления поймы можно считать отметку водной поверхности, при которой степень покрытия поймы водой составляет более 90° и над поверхностью воды остаются коренные острова и отдельные участки бровок вдоль основного русла и пойменных проток. Кустарниковая и древесная растительность при этом бывает затоплена у основания и возвышается над водой (рисунок 1) [5].

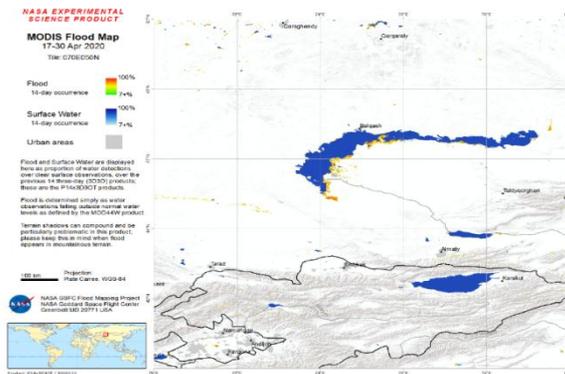


Рисунок 1 - Карта затопления с 17 по 30 апреля 2020 года на территорию южной части Казахстана по данным MODIS

Анализ ряда зависимостей на всем протяжении пойменной реки в период половодья поможет решить следующие задачи:

- определить размеры характерного (показательного, репрезентативного) участка по затоплению поймы для каждого гидрологического поста;
- уточнить отметки уровней выхода воды, на пойму и полного ее затопления, а также оценить стабильность этих характеристик от года к году при различной высоте половодья;
- выделить на затопленной пойме участки, где идет преимущественная аккумуляция воды в пойме, а где уже началась отдача накопленных поймой вод в русло;

- после построения обоснованных зависимостей определить размеры затопленных площадей по данным об уровне воды.

Еще более значимый гидрологический выход может дать выявление по спутниковым съемкам связей площади пойменных затоплений с расходом воды. Такие зависимости, по предварительным данным, намечаются как для гидрологических постов, расположенных непосредственно на участке затоплений, так и для постов, расположенных выше по течению от рассматриваемого участка, т.е. могут иметь прогностическое значение.

Для подхода к анализу связей расходов и уровней воды с площадями разливов необходимо накапливать результаты дешифрирования снимков разливов по различным рекам. Нет оснований надеяться на получение большого количества снимков, достаточно подробно освещающих половодье на всем протяжении реки за один сезон. Поэтому следует по крупницам собирать материалы съемок, постепенно выяснять зависимости между разливами и вызывающими их причинами, анализировать устойчивость этих зависимостей во времени и стремиться создать со временем фонд материалов [6].

### **Литература**

1. Тарарин А. М. Опыт применения изображений Земли из космоса и ГИС-технологий для мониторинга паводков и наводнений в России //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2007. – Т. 4. – №. 2. – С. 340.

2. Мусаева М. Х., Калел М. Х., Ергалиев Д. С. Интеграция систем ДЗЗ и БПЛА для предотвращения и мониторинга чрезвычайных ситуаций в Республике Казахстан //Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». – 2018. – Т. 2.

3. Зеленцов В. А. и др. Основы построения системы обработки данных дистанционного зондирования Земли на базе сервисориентированной архитектуры //Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2015. – Т. 58. – №. 3.

4. Абросимов А. В., Дворкин Б. А. Возможности практического использования данных ДЗЗ из космоса для мониторинга водных объектов //Геоматика. – 2009. – №. 4. – С. 54-63.

5. Долгобородов Л. Е., Савосин И. В. Разработка методики и алгоритмов обработки данных ДЗЗ для оценки рисков затопления территорий //Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2019. – Т. 6. – №. 4. – С. 84-88.

6. Новиков Ю. А. Системы дистанционного зондирования земли, как важнейший компонент мониторинга чрезвычайных ситуаций //Московский экономический журнал. – 2020. – №. 2.

### **А.З. Гаппаров**

#### **Жер серіктік суреттер бойынша жайылмалардың төгілуі мен су басуын бағалау**

**Андатпа.** Су тасқыны ең жиі қайталанатын табиғи апаттардың бірі болып табылады және барлық басқа төтенше жағдайлардан асып түсетін аумақтар мен залал ауданы бойынша. Гидрологияның маңызды бағыттарының бірі-көктемгі су тасқыны көлемін есептеу және болжау. Мұндай есептеудің дәлдігі ғарыштық суреттер мен есептеулерден алынған ақпараттың толықтығы мен объективтілігімен анықталады. Қашықтықтан зондау әдістерінің маңызды артықшылығы-жер бетінің жағдайын үнемі бақылау мүмкіндігі, үлкен шолу, қызығушылық аймағы туралы ақпарат алудың жоғары жылдамдығы және геоақпараттық жүйелерге интеграция. Ғарыштан жердің суреттеріндегі бөлшектерді жалпылау әр түрлі аймақтарды зерттеуді қамтамасыз етеді және өзеннің басынан сағаға дейінгі бүкіл ұзындығы бойымен су тасқынының ең тән процестерін бақылауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты ұсынылып отырған мақалада спутниктік деректер бойынша төгілулер мен жайылмаларды бағалау туралы деректер ұсынылған, дамудың негізгі артықшылықтары мен перспективалары сипатталған. Су басу мониторингі кезінде ғарыштық түсірілімдерді пайдаланудың негізгі мәселелері баяндалды.

**Түйін сөздер:** ғарыштық суреттер, су тасқыны, Жердің жасанды серіктері, су тасқыны, төгілуді бағалау.

### **A.Z. Gapparov**

#### **Assessment of floodplain spills and flooding from satellite images**

**Abstract.** Floods are one of the most frequent natural disasters, and in terms of the area covered and the damage caused, they surpass all other emergencies. One of the important problems of hydrology is the calculation and forecast of the volume of spring flood. The accuracy of this calculation is determined by the completeness and objectivity of the information provided from satellite images and calculations. Important advantages of remote sensing methods are the ability to regularly monitor the state of the earth's surface, greater visibility, high efficiency of obtaining information about the area of interest and integration into geographic information systems. The generalization of details in images of

the Earth from space provides studies of different regions in terms of coverage and allows you to track the most characteristic processes of the passage of high water along the entire length of the river from the source to the mouth. In this regard, the proposed article presents data on the assessment of spills and floodplains from satellite data, describes the main advantages and prospects for development. The main problems of using satellite images in flood monitoring are highlighted.

**Keywords:** satellite images, flooding, artificial Earth satellites, floods, assessment of spills.

ӘОЖ 622.528.3

**Қ.Н. Дербісов**

*Ғылыми жетекшісі – Нұрпейісова М.Б. техн. ғылым. докторы Satbayev University, Алматы қаласы,  
Қазақстан  
[derbisov.k@mail.ru](mailto:derbisov.k@mail.ru)*

### **ҚАЗАҚСТАННЫҢ МЫСЫ - СӘТБАЕВТЫҢ ИГІЛІКТІ ІСІ**

***Андапна.** Мақала Жезқазған өңірінде игерілуі қолға алынған «Шығыс Сарыоба» мыс кен орны, оның тау-кен өндірісін дамытудағы атқара ролі жайлы мәлімет берілген. Күрделі кен-геологиялық жағдайда орналасқан «Шығыс Сарыоба» кен орнын қауіпсіз игеруді қамтамыз етуге мүмкіндік беретін техникалық шешімдер қарастырылған. Кен орнындағы рудалық денелердің өлшемдері де орналасқан тереңдіктері де әрқилы, сондықтан да оларды сейсмикалық барлау жобаланған. Кен орнында жүргізіліп жатқан сейсмикалық-барлау және тау-кен жұмыстарын топографиялық-геодезиялық түсірістермен қамтамасыз ету қарастырылған.*

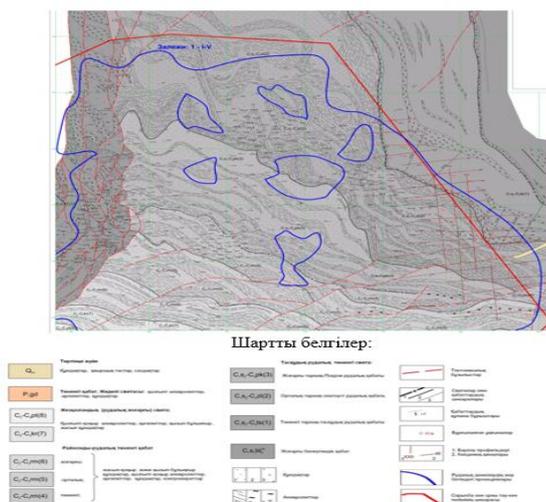
***Түйін сөздер:** мыс кен орны, геологиялық карта, сейсмикалық барлау, геодинамикалық полигон, геодезиялық қамтамасыздандыру.*

Халқымыздың ұлы перзенті, заманымыздың заңғар ғалымы Қ.И.Сәтбаевтың ұланғайыр мол мұрасының ішінде ауызға алғаш ілінетін еңбектерінің бірі - «Орталық Қазақстанның болжамдық металлогениялық картасы». Металлогенияның практикалық геологияда алатын орны да ерекше. Өйткені «қандай кенді қай жерден іздеудің тиімді» деген маңызды мәселеге бағыт-бағдар сілтейтін бірден-бір геологиялық ғылымның саласы – осы металлогения. Мәскеудің тапсырмасы бойынша Қазақстанның жерасты қазба байлығының осы картасын жасаған кезде Қаныш Имантаевич барлау жүргізілген аймақтан төрт-бес кен орындарын геологиялық картаға кіргізбейді. «Ондағы руда қоры өте тереңде. Қаржыны да, техниканы да көп қажет етеді. Толық пісіп-жетілмеген жерлерді картаға енгізуге әлі ерте», - дейді әріптестеріне. Ал, өзімен сырлас достары Мұхтар Әуезов пен Әлкей Марғұланға: «Әдейі жасырып алып қалдым. Кейінгі ұрпаққа да керек емес пе», – деген екен. Қаныш Сәтбаевтың металлогендік картасы геологтардың айқын барометр болып, ғалымның сол еңбегінің жемісін бүгінгі ұрпақ көріп және сонау 1932 жылы жарияланған «Жезқазған мыс кен ауданы және оның минералдық байлықтары» деген еңбегі, бүгінгі таңда «Жезқазған мысы - ел ырысы» деген ұранға айналып отыр[1].

Бүгінгі таңда Мемлекеттік баланста мыс қорының анықталған 84 нысаны бар. Десекте, кейінгі кезде, мыс қорының күрт азаюы және олардың төмен кондициялық сапасы жаңа кен орындарын іздеу және ашу бойынша түбегейлі шараларды қолдануды талап етуде. Осындай шаралардың бірі - Жезқазған ойпаты аумағындағы пайдалы қазбалардың барлық түрлері бойынша болашақ жұмыстарды анықтау мақсатында геологиялық барлау жұмыстарын кең көлемде жүргізуге көлемді қаражат бөлінді. Солардың бірі мақаламызға тиек болып отырған, Жезқазған кенішінің солтүстігінде 30-45 км қашықтықта, тау-кен телімі бойынша 2447,94 гектар жерді алып жатқан және 510 м тереңдікте орналасқан «Сарыоба» кен орны. ). Ол «Шығыс Сарыоба» және «Батыс Сарыоба» болып екіге бөлінеді.

Бүгінгі таңда тек «Шығыс Сарыоба» кен алқабында 11 кен шоғыры анықталды, оның құрамында 109 кен денелері барланған ең ірі шоғыр Тасқұдық қабатында орайластырылған (сурет.1). Ең ірі кен орындары Тасқұдық қабатына шоғырланған, олардың ұзындығы 3200 м-ге, қалыңдығы 0,5-тен 17 м-ге дейін, рудалық денелер 750-800 м тереңдікте орналасқан.

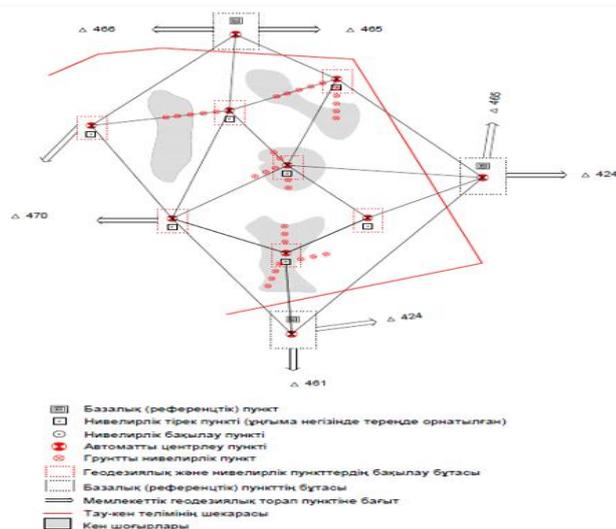
Сонымен қатар, кен денелері көптеген дизъюнктивтік бұзылыстармен күрделенген және олар барлау жұмыстарын едәуір қиындата түседі[2].



Сурет 1 - Кен шоғырларының біріктірілген контуры, тереңдігі +340 м-дейін

Терең қабаттардан кен игеру, қазіргі кезде тау жыныстарының деформациялануы, жылжуы және олардың кернеулі күйлерінің өзгеруімен елеулі геодинамикалық процестердің туындауымен ерекшеленуде. Жер қойнауын кең көлемде игеру, әсіресе Орталық Қазақстан жағдайында геологиялық ортаның геодинамикалық режимі өзгереді. Кен орындарын игеру кезіндегі мұндай геодинамикалық процестердің әсерінен өте қолайсыз *технологиялық, экологиялық және экономикалық* салдарлар туындауы мүмкін. Мұндай жағдайда, өңірдің геодинамикалық қауіпсіздігін қамтамасыз ету, яғни Орталық Қазақстанның «Шығыс Сарыоба», «Батыс Сарыоб», «Жаман Айбат», «Итауыз» «Қыпшақбай», «Қарашошақ» сияқты кен орнының аумағында геодинамикалық полигон құрып, онда инновациялық аспаптар негізінде кешенді мониторинг жүргізу бүгінгі күннің маңызды мәселесі болып табылады.

Кең алқапта және әртүрлі тереңдікте орналасқан кен орындарын игеруде геодезиялық негіздеме құру өте жауапты жұмыс болып есептеледі. Геодезиялық жұмыстармен қамтылатын алқаптың көлеміне, кен шоғырларының шашыранды орналасуына байланысты, әдеттегідей қайталап нивелирлеуге арналған «профильдік сызықтар» тәсілі емес, геодезиялық торап құрудың «бұталы» тәсілі ұсынылып отыр. Қатарымен бірнеше кен орындары және ұзақ уақыт игеріліп жатқан кезде геомеханикалық (техногендік) деформациялық процестермен қатар, геодинамикалық (эндогендік) процестер де дамуы мүмкін. Сол себептен, терең қабаттық кеншоғырларын игеру кезінде геодинамикалық полигон (ГДП) құрып, онда геодезиялық қайталап бақылау жұмыстары жүргізіледі (2-сурет)[3].



Сурет 2 - Геодинамикалық полигон бақылау торабының құрылымдық сұлбасы

Кенорындарын игеру кезіндегі тау жыныстары мен жер бетінің жылжуын бақылаудың дәстүрлі әдістерінде горизонталь және вертикаль жылжулардың сипаттамаларын тек профильдік сызықтар бойынша ғана анықтауға мүмкіндік береді. Десек те, бұл мәліметтер жер қыртысы мен қойнауында жүріп жатқан техногендік және тектоникалық процестердің жігін ажырата алмайды, яғни геодезиялық және нивелирлік пункттер жылжуының алқаптық-кеңістіктік сипаты, 3D моделі алынбайды. Сондықтан, ГДП дағы қайталап геодезиялық бақылаулар жүргізу кезінде геодинамикалық және геомеханикалық процестер Жер қыртысының әртүрлі қабаттарында пайда болатынын, олардың жер бетінде кеңістіктік-уақытша көрінуінің өзіндік ерекшеліктері бар екенін назарға алған жөн[4].

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, қазіргі геодинамикалық және техногендік геомеханикалық процестердің параметрлерін зерделеуге байланысты геодезиялық есептерді шешудің негізгі тәсілдерінің бірі - табиғи геодинамикалық және техногендік геомеханикалық процестердің нәтижелерін алу үшін арнайы геодезиялық торап құру. Сондықтан, үлкен алқапты алып жатқан және терең қабаттарды арналасқан кен орындарын игерудегі геодинамикалық және геомеханикалық процестерді саралап зерттеу үшін кен орнында базалық( референцтік), тірек (бастапқы) пен деформациялық геодезиялық және нивелирлік пункттерден тұратын торап құрудың жаңа әдісін ұсынамыз.

Базалық (референцтік) пункттер торабы аймақтың геодинамикалық жағдайын қамтамасыз ету және геодезиялық тірек пункттерін дамыту (жиілету) үшін қажет. Осыған байланысты, базалық (референцтік) пункттер кен орны шекарасы және кен қазудың әсер ету аймағынан тыс, сондай-ақ тектоникалық жарылымдардан қашық жерлерде орналастыу қажет және олар екіден кем болмауы керек.

Тірек (бастапқы) пункттерінің торабы - техногендік геомеханикалық және қазіргі заманғы геодинамикалық процестерді аймақтағы тектоникалық және кернеулі-деформациялық күй(КДК), сондай-ақ кен игерілетін алаптың геодинамикалық жағдайын бағалау үшін қажет. Мұндай тірек (бастапқы) пункттер ретінде кен орнында бар барлау немесе эксплуатациялық ұнғымаларды (жойылған немесе консервациялаудағы) пайдаланылу мүмкіндігі, өйткені ол ұнғымалардың тереңдігі кен шоғырларынан төмен [5].

Деформациялық пункттер торабы - техногендік геомеханикалық және қазіргі геодинамикалық процестерді бақылауға арналған. Мінекей осы жұмыстардың барлығы геодезиялық заманауи технологияны қолдану арқылы жүзеге асырылады[5].

Мінекей осы жұмыстардың барлығы геодезиялық заманауи технологияны қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл ретте геодезиялық жұмыстардың жоғары тиімділігіне тек жерсеріктік технологиялар арқылы қол жеткізіледі(3-сурет).



Сурет 3 - Тригопутктің (а) және бұрғылау ұңғымаларының (ә) координаталарын GPS-қабылдағышпен анықтау

Қазіргі заманғы техникалық құралдарды қолдану сейсmobарлауды геодезиялық қамтамасыз ету міндеттерін сапалы жаңа деңгейде шешудің кең мүмкіндіктерін ашады. Геодезиялық негізді жиілетуді жылдам дамыту, жоғары дәлдікпен жергілікті жерге профильдерді шығару, өлшеу және деректерді өңдеуді автоматтандыру, күрделі физика-географиялық және климаттық жағдайларда жұмыс жүргізу мүмкіндігі тек заманауи аспаптар негізінде жүзеге асырылады.

Геология және тау-кен салаларында тұрған өзекті мәселелерге кен орындарын игерудің жаңа тәсілдерін, әдістері мен технологияларын әзірлеу қажеттілігін анықтайды. Сондықтан да, минералдық ресурстарды басқару жүйесін дамытудың барлық кезеңдерінің қажетті құрамдас бөлігі жүргізілетін жұмыстардың дәлдігін және жер қойнауын пайдаланудың тиімділігін арттыруды қамтамасыз ететін инновациялық геодезиялық сүйемелдеу болуға тиіс.

#### Әдебиет

1. Сатпаев К. И. Основные результаты комплексного геологического изучения и вопросы генезиса Джекказгана. Геология рудных месторождений, 1962, № 3.
2. Рабочий проект. Отработка месторождения «Восточная Сарыоба», Жезказганский проектный институт, 2007.
3. Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Геомеханический мониторинг техногенных систем (монография). Германия: LAP LAMBERT, 2017.-114 с.
4. Ғылыми жоба «Орталық Қазақстанның рудалық кенорындарын ауқымды игеру кезіндегі жер беті деформациялық процестерін кешенді мониторингтеу»(АР 08857097, 2020-2021жж)
5. Тұрымбетов Т, Дербісов Қ. Геологиялық барлау жұмыстарын геодезиялық негіздеу// Сәтбаев оқулары-2020. –Алматы: ҚазҰТЗУ, 2020ж .

#### Қ.Н. Дербісов

##### Казахстанская медь – благое дело Сатпаева

**Аннотация.** В статье рассматривается информация о медном месторождении «Восточный Сарыоба», освоение которого осуществляется в Жезказганском регионе, его роли в развитии горнодобывающей промышленности. Представлены технические решения, позволяющие обеспечить безопасные условия работы в сложных горно-геологических условиях при освоении запасов месторождения «Восточная Сарыоба» в Казахстане. Рудные тела месторождения имеют разные размеры и расположены на различных глубинах, поэтому проводятся сейсморазведочные работы. Рассмотрены обеспечения топографо-геодезическими съемками, проводимые сейсморазведочные и горные работы

**Ключевые слова:** медное месторождение, геологическая карта, сейсмическая разведка, геодинамический полигон, геодезическое обеспечение

#### K.N. Derbisov

##### Kazakh copper - Satpayev's good deed

**Abstract.** The article deals with information about the copper Deposit "East Saryoba", the development of which is carried out in Zhezkazgan region, its role in the development of the mining industry. The article presents technical solutions to ensure safe working conditions in difficult geological conditions when developing reserves of the East Saryoba field in Kazakhstan Ore bodies of the deposit have different sizes and are located at different depths, therefore, seismic surveys are carried out. Seismic surveys carried out at the field are accompanied by geodesic surveys. Seismic surveys carried out at the field are accompanied by geodesic surveys.

**Keywords:** copper deposit, geological map, seismic exploration, Geodynamic polygon, geodetic support.

Н.С.Доненбаева<sup>1</sup>, Е.Левин<sup>2</sup>

Ғылыми жетекшісі – Нұрпейісова М.Б. т.ғ.д., профессор  
<sup>1</sup>Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы, [nsdonchik@mail.ru](mailto:nsdonchik@mail.ru)  
<sup>2</sup>Мичиган техникалық университеті, АҚШ, [elevin@mtu.edu](mailto:elevin@mtu.edu)

**КАРЬЕР БЕТКЕЙЛЕРІ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН ГЕОМОНИТОРИНГТЕУДІҢ КЕШЕНДІ ӘДІСІ**

*Аңдатпа.* Қазақстан әлемдік деңгейдегі минералды-шикізат базасына ие. Оның ішінде қатты пайдалы қазбалардың кен орындарын игерудің ашық әдісіне ерекше орын берілген. Мұндағы карьер қиябеттерінің орнықтылығын қамтамасыз ету өте күрделі мәселе. Осыған орай, пайдалы кен қазбаларын игеру кезінде карьер бекейлерінің орнықтылығын басқару, оны түзіп тұрған тау жыныстарының геологиялық құрылымының әрқилылығына және кен қазу тереңдігіне қарай өзгеретіндіктеріне және т.б. жағдайларға байланысты геомеханикалық мониторинг жүргізіледі. Осыған орай, мақалада кез келген карьерлердің өндірістік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және кен игерудің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін, геомониторингтеудің кешенді әдісі жайлы декретер келтірілген.

**Түйін сөздер:** кен орны, геология, тау жыныстары, деформациялар, мониторинг, кешенді әдіс, геодезиялық бақылаулар, заманауи аспаптар.

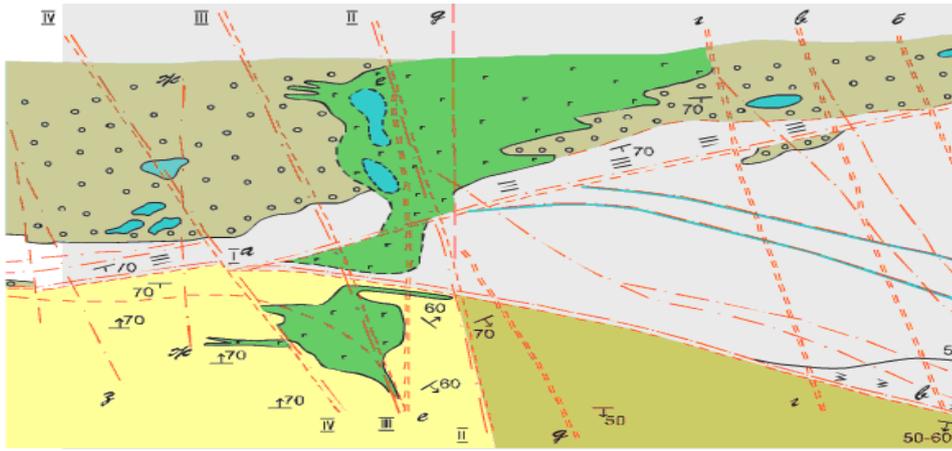
Сәірдің 12 жұлдызы - ғылым күні және есіміне ие болып отырған ҚазҰТЗУ да Қ.И.Сәтбаевтың туған күнінде өткізілетін дәстүрлі Халықаралық Сәтбаев оқуларына қатысып отырмыз. Сонымен қатар, осы конференция аясында Сәтбаевпен бірге қажымай-талмай жер қойнауын зерттеген, аты әлемге мәшқүр Ақжан Машановтың туғанына биыл 115 жылдығына арналған «Әл Машани көзқарасындағы жер қойнауының үйлесімдігі» атты секцияға өз үлесімізді қосу парыз деп білеміз.

Ақжал карьері тау жыныстардың геомеханикалық үрдісіне әсер ететін барлық факторларды жүйелі түрде зерттеу және карьер орнықтылығын жоғары дәлдікті геодезиялық аспаптардың көмегімен бақылап, мониторинг жүргізудің кешенді әдісін ұсынып отырмыз (1-сурет).



Сурет 1 - Геомониторинг жүргізудің кешенді әдісінің сұлбасы

Центральный кенішінің тереңдігі 350м құрайды және 2016 жылдан бастап кен орны жерасты тәсілімен де игерілуде. Ұсынып отырған кешендік әдісіміздің 1-блогіне сәйкес тау жыныстарының кен геологиялық және тектоникалық жағдайын зерделеді. Мұнда кен ақабының ішкі құрылымы өте күрделі екендігі және сілемдің әртүрлі бұзылыстармен қатар, тектоникалық жарылымдар өте жиі кездесетіндігі анықталды (2-сурет).



Сурет 2 - Ақжал кен орнының тектоникалық картасы

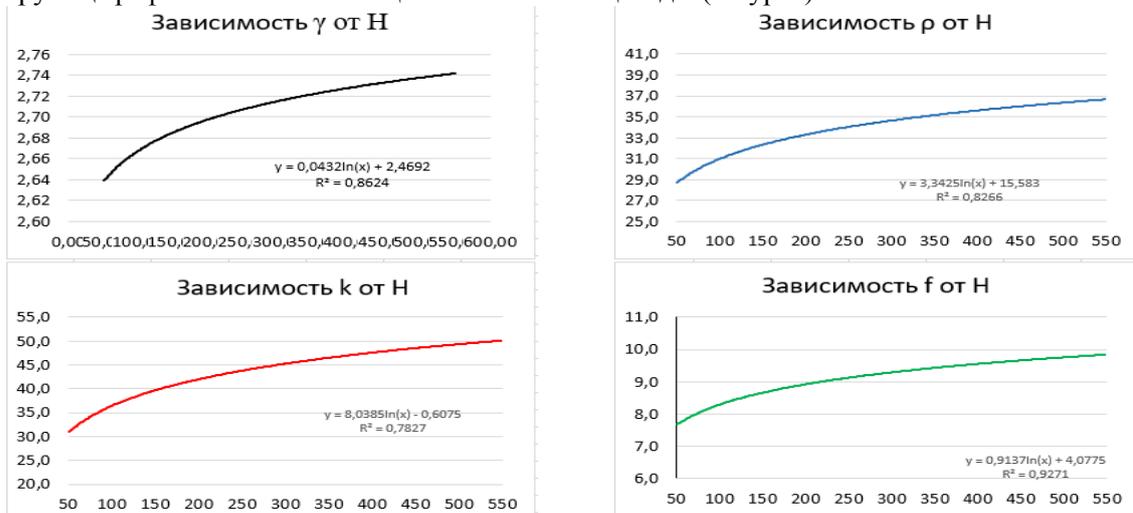
Ақжал кенорынының құрылымдық тектоникалық зерттеуде мынадай тектоникалық жарылымдарды байқадық: сілемдегі таужыныстарының тік жарылым (2,а-сурет), диоганаль (2,ә-сурет) жарылымдар және тау жыныстарының ұсақ жарықшақтарға(2,б-сурет) ұшырайтындығы анықталды. Осы тектоникалық жарылымдар мен бұзылыстар ішінде карьер беткейлерінің деформациялануына үлкен әсер ететіні – ұсақ жарықшақтар.



Сурет 3 - Сілемдегі таужыныстардың тектоникалық жарылымдары:  
а) тік жарылымдар; ә) диоганаль жарылымдар; б) ұсақ жарықшақтар

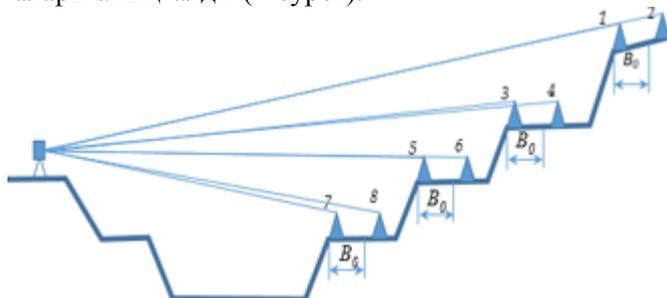
Сондықтан карьер беткейіндегі және жер асты қабаттарындағы жарықшақтар ерекше зерттелді. Міне осындай тау жыныстарының беріктік қасиеттерін зерделеу, карьер кемерлерінің орнықтылығын зерттеудің бір кезеңі болды. Зерделеу жұмыстары зертханалық және далалық жағдайларда жүргізілді.

Қазіргі таңда Центральний карьерінің пайдалы қазбаларын аралас (ашық және жерасты) түрде игерілгендіктен, кенді игеру аймағының әр горизонттарынан тау жыныстарының үлгілерін алынды, үлгілер зертханалық жағдайда сыналды және нәтижесінде тау жыныстары беріктік қасиеттерінің (тығыздығы -  $\gamma$ , ішкі үйкеліс бұрышы -  $\rho$ , беріктігі -  $f$ , ілінісуі –  $k$ ) тау-кен жұмыстарының тереңдігіне қарай өгеруінің графитік-аналитикалық байланысы анықталды (3-сурет).



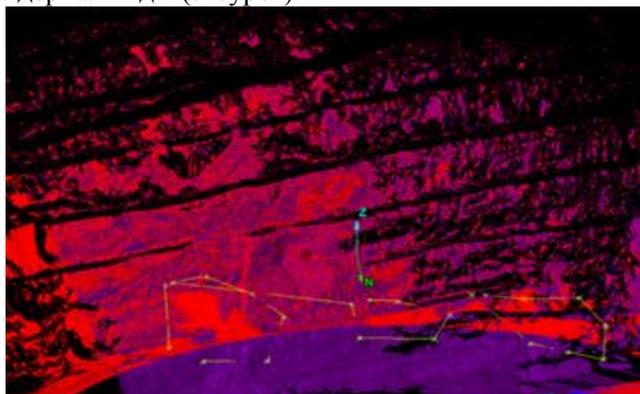
Сурет 4 - Таужыныстары беріктік қасиеттерінің ( $\gamma$ ,  $\rho$ ,  $k$ ,  $f$ ) тереңдікке байланыстылығы

Ұсынылып отырған мониторингтеу жүргізудің кешенді әдісінің соңғы кезеңі(3-блок) заманауи жоғарғы дәлдікті геодезиялық аспаптармен бақылаулар жүргізуде бірқатар заманауи жоғарғы дәлдікті өлшеу құралдары (Leica Geosystems Швейцариялық фирманың жоғарғы дәлдікті электрондық тахеометрі TS15, лазерлік сканері HDS8800, GPS құрылғысы GS16 және жарқырағыш деформациялық маркалар) қолданылды. Сондай – ақ, бақылау жұмыстарын жылдам жүргізуге бағытталған, ҚР патентімен расталған тұрақты репер, өндіріске енгізілді. Тұрақты реперге аспапты орнатып, карьер беткейлеріндегі жарқырағыш деформациялық маркалар арқылы реперлердің пландық-биіктік координаталары анықталды (4-сурет).



Сурет 5 - Карьерде мониторинг жүргізудің сұлбасы

Тұрақты грунттық реперлерге сканері HDS8800 лазерлік сканерін орнатып, карьер қиябеттерінің деформацияға ұшырып, опырыла құлаған, жарықшақталған учаскелері түсірілді (5-сурет). Әрі қарай нүктелер бұлттары «MarteK-SiteStudio» бағдарламасы бойынша өңделіп, деформацияланған беткей учаскелерінің 2D, 3D моделдері алынды (5-сурет).



Сурет 6 - «Центральный» карьері беткейіндегі опырылған жерді сканирлеу нәтижесі

Геодезиялық аспаптық өлшеу жұмысының нәтижесі бойынша карьердің Оңтүстік беткейінің беткеймандық сілемнің айтарлықтай деформациясы анықталмады. 400 м горизонтта ұзындығы 10 метр және ені 2 метр өлшемінде төменгі горизонтта сілемдегі таужыныстардың опырылуы байқалды. Бұның себебіне тоқталатын болсақ, төменгі кемерлерде кернеулілік жағдайының артуына байланысты төменгі кемерлерді ай сайын бақылау қажеті туындайды.

Карьер беткейінің орнықтылығын зерттеуде ұсынып отырған кешендік әдістің жан-жақтылығы мен жоғарғы дәлдікпен алынған мәліметтерінің нәтижесін бір жүйеге келтіріп алуымыз, арқылы сілемдегі таужыныстардың жағдайын болжап, пайдалы қазбаларды қауіпсіз және тиімді игеру арқылы жүзеге асырамыз.

#### Әдебиет

1. Нурпеисова М.Б., Левин Е., Доненбаева Н.С. Инновационные методы ведения геомониторинга на руднике Акжал. Труды 14-Международной конференции «Проблемы освоения недр XXI –веке глазами молодых». – М.: ИПКОН РАН, 2019. – С.126-129.
2. Доненбаева Н.С., Кыргызбаева Г.М., Капасова А.З. Геомеханикалық мониторинг жүргізудің инновациялық әдістері //Горный журнал Казахстана, №12, 2018. С. 20-25.
3. Aitkazinova Sh. K., Bek A.A., Derbisov K.N., Donenbayeva N.S., Nurpeissova M.B., Levin E. Preparing solutions based on industrial waste for fractured surface strengthening //NEWS of the

Н.С.Доненбаева<sup>1</sup>, Е.Левин<sup>2</sup>

**Комплексный метод ведения геомониторинга за устойчивостью откосов карьера**

**Аннотация.** Казахстан обладает минерально-сырьевой базой мирового уровня. Особое место отводится открытому способу разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Обеспечение устойчивости карьерных котлованов здесь является достаточно сложной задачей. В связи с этим, при разработке полезных ископаемых проводится геомеханический мониторинг, связанный с управлением устойчивостью карьерных крепей, изменяющимися в зависимости от разнообразия геологического строения и глубины разработки образующих его горных пород и др. условий. В этой связи, в статье представлены сведения о комплексном методе геомониторинга, который позволяет обеспечить производственную безопасность любых карьеров и повысить эффективность разработки месторождений.

**Ключевые слова:** месторождение, геология, горные породы, деформации, мониторинг, комплексный метод, геодезически наблюдения современные приборы.

N.S. Donenbayeva<sup>1</sup>, E. Levin<sup>2</sup>

**Complex method of conducting geomonitoring for the stability of the slopes of the quarry**

**Abstract.** Kazakhstan has a world-class mineral resource base. A special place is given to the open method of developing solid mineral deposits. Ensuring the stability of quarry pits here is quite a difficult task. In this regard, when developing minerals, geomechanical monitoring is carried out, which is associated with the management of the stability of quarry supports, which change depending on the diversity of the geological structure and the depth of development of the rocks forming it, etc. conditions. In this regard, the article presents information about a comprehensive geomonitoring method that allows you to ensure the production safety of any quarries and increase the efficiency of field development.

**Keywords:** ield, geology, rocks, deformations, monitoring, complex method, geodesic observations, modern instruments.

ӘОЖ 622.271

**А. Жапарова**

*Ғылыми жетекшісі – Құттыбаев А.Е., т.ғ.к., асоц. профессор*

*Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*

*[aidanazhaparova8@gmail.com](mailto:aidanazhaparova8@gmail.com)*

**ҚОҢЫРАТ КАРЬЕРІНДЕ ОР ЖОЛДАРДЫ САЛУДАҒЫ МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАР**

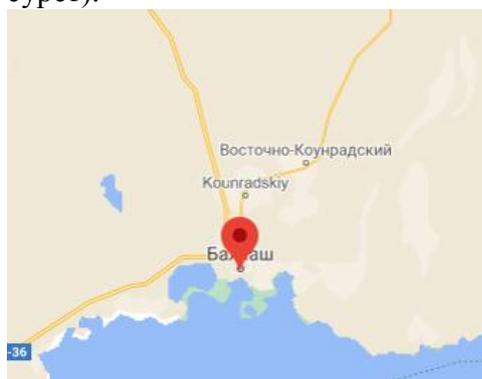
**Андапта.** Мақала «Қазақмыс» корпорациясына қарасты Қоңырат кен орнының тарихы, геологиясы және ашық тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы баяндалған. Сонымен қатар, карьерге кіру ор жолдардын салудағы маркшейдерлік жұмыстарды жүргізуге және қолданылатын заманауи аспаптар қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Қоңырат кен орны, карьері, тау-кен жұмстары, ор жолдар, маркшейдерлі қамтамасыз ету, заманауи аспаптар.

Халқымыздың ұлы перзенті, заманымыздың заңғар ғалымы Қ.И.Сәтбаевтың ұланғайыр мол мұрасының ішінде ауызға алғаш ілінетін еңбектерінің бірі - «Орталық Қазақстанның болжамдық металлогениялық картасы». Металлогенияның практикалық геологияда алатын орны да еренкше. Өйткені «қандай кенді қай жерден іздеудің тиімді» деген маңызды мәселеге бағыт-бағдар сілтейтін бірден-бір геологиялық ғылымның саласы – осы металлогения. Орталық Қазақстанның мыс кен орындары, оның ішінде Жезқазған өнірінің Қоңырат, Бозшакөл, Саяк, Шатыркөл, Орлов, Сарыоба сияқты мысы– Сәтбаевтың игілікті ісі дер едік. Бүгінгі 12 сәуір күні «Сәтбаев оқулары-2021» ге, оның аясында Қаныш Имантайұлының үзенгілес замандасы, аты әлемге әйгілі тау-кен инженері-геолог Ақжан Машановтың туғанына 115 жыл толуына орай ұймдастырылып отырған шараға қатысқанымыз біздер- Satbayev University студенттері үшін зор мәртебе деп білеміз.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** «Қоңырат» мыс кен орны Қароғанды облысы Балхаш қаласынан солтүскікке қарай 17 шақырым жерде орналасқан. Сексен жылдан астам тарихы бар Балқаш қаласының салынуына себепкер болған – осы жер қойнауы мыс қорын бөктеріп

жатқан Қоңырат екендігін көп адам біле бермейді.. Уақыт озған сайын дүние өзгеріп, алып құрылыстар бой көтеруінің бастауында Қазақстан түсті металлургиясының қайнар көзі Қоңырат кен орнының тұрағанын, және Балқаш қаласы Қоңыраттан басталатындығын естен шығармау керек деп білеміз (1-сурет).

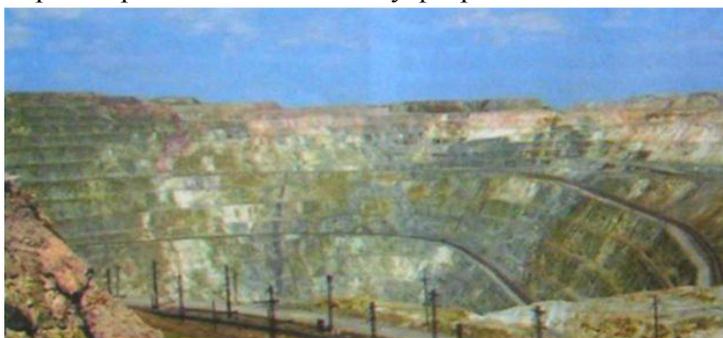


Сурет 1 - Қоңырат кен орнының географиялық орны

1929 жылы қазмойын бұрғылау мұнаралары барлау жұмысын бастады. Үш жылдық барлау ісіне екі жарым миллион сомға жуық қаржы жұмсалды. Не керек, қыруар қаржыны кеніш ақтап беріп, іс нәтиже берді. Кешікпей Қоңырат кен орнын игеру қолға алынып, 1931 жылы қазан айында «Прибалхашстрой» басқармасы құрылды. 1938 жылдың 24 қарашада алғашқы мыс алынып, жаһан назары Балқашқа ауды. Балқаш мысының тұңғыш құймасы Мәскеудің «Революция» мұражайына қойылды. Осылайша, Қоңырат кен орнын игерудің арқасында Қазақстанның түсті және бағалы металдар өндірісі аса көрнекті өнеркәсіпке айналды.

Белгілі мемлекет және қоғам қайраткері Дінмұхамед Қонаевтың еңбек жолы да Қоңыратпен тығыз байланысты. Ол 1936 жылы Мәскеудегі түсті металдар институтын тәмамдағаннан кейін Қоңырат кенішіне жұмысқа келіп, қатардағы балташыдан кен басқармасының бастығына дейінгі жолдан өткендігі тарих бетінде сайрап жатыр. Мұндай тарихты біреу білсе, біреу білмейді.

«Қазақмыс» корпорациясы Балқаш кен-байыту фабрикасында өңдеу үшін қаржы бөліп, 2008 жылы тоқтап қалған Қоңырат кенішіндегі тау-кен жұмыстарын қайдадан жандандырды. Кен орны шамамен 9 жыл бойы пайдаланылатын болады деп жобалауда. Карьердегі тау-кен жұмыстары карьердің шығыс және оңтүстік-шығыс бөліктерінде жүргізілуде. Бүгінде «Қоңырат» карьерінің тереңдігі 420 м, кетпештерінің биіктігі 15-30м аралығында. Карьер беткейлері құама бұрыштары жоғарғы горизонттарда 50°, ал төменде -60-65° тең (2-сурет). Рудалы тау жыныстарын уатып қопару бұрғылап-жару жұмыстары (БЖЖ) арқылы жүзеге асырылады, тау-кен массасы карьерлік автокөліктерге тиеліп, теміржол арқылы Балхаш байыту фабрикасына тасымалданады.



Сурет 2 - Қоңырат карьерінің бір жақ көрінісі

Ор жолдарды салудағы маркшейдерлік жұмыстар. Карьер құрылысын салу арнаулы мекемелер жасаған жобалар негізінде жүргізіледі. Техникалық жоба жасар алдында (3-сурет), карьер салынатын жер және тау-кен жұмыстары жүретін жерлердің орынын бөлу, анықтау құжаттарын жасайды. Жобаға кіретін құжаттар: қазба-байлық орынының геологиялық есебі, кен орынының есебі және

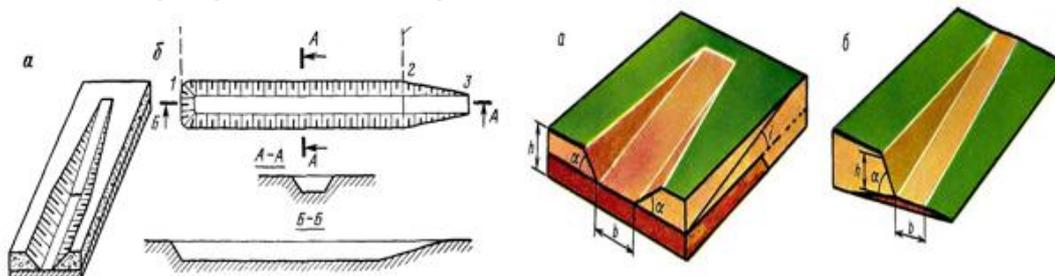
геологиялық сызба құжаттары; топогеодезиялық есеп, сызба жұмыстарының есебі, мұнда ір масштабты пландар, тірек және түсірім торларының жүйесі, координаталар каталогы кіреді. Маркшейдер жобаны жан-жақты қарап, оның топографиялық және графикалық құжаттарымен танысып, қабылдап алады.



Сурет 3 - Карьер ор жолдарының жобасы

Карьерге түсу ор жолын жер бетінде белгілеу, карьерді салуды бастамастан бұрын іске асады. Ол жұмыстарды орындау үшін маркшейдер мынандай жоба құжаттарын пайдаланады:

1. Ор жолды салатын жердің 1:1000 масштабтағы планы. Бұл планда салатын ор жолдың барлық жобалық шамалары көрсетіледі: оржолдың етегі мен жиегі, осі, бұрылу бұрышы, бұрылу радиусы, тірек нүктелерінің координаталары мен бастапқы қабырғаның дирекциондық бұрышы;
2. Ор жолдардың 2D және 3D сызбалары (қималары) жасалынады (4-сурет). Қимада жер бетінің профилі және оржол табанының жобалық еңкіштігі, биіктіктері қоса көрсетіледі;
3. Ор жолдың көлденең қимасы, жер бедерінің профилі, кемерінің, табанының орналасулары және биіктік шамалары мен кемерінің құлау бұрышы беріледі.
4. Жарылыс қазбалары орналасқан пландар.



Сурет 4 - Ор жолдардың 2D және 3D сызбалары

Ор жолдар жүргізілетін тау жыныстарының өзгешеліктеріне, жер бетінің бедеріне және қолданылатын механикалық жабдықтарға байланысты оларды қазудың әртүрлі әдістері бар және оларды қазудың қай әдісі қолданса да маркшейдер жер бетіне ор жолдың осін және жоғарғы жиегін көрсетеді, оған горизонталь және вертикаль жазықтықтарда бағыт бегреді, сонымен қатар ор жолдың дұрыс жүргізілуін қадағалап отырады.

Ор жолдарды жүргізу үшін жобаға сәкес бағыт беріледі және барлық өлшеу жұмыстары маркшейдерлік заманауи аспаптар арқылы жүзеге асырылады (5-сурет).



Сурет 5 - Ор жолдарға бағыт беруде электронды тахеометр және цифрлы нивелир қолдану

Қия беттен ор жол қазып, ондағы тау жыныстарын құлама беткейге тасымалдау немесе көлікке тиеу жағдайын маркшейдерлік қақтамасыз етудегі басты мақсат ор жол осінің берілген еңкіштігін сақтап отыру. Бұл үшін ор жолдың басталатын жерінің жобалық координаталарын пайдаланып маркшейдерлік пункттерден теодолитпен өлшелер жүргізу арқылы ор жолдың басталатын жерінен оның осіне бағыт беріп, осы бағыт бойынша әр 50-100м сайын уақытша қазықшалармен белгілейді.

Әрі қарай ор жол табанының берілген көлбеулігі және жобадағыв биітіктері арқылы, оның тау бекейімен қиылысу сызығының нольдік нүктелерін анықтап, жер бетінде оларды пикеттерімен бекітеді. Одан кейін ор жол осіне көлденең қималарды құрып, оның жоғарғы жиектерін қадалайды және оларды да жер бетінде 1 пикеттермен белгілейді.

Ор жолдарды жазық жер бетінде қазып және қопарылған тау жыныстарын көлікке тиеуде ор жолдың осін жобадан жергілікті жерге шығарып, оның бойына әр 50 м сайын ағаш қазықтар қағып көрсетіп қою да маркшейдердің жұмысы. Ор жол 20-30м өткен сайы оның көлбеулігін нивелир арқылы беріліп, реперлері бекітіледі.

Жарылыстан кейін маркшейдер ор жолды және қопарылған тау жыныстарын тахеометриялық әдіспен түсірімдеп, қазып алынған жыныстар көлемін және аумағын есептеп отырады. Содан кейін ор жолды тау жыныстарынан тазалу үшін экскавациялау жұмысына кіріседі.

Карьерлердегі ор жолдарды жүргізу – маркшейдерге жүктелген өте жауапты жұмыс. Оны орындауда теодолит, нивелир, тахеометр сияқты аспаптар қолданылады және жоғарыда айтылғанай ор жолдардың 2D ,3D пландары жасалынады.

#### Әдебиет

1. Жер қойнауын игердің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі(монография)- Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016.-430 б.
2. Нұрпейісова М.Б. Геомеханика. Оқулық.- Алматы: ЖООҚ «Дәуір», 2000.-124бет.
3. Нурпейсова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов. Монография. -Алматы: КазНТУ,2014.-280с.

#### А. Жапарова

##### Маркшейдерские работы на строительстве траншей Коныратского карьера

**Аннотация.** В статье рассказывается об истории, геологии и современном состоянии открытых горных работ Коныратского месторождения корпорации "Казакхмыс". Кроме того, предусмотрен вход в карьер для проведения маркшейдерских работ на строительстве траншей и современных приборов.

**Ключевые слова:** Коныратское месторождение, карьер, горные выработки, траншеи, маркшейдерское обеспечение, современные приборы.

#### A. Zhaparova

##### Surveying work on the construction of trench roads of the Konyratsky quarry

**Abstract.** The article describes the history, geology and current state of open-pit mining operations of the Konyratskoye field of the Kazakhmys Corporation. In addition, there is an entrance to the quarry for surveying work on the construction of trenches and modern devices.

**Keywords:** Konyratskoye field, quarry, mine workings, trenches, surveying support, modern devices.

**Е.Т. Женибек, М.А. Абильжанова**

*Ғылыми жетекші – Г.К. Джангулова аға оқытушы, т.ғ.к.*

*Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қаласы*

[zhenibeck\\_elzhas@mail.ru](mailto:zhenibeck_elzhas@mail.ru)

## САНДЫҚ ҚОЛДАНБАЛЫ БАҒДАРЛАМАЛАРДА РЕЛЬЕФТІ КӨРСЕТУДІҢ ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ

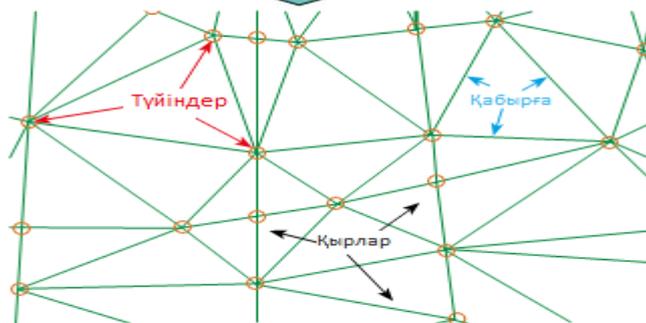
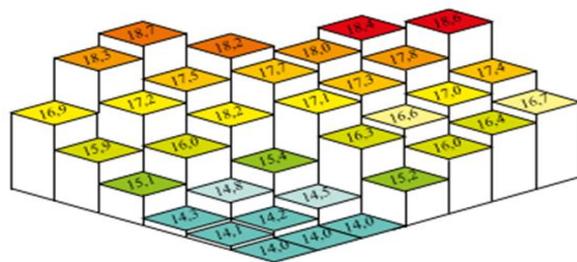
**Аңдатпа.** Мақалада сандық қолданбалы бағдарламаларда қолданылатын рельефті ұсынудың заманауи формалары қарастырылған. Оларды қолдану ерекшеліктері және бір формадан екіншісіне түрлендіру әдістері туралы ақпарат келтірілген. Рельефтің картографиялық моделінен TIN-моделіне өту кезінде рельефтің векторлық каркасты моделін пайдалануға болады. Рельефті және жердің биік объектілерін бейнелеудің бірыңғай нысаны ретінде тұрақсыз триангуляциялық тор модельдерін (Triangular Irregular Networks - TIN) пайдалану ұсынылады.

Жерді қашықтықтан зондау (ЖҚЗ) деректерін өңдеудің қазіргі заманғы технологияларын қолдану нәтижесінде алынатын рельеф туралы бастапқы ақпарат фильтрация мен классификациядан кейін жер беті нүктелерінің құрылымданбаған бұлты түрінде ұсынылады. Деректерді ақпараттық мазмұнын жоғалтпай сандық қолданбалы бағдарламаларда қолдануға ыңғайлы түрге айналдыру міндеті туындайды. Жер беті рельефін және онда орналасқан объектілерді сипаттауға бейненің растрлық және векторлық формалары қолданылады.

**Түйін сөздер:** горизонтальдар, рельефтің каркасты моделі, ток желілері, растрлық модель, рельефтің сандық моделі, сандық қолданбалы бағдарламалар, TIN-модель.

Сандық қолданбалы бағдарламаларда карта масштабында көрсетілмеген және шартты белгілермен ұсынылған рельефтің жеке формаларын түсіндірудің күрделілігіне байланысты, онда рельефтің толық ақпараты графикалық және семантикалық түрлерде болады, горизонтальдар іс жүзінде біріктіріліп кетіп, "террасалық" әсері пайда болады, бұл рельефтілікті бейнелемейді және құрылымдық-топологиялық нақтылық бұзылады. [1,2]. Сандық қолданбалы бағдарламаларда рельефтің тұрақты және тұрақты емес торлы модельдері қолданылады, оларды іске асыру алгоритмдері өте қарапайым. Оларға растрлық модельдер (1-сурет) және рельефтің TIN-модельдері (2-сурет) жатады.

Сурет 1 - Растрлық түрдегі рельефтің сандық моделі



Сурет 2 - TIN-моделінің құрылымы (түйіндер, қабырғалар, қырлар)

Көрініс пішіні бойынша да, ақпаратты көрсету нақтылығы бойынша да рельеф туралы әртекті деректерді біріктіруге TIN-модельдер анағұрлым бейімделген, олардың қасиеттері қамтамасыз етілетін аумақтың басқа бөліктеріне әсер етпей, жергілікті аудандардағы рельефтің сипаттамасын нақтылауға мүмкіндік береді. [3].

TIN-моделіне көшу кезінде үшбұрыштардың шыңдары горизонтальдар, биіктік белгілері, гидрографияның сызықтық объектілері, тұрақты биіктігі бар су беттерінің жағалау сызықтарына сүйенуі керек. Рельеф моделін TIN-моделіне түрлендіру кезінде оңтайлы емес үшбұрыштар үлкен саны пайда болады. (3-сурет).

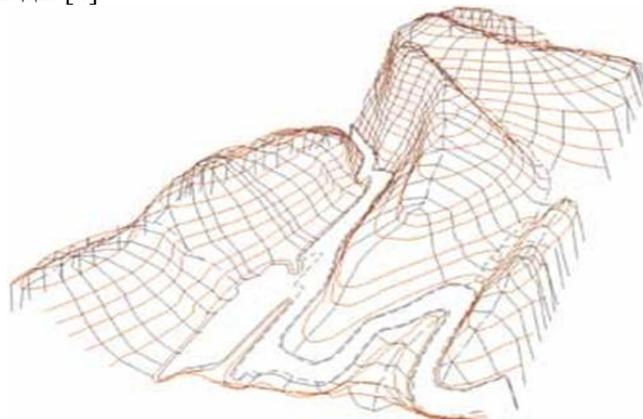


Сурет 3 - Горизонтальдарды TIN-моделіне түрлендіру

**Рельефтің каркасты моделі.** Егер құрылымдық сызықтардан басқа, үш өлшемді метрикасы бар полисызық (кеңістіктік полисызық) түрінде көрсетілуі керек болған ток желілерін қоссаңыз, ақпараттылық артады. Бірге олар рельефтің картографиялық моделінің "вертикаль құраушысын" құрайды. Горизонтальдар, биіктік белгілері, сызықтық және аудандық гидрография элементтері, құрылымдық сызықтар мен ток сызықтары - рельефтің каркастық моделін құрайды (4-сурет).

Ол рельефтің барлық құрылымдық элементтерін, соның ішінде ток сызықтарын біріктіреді. Онда барлық полисызықтар тұйықталған болып келеді. Құрылымдық элементтер рельефтің горизонталь және вертикаль болып бөлінуін толық көрсетеді.

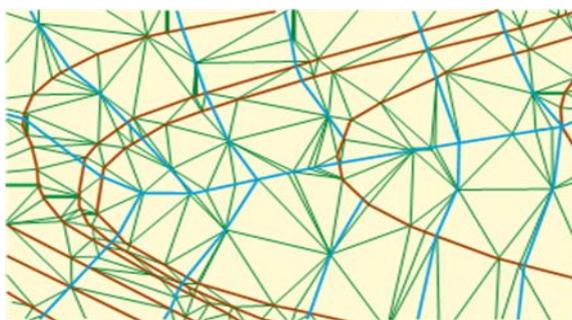
Кез келген нүктеде биіктік мәнін есептеу үшін қысықтардың кесінділерімен шектелген модель ұяшығын анықтау керек және сандық параметрлері оны қоршаған полилиниялардың биіктіктерінің мәндерімен анықталатын кез-келген аналитикалық тәуелділікпен рельефті аппроксимациялау керек. Геоақпараттық жүйеде (ГАЗ) қолданбалы бағдарламаларында қолданылатын дискретті деректерді модельдеудің әртүрлі әдістерін (Шепард әдісі, кригинг, радиалды базисті функциялар және т. б.) қолдану арқылы мүмкін болады [4].



Сурет 4 - Рельефтің каркасты моделінің фрагменті

Рельеф фрагменттері жазық үшбұрыштар түрінде көрсетілген TIN-модель, сандық қолданбалы бағдарламалар үшін оптимальді аппроксимацияланған конструкция болып табылады.

Рельефтің каркастық моделі, шекараларында рельеф туралы ақпараты жоқ "белгісіздік" аймақтарының көлемін азайту арқылы, TIN-моделіне неғұрлым дұрыс көшуді қамтамасыз етеді. Осындай ауысу кезінде TIN-модельдерінің үшбұрыштарының шыңдары тек горизонтальдерге ғана емес, сонымен қатар кеңістіктік полисызықтар желісіне де сүйенеді, олардың әрқайсысында рельефтің құрылымы туралы ақпарат бар (5-сурет).



Сурет 5 - Рельефтің каркастық моделін TIN-моделіне түрлендіру

Ұсынылған суретте ең үлкен еністік сызықтары болып табылатын ток желілері горизонталь сызықтар арасындағы интервалға тең интервалмен салынған [5–7]. Рельефтің кеңістіктік модельдерін құру үшін ток желілерін пайдалану туралы ұсыныстар айтылды [8, 9]. Көрсетілген каркасты модельде ток желілері параметрлері бірқалыпты торда берілген биіктіктердің S-аппроксимациясы тәсілімен рельефтің аналитикалық моделін қолдану арқылы құрылған [10].

Рельефті генерализациялау бұрын негізінен горизонтальдарды алып тастауға және тегістеуге негізделген. "Вертикальді" құрылымдық формалардың сипаты ескерілмеді: өзек табанының ұзындығы, еністік құламасының өзгеруі және т.б. [11].

TIN-модельдерді пайдалану кезінде рельефті генерализациялау үшін келесі масштабқа өту кезінде дәлдіктің жоғалуына бағалау жүргізіледі. Рельефті генерализациялау мақсатында рельефтің каркасты моделін пайдаланған кезде, рельефтің каркасты моделін құрайтын барлық полисызықтарды тегістеуге болады, содан кейін TIN-моделін қайта құруға болады.

Заманауи сандық қолданбалы бағдарламаларда жүзеге асырылатын рельефті көрсету тәсілдері үнемі жетілдіріліп отырады. Бұл әдістердің одан әрі дамуы рельефтің формаларын сипаттайтын барлық кеңістіктік қисықтарды (горизонтальдар, құрылымдық сызықтар, ток сызықтары) біріктіретін және олардың негізінде TIN-модельдерін құруға мүмкіндік беретін рельеф модельдерін қолдану болуы мүмкін. Жер беті рельефінің және онда орналасқан жер объектілерінің біркелкі көрсетілуін қамтамасыз ету үшін объектіге бағытталған түрде ұсынылған TIN-модельдер қолданылуы мүмкін.

#### Әдебиет

1. Электронды ресурс: <http://www.gisinfo.ru>.
2. Электронды ресурс: <http://www.racurs.ru>.
3. Скворцов А.В., Мирза Н.С. Алгоритмы построения и анализа триангуляции. Томск: изд-во томского ун-та, 2006. 168 с.
4. Скворцов А.В. Триангуляция делоне и ее применение. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2002. 128 с.
5. Кошель С.М. Теоретическое обоснование структуры и функций блока моделирования рельефа в ГИС: дис. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2004. 105 с.
6. Флоринский И.В. Расчет производящей функции высоты для выделения структурных линий рельефа по спутниковым данным и топографическим картам // Исследование Земли из космоса. 2008. № 6. С. 43–51.
7. Кошель С.М., Энтин А.Л. Вычисление площади водосбора по цифровым моделям рельефа на основе построения линий тока // вестн. Московского университета. Серия 5. География. 2017. № 3. С. 42–50.
8. Krzysztof Bakula, Zdzislaw Kurczynski. The role of structural lines extraction from high-resolution digital terrain models in the process of height data reduction. 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference of Modern Management of Mine Producing, Geology and Environmental Protection (SGEM 2013). Albena, Bulgaria, 16–22 June 2013. Book 2. V. 1. Part A.
9. Варшанина Т.Н., Плисенко О.А., Пикин С.Ф., Стародуб И.В. Объектно-ориентированная цифровая модель рельефа // вест. Адыгейского государственного университета. 2007. № 4 (28). С. 216–222.
10. Степанова И.Э., Раевский Д.Н., Конешов В.Н. Модифицированный метод S-аппроксимаций при решении обратных задач геофизики и геоморфологии // Геофизические исследования. 2017. Т. 18. № 1. С. 63–84.

11. Самсонов Т.Е., Мультимасштабное картографирование рельефа: Общегеографические и гипсометрические карты. Lambert Academic Publishing Saarbrucken (LAP), 2011. 208 с.

**Е.Т. Женибек, М.А. Абильжанова**

#### **Современные подходы представления рельефа в цифровых приложениях**

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные формы представления рельефа, используемые в цифровых приложениях. Приведены сведения об особенностях их применения и способах преобразования из одной формы в другую. При переходе от картографической модели рельефа к TIN-модели может быть использована векторная каркасная модель рельефа. В качестве единой формы представления рельефа и высотных объектов местности предлагается использовать TIN-модели.

**Ключевые слова:** горизонталы, каркасная модель рельефа, токовые линии, растровая модель, цифровая модель рельефа, цифровые приложения, TIN-модель.

**Е.Т. Женибек, М.А. Abilzhanova**

#### **Modern approaches of terrain representation in digital applications**

**Abstract.** The article deals with modern forms of terrain representation used in digital applications. Information is provided about the features of their application and how to convert from one form to another. When switching from a cartographic terrain model to a TIN model, a vector frame model of the terrain can be used. It is proposed to use TIN models as a single form of representation of the terrain and high-altitude objects of the area.

**Keywords:** contour lines, frame terrain model, current lines, raster model, digital terrain model, digital applications, TIN model.

УДК 528.48

**Ф.А. Илиуф**

*Научный руководитель - Орынбасарова Э.О. PhD, ассоц. Профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*E-mail: [fatimkaa99@gmail.com](mailto:fatimkaa99@gmail.com)*

#### **СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВОДНЫХ ИНДЕКСОВ**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены возможности получения данных путем вычисления водных индексов NDWI, NDMI, MNDWI, WRI, NDVI, AWEI в среде географической информационной системы ArcGIS и оценена их пригодность и точность так как Содержание воды в растительности является одной из важных биофизических характеристик здоровья растительности, и ее удаленная оценка может использоваться для своевременного мониторинга водного стресса растительности.

**Ключевые слова:** вода, индексный метод, NDVI, NDWI, MNDWI, AWEI, сравнение, данные дистанционного зондирования, Landsat.

В последние десятилетия значительно ускорилось развитие урбанизации, также технологического процесса, что привело мир к ряду различных изменений всех составляющих компонентов атмосферы и поверхности Земли. Одна из этих составляющих - поверхностные воды планеты (реки, озера, подземные воды). Вода также является важным фактором существования различных экосистем. Нехватка либо избыток водного ресурса приводят к экстремальным условиям изменения в различных отраслях сельского хозяйства. По этой причине расчет водных индексов по водным ресурсам страны и контроль являются актуальной темой для исследования. В действительности, в нашей стране сейчас нет ведомств отвечающих за мониторинг водных ресурсов, который давал отчет о количестве водных объектов их площади, по изменению русла рек, также по их береговым линиям и типам. Изменения в водных объектах оказывают существенное влияние на другие природные ресурсы и человеческие активы и оказывают дальнейшее влияние на окружающую среду. Таким образом, пространственно-временный мониторинг динамики водных объектов имеет важное значение для понимания глобальной или региональной доступности воды, обеспечивая наглядное представление о природных процессах, формирующих сохранение водных ресурсов. [1]

Простым и эффективным способом забора воды является использование водных индексов, рассчитываемых по двум и более полосам для определения различий между водными и безводными

районами. Для вычисления по космическим снимкам водных объектов применяют перечисленные далее индексы: NDWI, NDMI, MNDWI, WRI, NDVI, AWEI.

Модифицированный нормированный разностный индекс воды (MNDWI) использует зеленые полосы и полосы SWIR для улучшения характеристик открытой воды. Он также уменьшает признаки застроенной территории, которые часто коррелируют с открытой водой в других индексах. MNDWI изначально был разработан для использования с полосами Landsat TM 2 и 5. Однако он будет работать с любым многоспектральным датчиком с зеленой полосой в диапазоне 0,5–0,6 мкм и полосой SWIR в диапазоне 1,55–1,75 мкм. [2]

$$MNDWI = \frac{GREEN - SWIR2}{GREEN + SWIR2} \quad (1)$$

Где

Green = пиксельные значения из зеленой полосы

SWIR = пиксельные значения из коротковолнового инфракрасного диапазона.

Результирующие значения, представляющие водные объекты, имеют положительные значения из-за их более высокой отражательной способности в полосе 2, чем в полосе 5, а неводные объекты имеют отрицательные значения NDWI [3]. Пороговое значение для MNDWI (например, просто нулевое значение) может быть установлено для разделения результатов MNDWI на два класса (водные и неводные характеристики).

Нормализованный разностный индекс влажности (NDMI) описывает уровень нехватки воды в культуре и рассчитывается как отношение разности к сумме преломленных излучений в ближней инфракрасной области и в диапазоне SWIR, то есть как

$$NDMI = \frac{RED - NIR}{RED + NIR} \quad (2)$$

Индекс водного отношения (WRI). Так как преобладает спектральная отражательная способность воды зеленого цвета (Band-2) и красные (Band3) полосы по сравнению с ближней инфракрасной (Band 4) и средний инфракрасный (Band 5).

$$WRI = \frac{GREEN + RED}{NIR + SWIR2} \quad (3)$$

Автоматизированный индекс выделения воды (AWEI) позволяет эффективно разделить водные и неводные пиксели за счет одновременного использования четырех спектральных каналов Landsat-8.

$$AWEI = 4 * (GREEN - SWIR2) - (0.25 * NIR + 2.75 * SWIR1) \quad (4)$$

Нормализованный разностный индекс воды (NDWI) - это новый метод, разработанный для разграничения элементов открытой воды и улучшения их присутствия в цифровых изображениях с дистанционным зондированием. NDWI использует отраженное ближнее инфракрасное излучение и видимый зеленый свет, чтобы усилить присутствие таких функций, исключая при этом наличие признаков почвы и наземной растительности. Предполагается, что NDWI может также предоставить исследователям оценки мутности водоемов с использованием цифровых данных дистанционного зондирования. [4]

Известно, что отражение света водой и снегом является наибольшим в диапазоне видимого света и наименьшим значением в SWIR (коротковолновое инфракрасное излучение).

Это явление вызвано поглощением SWIR в воде, и NDWI использует эти характеристики.

$$NDWI = \frac{GREEN - NIR}{GREEN + NIR} \quad (5)$$

где, для данных Landsat 7  $NDWI = (Band\ 4 - Band\ 5) / (Band\ 4 + Band\ 5)$

Для данных Landsat 8  $NDWI = (Band\ 5 - Band\ 6) / (Band\ 5 + Band\ 6)$

Таблица 1. Визуальные возможности NDWI

Изображение Truecolor, отображаемое Landviewer  
(Васильевка, Украина)

Изображение NDWI, отображаемое Landviewer  
(Васильевка, Украина)



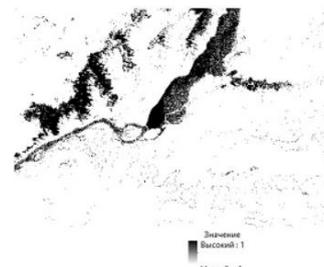
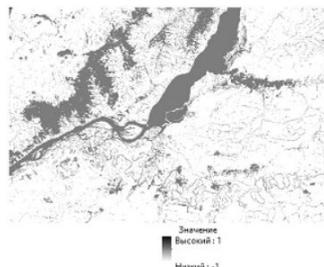
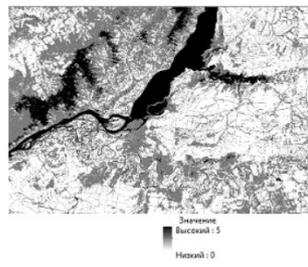
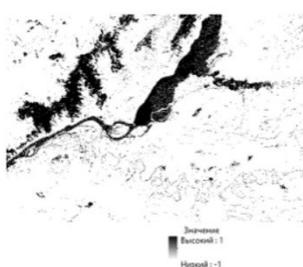
Таблица 2. Сравнение водных индексов [5]

Расчетный растр  
NDWI

Расчетный растр  
WRI

Расчетный растр  
MNDWI

Расчетный растр  
NDMI



Индексы MNDWI, NDWI и AWEI работают лучше, чем два других индекса, а пороговые значения показателей воды показывают большую стабильность при использовании данных OLI.

Делая вывод хотелось бы отметить, что мы можем создавать гиперспектральные или мультиспектральные изображения, реализовывать простые ГИС и классифицировать изображения в соответствии с количеством воды и снега в области, также получить сравнения и исправления. Полуавтоматический режим метеорологических условий предполагает, что все вышеперечисленные показатели подходят для идентификации водных объектов, но окончательный выбор метода подсчета - это гидрометеорологические работы в соответствии с поставленной целью. Это зависит от исследователя. Такие индексы, как NDVI, NDWI и NDSI, следует подсчитывать на ранних этапах процесса для лучшего дешифрования на более поздних этапах процесса. В результате проделанной работы математический индекс воды анализируется и анализируется и может использоваться в качестве диагностического инструмента для определения зон затопления, создания карт пожарной опасности и выявления потенциальных сельскохозяйственных опасностей.

### Литература

1. Du, Z., W. Li, D. Zhou, L. Tian, F. Ling, H. Wang, Y. Gui B. Sun «Анализ изображений Landsat-8 OLI для земли картографирование поверхностных вод ". 2014
2. Ума, Ю. О. и Р. Татеиши «Водный индекс для быстрого картирование изменений береговой линии пяти Восточно-Африканской рифтовой долины озера: эмпирический анализ с использованием данных Landsat TM и ETM + ». Международный журнал дистанционного зондирования 27 (15): 2006.
3. X. Сюй, «Модификация нормализованного разностного индекса воды (NDWI) для улучшения характеристик открытой воды на изображениях, полученных с помощью дистанционного зондирования» Int. J. Remote Sens. , 27 ( 2006 ) , стр. 3025 - 3033.
4. Xu H., «Модификация нормализованного разностного водного индекса (NDWI) для улучшения характеристик открытой воды в дистанционном зондировании» Международный журнал дистанционного зондирования 27. 2006.
5. ArcGIS Pro [Электронный ресурс]: Галерея индексов. URL: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/help/data/imagery/indices-gallery.htm>

### Су көрсеткіштерін есептеу әдістерін салыстыру

**Андатпа.** Бұл мақалада ArcGIS геоақпараттық жүйесінің қоршаған ортасында NDWI, NDMI, MNDWI, WRI, NDVI, AWEI су индекстерін есептеу арқылы мәліметтер алу мүмкіндіктері талқыланады және олардың жарамдылығы мен дәлдігі бағаланады, өйткені өсімдік жамылғысындағы су мөлшері өсімдіктер денсаулығының маңызды биофизикалық сипаттамалары және оны қашықтықтан бағалау өсімдік жамылғысындағы судың күйзелісін уақтылы бақылау үшін қолданыла алады.

**Түйін сөздер:** су, индекс әдісі, NDVI, NDWI, MNDWI, AWEI, салыстыру, қашықтықтан зондтау деректері, Landsat.

**Ғ.А. Пиуф**

### Comparison of methods for calculating water indices

**Abstract.** This article discusses the possibilities of obtaining data by calculating the water indices NDWI, NDMI, MNDWI, WRI, NDVI, AWEI in the environment of the geographic information system ArcGIS and assessed their suitability and accuracy, since the water content in vegetation is one of the important biophysical characteristics of vegetation health, and its remote estimation can be used for timely monitoring of water stress on vegetation.

**Keywords:** water, index method, NDVI, NDWI, MNDWI, AWEI, comparison, remote sensing data, Landsat.

УДК 624.132:622.276

**Т. Калыбеков, М.Н. Сандибеков, К.Б. Рысбеков, Ы. Жакыпбек**

*Satbayev University, г. Алматы, Казахстан*

[tursyn\\_kalybekov@mail.ru](mailto:tursyn_kalybekov@mail.ru)

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Аннотация.** В статье изучено состояние восстановления нарушенных земель при освоении нефтегазовых месторождений с целью совместного проведения технического и биологического этапов рекультивации для повышения качества и ускорения восстановления отработанных площадей.

**Ключевые слова:** рекультивация, нарушение, нефтегазовое месторождение, окружающая среда, освоение.

При освоении нефтегазовых месторождений в результате производства добычных работ происходит разнообразные экологические проблемы и обширные загрязнения земель района нефтедобычи. Развитие нефтегазового сектора экономики и многообразное негативное воздействие на компоненты природной среды изучаются научным направлением, формирующего систему природоохранных задач освоения залежей. Поэтому изучение сложной задачи снижения негативного воздействия освоения нефтегазовых месторождений на окружающую природную среду является важной проблемой, требующей своевременного решения при эксплуатации недр. Рекультивация нарушенных земель при разработке нефтегазовых месторождений должна осуществляться с учетом региональных природно-климатических условий района, степени загрязнения площади расположения скважин и последующего рационального использования восстановленных территорий. В этой связи выбор направления рекультивации зависит от последующего целевого использования земельных участков, подлежащих реабилитации.

С целью восстановления нарушенных участков в период освоения нефтегазовых месторождений осуществляется обследование этой площади с отбором образцов породы на комплексный химический анализ и маркшейдерская съемка территории, отбор образцов почвы и составление плана проведения рекультивационных работ. Далее при планировании рекультивации нарушенных земель и оценке нарушенности биогеоценозов на нефтяных разливах необходимо определить степень загрязнения местности восстанавливаемого участка нефтепродуктами.

Основной целью технического этапа рекультивации является приведение земель в состояние, пригодное для последующего проведения биологической рекультивации и восстановления почвенно-растительного покрова. При выполнении рекультивационных работ на нефтезагрязненном участке часто возникает необходимость удаления древесно-кустарниковой растительности и очистка рекультивируемой территории. Эти работы проводятся в существующих границах отведенного

земельного участка, в случае необходимости проведения рекультивационных работ за пределами данной площади, оформляются необходимые документы.

На техническом этапе рекультивации нарушенной территории осуществляется строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений, создаются необходимые условия для дальнейшего использования рекультивированных земель по целевому назначению и восстановлению плодородия нарушенных почв. Основная цель технического этапа рекультивации заключается в приведении земель в состояние, пригодное во исполнение последующего проведения биологической рекультивации и восстановления почвенно-растительного покрова. В интересах этой цели осуществляется комплекс агротехнических и фитомелиоративных работ, направленных на целевое возобновление экологических функций почв, биологической продуктивности и видового разнообразия экосистем. На биологическом этапе используются виды растений, рекомендованные для использования в конкретном регионе. Биологический этап направлен на создание растительного покрова, свидетельствующего относительно качества и эффективности, проводимых рекультивационных работ. При освоении нефтегазовых месторождений на нарушенных участках совместное осуществление технического и биологического этапов рекультивации способствует своевременному восстановлению обработанных площадей.

Рекультивация земель, загрязненных отходами строительства и эксплуатации скважин, является неотъемлемой частью технологии разработки нефтяных и газовых месторождений [1]. При этом большинство участков, с которых удалено нефтяное загрязнение, остается нереккультивированными, что свидетельствует об отсутствии системного подхода к рекультивации загрязненных территорий. Анализ применяемых способов рекультивации нарушенных земель показал, что на сегодняшний день отсутствуют эффективные технологии восстановления земель, нарушенных в процессе эксплуатации нефтегазовых месторождений. При этом площадь нарушенных земель увеличивается, что сказывается на ценности природных комплексов в экономическом смысле и снижении природно-экологических функций.

Основной целью технического этапа является физическое удаление излившейся нефти с поверхности и приведение земель в состояние, пригодное для их дальнейшего использования [2]. На данном этапе предусматривается проведение фрезерования, применение потенциально плодородных пород, внесение минеральных удобрений и раскислителей. В результате происходит частичное разрушение легких фракций нефти, фитоокисление нефтяных компонентов на поверхности почвы. При проведении биологического этапа восстановления нефтезагрязненных земель производится максимальное вовлечение всех природных факторов экосистемы на улучшение своих первоначальных функций. С целью своевременного создания оптимальных условий жизнедеятельности почвенной нефтеокисляющей микрофлоры на различных почвах требуются специфические агротехнические мероприятия, которые проводятся на техническом этапе рекультивации.

Технический этап рекультивации после окончания буровых работ предусматривает очистку площади, отведенной во временное краткосрочное пользование, от строительного мусора, металлолома, временных сооружений, древесно-растительных остатков [3]. Биологический этап рекультивации включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, способствующих активному улучшению агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы с целью повышения ее плодородия и восстановления исходных биогеоценозов, способных воспроизводить все виды лесных ресурсов и саморегулироваться. Восстановление нарушенных земель включает в себя комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности этих земель, а также на улучшение состояния окружающей среды. Интенсивность восстановления почвенно-растительного покрова зависит от наличия органогенного слоя, а при его отсутствии - создания данного пласта с использованием торфа или других органических компонентов, внесения минеральных и известковых удобрений, посева трав местных видов [4,5]. Поэтому при проведении биологической рекультивации используется торф переходного типа с неблагоприятными агрохимическими свойствами, такими как низкое содержание общего азота и довольно высокая кислотность.

В отношении объекта рекультивации, представленного загрязненными землями, определяется степень загрязнения (низкая, умеренная, высокая) [6]. Степень засорения объекта рекультивации, представленного загрязненными участками, определяется службой охраны окружающей среды, которая ведет реестр сильнозагрязненных земель. Каждая точка отбора проб нумеруется и обозначается на карте-схеме для достоверного определения положения на местности. При отборе точечных проб и их объединении, последующем с целью исключения возможности их вторичного загрязнения, отобранные пробы упаковываются и хранятся в плотно закрытых емкостях, изготовленных из химически нейтрального материала.

Пробы почв, предназначенные для уточнения границы объекта рекультивации или зон с разными степенями загрязнения, отбираются в местах расхождения данных (рис. 1). Эти пробы отбираются вдоль прямых линий, проведенных перпендикулярно касательным к линии контура, имеющего в месте расхождения наименьшую степень искривления. Указанные линии расположения точек пробоотбора для каждой области расхождения данных о границах участка или его зон намечаются на местности с шагом по контуру границы не менее 30 м, а если протяженность области расхождения данных о границах объекта рекультивации или его зон вдоль контура границы менее 60 м, то намечается всего одна линия расположения точек пробоотбора. На каждой линии расположения точек пробоотбора отбирают по 5 проб в точках, расположенных вдоль этой линии с шагом, равным  $L/2$ , где  $L$  - расстояние между точками пересечения линии расположения точек пробоотбора с уточняемой границей и предполагаемой новой границей, так, что 2-я и 4-я точки отбора проб должны быть расположены на линиях этих границ.

Точечные пробы почвы, предназначенные для уточнения границ объекта рекультивации или его зон, отбираются в двух интервалах глубины 0-10 см и 10-30 см, но не глубже уровня фактического проникновения поллютанта. Пробы почв, предназначенные для подтверждения загрязнения, отбираются в пределах зон с низкой степенью загрязнения, зон с умеренной степенью загрязнения и зон с высокой степенью загрязнения из расчета 5-ти точек отбора проб на одну пробную площадку, но не менее 5-ти точек на площадь 1 га зоны. При этом каждую из указанных зон объекта рекультивации, если ее площадь превышает 0,1 га, следует считать отдельной пробной площадкой. В случае если площадь зоны составляет 0,1 га или менее, в пределах данной зоны устанавливают одну точку отбора проб, размещаемую в геометрическом центре зоны. Для подтверждения уровней загрязнения по зонам могут быть использованы данные по пробам, отобранным для уточнения границ объекта рекультивации или его зон. Объединенные пробы готовятся отдельно путем тщательного перемешивания точечных проб, которые должны иметь одинаковую массу.

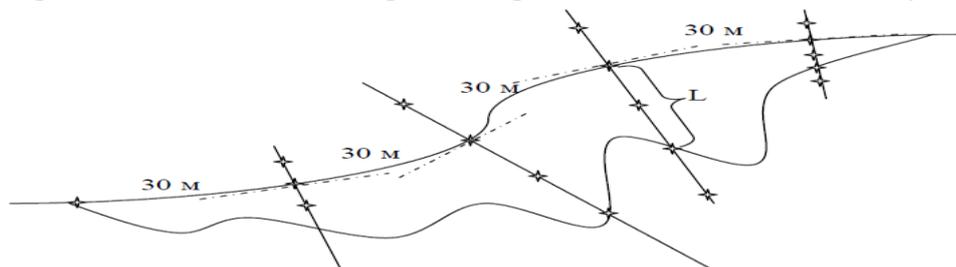


Рисунок 1 - Схема отбора проб на участке

При проектировании нефтегазовых месторождений, внедрении новых технологий и методов качество проекта зависит от уровня расчетов и оценок, определяющих в итоге экономическую эффективность проекта по освоению месторождения [7]. Выбор оптимального решения при предварительном нанесении карбамидного порошлага на грунт с применением качественных технико-экономических расчетов, определяющих время нанесения порошлага, позволяет управлять капитальными вложениями и текущими расходами. При проектировании нефтегазовых месторождений в результате внедрения новых технологий и методов повышается качество проекта,

степень достоверной информации, уровень совершенствования расчетов и оценок, определяющих в итоге экономическую эффективность предприятия.

Рекультивация нефтезагрязненных земель является сложным процессом и представляет собой комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель [8]. На каждом загрязненном участке определяется общая площадь, степень и давность загрязнения, биотоп, почвенно-гидрологические условия и другие показатели которые имеют значения для выбора технологии работ по рекультивации. Работы по рекультивации загрязненных нефтью земель выполняются в соответствии с требованиями технического и биологического этапов, а также определенных технологических решений.

На завершающем этапе технической рекультивации, после проведения химической мелиорации и до начала этапа биологической рекультивации был проведен второй этап мониторинговых работ, в ходе которых был определен характер динамики содержания загрязняющих веществ в почвогрунтах [9]. После биологической рекультивации в конце первого сезона вегетации фитомелиорантов проводился третий этап производственного экологического контроля. Проведение химической мелиорации позволяет оценить степень влияния эффективности проводимых работ по рекультивации площадок ликвидируемых скважин и динамику процессов восстановления почвы до естественного состояния.

Разработан последовательный подход для установления этапов юридического сопровождения рекультивации и определения содержания с точки зрения экономической эффективности [10]. Экологические приоритеты экономики инициируют использование экосистемного подхода для оценки экологического результата проводимой рекультивации нарушенных земель. В результате обоснованы концепции рекультивации, определены этапы развития правовой базы восстановительных работ и технико-экономические результаты. Рекультивацию нарушенных земель следует рассматривать с точки зрения геоэстетики и гармоничное включение ландшафта в окружающую среду.

Своевременное решение проблемы рекультивации нарушенных земель, связанных разработкой месторождения нефти и газа, имеет важное значение для нефтегазовой отрасли в долгосрочной перспективе [11]. Поэтому решение экологической проблемы продолжает быть частью регулирования производственной задачи и обеспечения надлежащего восстановления нарушенных территорий. Данное исследование показывает тесную связь производственных задач и затратами на проведение рекультивационных работ.

По мере окончания горных работ проблема рекультивации нарушенных земель, возврат их к естественному состоянию и перепроектирование формы рельефа с целью улучшения доступа к территории и использование имеет важное значение при освоении недр [12]. К ключевым задачам рекультивации относятся снижение потенциального повреждения и предотвращение негативного воздействия на окружающую природную среду, восстановление жизнеспособности и повышение потенциала почв, поддержание и улучшение функционального качества ландшафта. Предлагаемые эффективные способы рекультивации позволяют добывающей отрасли разработать передовые методы и способы для успешного освоения нарушенных территорий.

При освоении нефтегазовых месторождений совместное проведение технического и биологического этапов рекультивации способствует повышению качества и ускорению восстановления обработанных площадей. Увеличение площади нарушенных земель уменьшает ценность природных комплексов района и снижает природно-экологические функции. Создание оптимальных условий жизнедеятельности для почвенной нефтеокисляющей микрофлоры требует проведение агротехнических мероприятий. Улучшение свойств почвы с целью повышения ее плодородия и восстановления исходных биогеоценозов затребует осуществления комплекса агротехнических и фитомелиоративных мероприятий. Использование торфа и органических компонентов, внесение минеральных и известковых удобрений, посева трав местных видов повышает восстановление почвенно-растительного покрова. Внедрение новых технологий и методов повышает качество проекта, степень достоверной информации, уровень расчетов и оценки экономической результативности предприятия. Выполнение требований технического и биологического этапов рекультивации, а также технологических решений повышает качество восстановления нарушенных земель, загрязненных нефтью. Проведение химической мелиорации позволяет повысить эффективность рекультивации площадок ликвидируемых скважин и динамику процессов

восстановления почвенного покрова района. Своевременный ввод в эксплуатацию рекультивированного ландшафта в окружающую среду является результатом целесообразного решения производственной задачи и надлежущего восстановления нарушенных территорий. При освоении месторождений полезных ископаемых разработка рациональных способов для успешной рекультивации нарушенных территорий имеет важное значение при освоении запасов недр.

### Литература

1. Кустышева И.Н., Скипин Л.Н., Ваганов Ю.В., Суслов С.Л. Рекультивация нарушенных земель под нефтегазовыми объектами // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина. № 4. 2105. –С.27-31. <http://elibrary.ru>Другие новости?id=23274076.
2. С.В. Александров. Технологические решения по рекультивации загрязненных земель // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции. Т. 3. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. –С.64-67. [http://tyuiu.ru/media/files/2013/10\\_18/tom\\_3.pdf](http://tyuiu.ru/media/files/2013/10_18/tom_3.pdf).
3. Ю.В. Сивков, И.О. Коломенский. Рекультивация нарушенных земель Оликумовского лицензионного участка // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции. Т. 3. -Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. -С.133-137. [http://tyuiu.ru/media/files/2013/10\\_18/tom\\_3.pdf](http://tyuiu.ru/media/files/2013/10_18/tom_3.pdf).
4. А.Н. Тихановский. Состояние, проблемы и технологии восстановления нарушенных земель Крайнего Севера. <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/32750/1/brimnz...46.pdf>.
5. Тихановский А.Н. Проблемы и методы биологической рекультивации техногенно нарушенных земель Крайнего Севера // Успехи современного естествознания. № 2. 2017. -С.43-47. <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36360>.
6. Стандарт компании «Порядок управления рекультивацией нарушенных, загрязненных земель». № п3-05 с-0390. Версия 1.00. ПАО «НК «Роснефть», 2017. -89 с.
7. С.И. Васильев, А.С. Ортман. Показатели эффективности технологий утепления грунта на стадии освоения и рекультивации нефтегазовых месторождений //Системы. Методы. Технологии. №2(18). 2013.-С. 97-101. <http://special.brstu.ru/static/unit...number18/97-101.pdf>.
8. Бобренко Е.Г., Югов Я.А. Особенности рекультивации нефтезагрязненных земель на нефтегазодобывающем месторождении // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. №3 (14). 2018. <http://e-journal.omgau.ru/images/issues/2018/3/00601.pdf>.
9. Малиновская Л.В., Перевалов С.Н. Сорбционно-биологическая рекультивация химически загрязненных почв при разработке нефтегазовых месторождений //Международный научно-исследовательский журнал. №10. (52). Часть 4. Екатеринбург. 2016. -С.19-24. DOI: 10.18454/IRJ.2016.52.163. <https://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10.pdf>.
10. Margarita Ignatyeva, Vera Yurak, Natalia Pustokhina. Recultivation of Post-Mining Disturbed Land: Review of Content and Comparative Law and Feasibility Study. Doi: 10.3390/resources9060073. <http://mdpi.com/2079-9276/9/6/73>.
11. Matt Andersen, Roger Coupal, Bridgette White. Reclamation Costs and Regulation of Oil and Gas Development with Application to Wyoming. Western Economics Forum, Spring 2009. pp 40-48. DOI: 10.22004/ag.econ.92846. <https://ageconsearch.umn.edu/record/92846/files/0801005.pdf>.
12. Holly Krutka. Learning From Positive Outcomes on Land Reclamation. Cornerston. The official journal of the world coal industry. 2015. Volume 3. Issue 4. pp 4-9. [https://www.worldcoal.org/files/C\\_](https://www.worldcoal.org/files/C_)

**Т. Қалыбеков, М.Н. Сандибеков, Қ. Б. Рысбеков, Ы. Жақыпбек**

**Мұнай-газ кен-орындарын игеру барысында бұзылған жерлерді қалпына келтіру мәселесін зерттеу**  
**Аңдатпа.** Мақалада игерілген аудандардың сапасын және қалпына келтіру жылдамдығын арттыру үшін рекультивацияның техникалық және биологиялық кезеңдерін бірге орындау мақсатында мұнай-газ кен орындарын игеру барысында бұзылған жерлерді қалпына келтіру жағдайы зерттелген.

**Түйін сөздер:** қалпына келтіру, бұзылу, мұнай-газ кен орны, қоршаған орта, игеру.

T. Kalybekov, M.N. Sandibekov, K.B. Rysbekov, Y. Zhakypbek

**Studying the problem of disturbed land recovery in the development of oil and gas fields**

**Abstract.** The article studies the state of restoration of disturbed lands during the development of oil and gas fields in order to jointly carry out the technical and biological stages of reclamation to improve the quality and accelerate the restoration of worked-out areas.

**Keywords:** reclamation, disturbance, oil and gas field, environment, development.

УДК 550.3

**Х.М. Касымканова<sup>1</sup>, С.А., Истекова<sup>2</sup>, Г.К. Джангулова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы.

<sup>2</sup>Сатпаев университет, г. Алматы

[hkasymkanova@gmail.com](mailto:hkasymkanova@gmail.com), [gulnarzan@gmail.com](mailto:gulnarzan@gmail.com)

**ТРЕХМЕРНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ  
В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА**

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы о возможности применения сейсморазведочных работ при решении задач рудной геологии в сложных горно-геологических условиях Казахстана. Представлено обоснование и дана характеристика геолого-геофизических условий для проведения опытных 3D сейсморазведочных работ на месторождениях Жиландинской группы медистых песчаников, расположенных в Карагандинской области Центрального Казахстана. Обозначены направления и технология процесса моделирования рудных горизонтов и прослеживания их в пространстве по результатам комплексной интерпретации трёхмерной сейсморазведки и геолого-геофизических данных, которые позволят значительно увеличить коэффициент достоверности прогнозирования рудных залежей.*

***Ключевые слова:** сейсморазведка, рудные месторождения, структурные элементы, моделирование, рудное тело.*

Сейсморазведка – наиболее богатый по возможностям и наиболее информативный геофизический метод – долгое время казался непозволительной роскошью при поисках и разведке рудных месторождений. Успехи сейсмического метода в поисках и разведке месторождений нефти и газа, а также трудности изучения глубокозалегающих и скрытых рудных залежей другими геофизическими методами, пониженная стоимость по сравнению с бурением, коренным образом изменили за последние годы ее место в комплексе методов рудной геофизики и показали необходимость разработки специальной технологии применения 3D сейсморазведки на всех этапах поисков и разведки твердых полезных ископаемых [1-3].

Сейсмический метод начал применяться для исследования структурно-тектонических особенностей строения складчатых районов, морфологии и условий залегания рудоносных интрузий, изучения структуры рудных полей и месторождений на необходимую для целей геологической разведки глубину. Он позволяет обнаруживать и прослеживать на глубину тектонические нарушения, зачастую играющие важную роль при образовании рудных месторождений. С помощью сейсморазведки могут быть уточнены контуры рудоносных интрузий, определено положение их апикальных частей, прослежены контактные боковые поверхности и нижние кромки. Это повышает эффективность поисков контактово-метасоматических, скарновых, штокверковых и других месторождений.

Возрастающее применение сейсморазведки на различных мировых рудных месторождениях показывает, что она, наконец, становится признанной и традиционной в горнодобывающем секторе. Это открывает новые возможности для геофизиков, но также ставит дополнительные задачи для решения новых проблем, особенно, в связи с возникновением проблемы поисков глубоко залегающих рудных объектов, возросшей трудоемкостью и стоимостью буровых и горных работ. Сегодня объектами исследования

рудной сейсморазведки являются разнообразные геологические структуры, складчатые структурные элементы, интрузивные образования, разрывные нарушения, подземные пустоты и т.п. [4-6].

Появление современных средств регистрации, приема и возбуждения упругих колебаний для проведения 3D сейсморазведки, широких возможностей обрабатывающих и интерпретационных комплексов, обеспечивают получение материалов высокого качества и, тем самым, создают условия для повышения эффективности сейсморазведки при решении геологических задач на рудных месторождениях [7,8].

Сегодня возникла необходимость определить возможность использования высокоплотностной широкоазимутальной 3D сейсморазведки как для структурного картирования рудоперспективных площадей, так и детального изучения глубокозалегающих рудоносных комплексов [9,10]. Применение высокоразрешающей 3D сейсморазведки на различных рудных объектах Казахстана открывает новые перспективы для специалистов-геофизиков и ставит актуальные задачи для решения проблем, возникающих при изучении рудных районов на больших глубинах в сложных горно – геологических условиях.

Учитывая высокие перспективы применения современной 3D сейсморазведки при освоении рудных месторождений, группой ученых Казахстанского головного института по проектированию предприятий цветной металлургии ТОО НИИ «Казгипроцветмет» подготовлен научно-исследовательский проект «Трёхмерная сейсморазведка для моделирования рудных залежей в сложных горно-геологических условиях Казахстана», который в настоящее время реализуется в рамках грантового финансирования проектов коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности «Фонда Науки» РК в период 2018-2021 гг. Технология будет апробирована и внедрена на существующих месторождениях компании ТОО Корпорации «Казахмыс» в Жезказганском рудном районе. Согласован план мероприятий совместной деятельности ТОО «Корпорации Казахмыс» и ТОО «Казгипроцветмет» по выполнению данного проекта. В рамках реализации гранта подписаны договора с сервисными компаниями о выполнении полевых сейсморазведочных работ (рисунок 1)



Рисунок 1- Согласование плана мероприятий совместной деятельности

Исследования проводятся с целью внедрения и коммерциализации технологии моделирования геологически сложнопостроенных рудных месторождений по результатам проведения детальной 3D-сейсморазведки. На основе комплексной интерпретации результатов трёхмерной сейсморазведки и геолого-геофизических данных на месторождениях медистых песчаников Центрального Казахстана выявление рудоконтролирующих горизонтов и прослеживание их в пространстве, построение модели рудных залежей для последующего эффективного освоения и эксплуатации месторождений.

На основе проведения опытных 3D сейсморазведочных работ будут уточнены геологическое строение обозначенных для исследования участков до глубины 0.8-1 км, с проведением структурного картирования рудоперспективных площадей и детально изучены

глубокозалегающие рудоносные комплексов. Все это способствует проследить по площади пласты медистых песчаников, выделить и оконтурить залежи меди.

Основные направления исследовательских работ содержит три основных этапа, и будут разработаны рекомендации по методике комплексной интерпретации результатов 3D сейсморазведки и геолого-геофизических данных для моделирования геолого-структурной обстановки и выявления рудных тел на месторождениях различных генетических типов (таблица 1).

Таблица 1 - Основные направления исследовательских работ

Направление исследований	Полевые 3D сейсморазведочные работы
	Создание базы данных и моделирование рудных горизонтов
	Разработка ТЭО об экономической целесообразности внедрения и применения технологии

1 этап. Опытные 3D сейсморазведочные работы на локальных разведанных участках Жиландинской группы месторождений Жезказганского рудного района, расположенных в Улытауском районе Карагандинской области.

2 этап. Создание базы данных на основе обобщения, анализа и подготовки всей имеющейся геологической и геофизической информации по опытным участкам и обрамляющей их территорий, включая результаты бурения, исследования керна, геофизических исследований скважин, результатов детальных полевых геофизических исследований и др. Моделирование волнового поля. Построение сейсмогеологических разрезов. Выявление границ пространственного размещения рудовмещающих пород по результатам сейсмических исследований. Комплексное геолого-геофизическое моделирование. Выделение и оконтуривание продуктивных интервалов. Моделирование пластов, рудных залежей.

3 этап. По результатам выполненных исследований формирование основных элементов разрабатываемой технологии 3D сейсморазведки рудных залежей в РК:

- методика полевых 3D сейсморазведочных работ на стратиформных меднорудных объектах Жезказганского района с обоснованием оптимального комплекса работ и технических средств и экономическими показателями;

- методика комплексной обработки и интерпретации 3D сейсморазведочных данных на стратиформных меднорудных объектах Жезказганского района;

- построение объёмных сейсмогеологических моделей объектов исследований, в виде кубов трехмерных данных – гридов  $x, y, z, f$ .

- анализ потребительского рынка технологии среди горно-рудных компаний, разработка концепции, стратегии и проектирование методов продвижения продукции на потребительском рынке.

Резюмируя вышесказанное можно утверждать, что эффективность технологии позволит «Корпорации Казахмыс», геологоразведочным компаниям Казахстана и ЕАЭС, в том числе предприятиям ГМК, при проведении геологоразведочных и поисковых работ:

- снизить себестоимость и уменьшить сроки проведения работ по выявлению новых рудных объектов;

- пополнить объёмы минерально-сырьевой базы РК.

Созданная технология будет предложена потенциальным покупателям: производственным, сервисным и научно-исследовательским организациям горнодобывающей отрасли Казахстана, для оценки запасов и как цифровая основа для создания проекта разработки рудных залежей.

## Литература

1 Сейсморазведка. Справочник геофизика. Под ред. В.П.Номоконова. М., Недра,1990г.

- 2 Бондарев В.И. СЕЙСМОРАЗВЕДКА // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 1
- 3 В.В. Романов. Инженерная сейсмороазведка: -2015.-393 с
- 4 Бондарев В.И. Сейсмороазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. - 690 с.
- 5 Ashton, C.P., Bacon, B., Mann, A., Moldoveanu, N., Déplante, C., Dickilreson, Sinclair, T. and Redekop, G. 1994. 3D Seismic Survey Design. Oilfield Review 6, 19–32
- 6 Бондарев В.И. Основы сейсмороазведки. - Екатеринбург: УЕТА, 2000. -235 с.
- 7 Бондарев В.И. Основы обработки и интерпретации данных сейсмороазведки / В.И.Бондарев, С.М.Крылатков. – Екатеринбург: УГГГА, 2001. – 193 с.
- 8 Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика: Учеб. для вузов. / Ю.Н. Воскресенский. – М.: ООО «Издательский дом «Недра», 2010. – 479 с.
- 9 Истекова С.А., Ан Е.А. К вопросу о применении высокоразрешающей 3D сейсмороазведки на рудных месторождениях Казахстана // Труды Сатпаевских чтений Т1. – 2019. – С54-58.
- 10 Хилтерман Ф.Дж. Интерпретация амплитуд в сейсмороазведке / Ф.Дж. Хилтерман. – Пермь: ГЕРС, 2010. – 256 с.

<sup>1</sup>Касымканова Х.М., <sup>2</sup>Истекова С.А., <sup>1</sup>Джангулова Г.К.

**Қазақстанның күрделі тау-кен-геологиялық жағдайындағы кен орындарын модельдеуге арналған үшөлшемді сейсмикалық зерттеу**

**Аңдатпа.** Мақалада сейсмикалық зерттеулерді Қазақстанның күрделі тау-кен-геологиялық жағдайында кен геологиясының мәселелерін шешуде қолдану мүмкіндігі туралы мәселелер қарастырылған. Орталық Қазақстанның Қарағанды облысында орналасқан Жыланды кеншоғырларында 3D сейсмикалық жұмыстар жүргізу үшін геологиялық-геофизикалық жағдайлардың сипаттамалары келтірілген. Кенді болжаудың сенімділік коэффициентін едәуір арттыратын үш өлшемді сейсмикалық барлауды және геологиялық-геофизикалық деректерді кешенді түсіндіру нәтижелері негізінде кен горизонттарын модельдеу және оларды кеңістікте іздеу процесінің бағыттары мен технологиясы көрсетілген.

**Түйін сөздер:** сейсмикалық барлау, кен орындары, құрылымдық элементтер, модельдеу, кен шоғыры.

**H.M. Kasymkanova<sup>1</sup>, S.A., Istekova<sup>2</sup>, G.K. Dzhangulova<sup>1</sup>**

**Three-dimensional seismic survey for modeling ore deposits in complex mining and geological conditions**

**Kazakhstan**

**Abstract.** The article discusses the issues of the possibility of using seismic surveys when solving problems of ore geology in the difficult mining and geological conditions of Kazakhstan. The substantiation is presented and the characteristics of geological and geophysical conditions for conducting experimental 3D seismic works on the deposits of the Zhilandy group of cuprous sandstones located in the Karaganda region of Central Kazakhstan are given. The directions and technology of the process of modeling ore horizons and tracing them in space based on the results of a comprehensive interpretation of three-dimensional seismic exploration and geological and geophysical data, which will significantly increase the reliability coefficient of forecasting ore deposits, are indicated.

**Keywords:** seismic exploration, ore deposits, structural elements, modeling, ore body.

УДК 528.48

**А.Т. Кобеннова**

*Ғылыми жетекшісі –Айтказинова Ш.К., Сәтбаев Университеті, қ. Алматы, Қазақстан*  
[aizhankt@icloud.com](mailto:aizhankt@icloud.com)

**АЭРОКОСМОСТЫҚ ТҮСІРІСТЕР БОЙЫНША ТОПОГРАФИЯЛЫҚ КАРТАЛАРДЫ ЖАҢАРТУ**

**Аңдатпа.** Уақыт өткен сайын жергілікті жер өзгеріске ұшырайды: жаңа елді-мекендер салынады, елді-мекендер аумағы үлкейеді, жаңа жолдар және екпе ағаштар пайда болады, жер бедері және гидрография өзгеріске ұшырайды.

Жергілікті жердегі өзгерістер нәтижесінде карта мазмұны ескіреді. Мұндай картаны қолдану қиын, тіпті мүмкін де емес. Осындай жағдайлар болмас үшін топографиялық карталарды аэроғарыштық түсірістер көмегімен үнемі жаңартып отыру қажет. Бұл Қазақстанның әлеуметтік-экономикалық және табиғат қорғау мәселелерін шешеді.

*Сондай-ақ, еліміздің қорғанысын және қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында, арнайы топографиялық карталар үздіксіз жаңартылып отырады.*

**Түйін сөздер:** қала, аумақ, топографиялық карта, жаңарту, аэрокосмостық түсірістер, картография.

Картаның ескіру процесі әртүрлі аудандар үшін біркелкі емес. Адамдар жер бедерін қаншалықты көбірек игерсе, жер бедері соншалықты тез өзгеріске ұшырайды. Тиісінше, мұндай аймақтың картасының ескіруі тезірек болады. Керісінше, нашар дамыған және аз қоныстанған аудандарда ондаған жылдар бойы айтарлықтай өзгерістер болмауы мүмкін. Мұндай аудандардың карталары баяу ескіреді. Тәжірибе көрсеткендей, елдің өндірістік күші мен қорғанысын дамыту үшін ең маңызды карталарды 6-10 жылдан кейін, ал басқа аудандардың карталарын 10-15 жылдан кейін жаңарту керек.

Осы мерзімділігіне қарамастан, жергілікті жерді түсіріс жүргізілген сәтінен бастап мынадай елеулі өзгерістер болған кезде карталарды жаңартады:

- магистральдық және айналма темір жолдар мен тас жолдар желісіндегі өзгерістер;
- елді мекендердегі ірі өзгерістердің, сондай-ақ елді мекендерден тыс орналасқан жаңа ірі өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық кәсіпорындарының пайда болуы кезінде;
- ірі гидротехникалық, ирригациялық және мелиорациялық құрылыстар салудан туындаған гидрографиядағы өзгерістер кезінде;
- карта бойынша жергілікті жерде бағдарлауды қиындататын өсімдік жамылғысында ірі өзгерістер болған кезде.

Алайда, жергілікті жердегі өзгерістер ғана карталардың жаңартылуын қажет етпейді. Геодезиялық координаталардың жаңа жүйесіне көшу, елді мекендердің атауларының өзгерілуі, географиялық атаулардың транскрипциялық әдістемесінің өзгеруі, жаңа шартты белгілердің енгізілуі – осының бәрі де карталардың жаңартылуына себеп болып табылады. Топографиялық карталар олардың мазмұнын жердің қазіргі жағдайына және қабылданған координаттар мен биіктіктер жүйесінде және қолданыстағы шартты белгілерге сәйкестендіріп карталарды қайта басып шығару мақсатында жаңартылады.

Жаңартылған картаның мазмұны, дәлдігі және ресімделуі топографиялық жұмыстар жөніндегі нұсқаулармен және осы масштабтағы картаға қойылған барлық талаптарды қанағаттандыруы тиіс.

Түсірістер бойынша карталарды жаңарту келесі негізгі процестерді қамтиды - аэрофототүсірілім, дайындық жұмыстары, суреттерді камералдық дешифрлеу және картаны түзету, жаңартылған картаны далалық зерттеу жұмыстары.

Жердегі өзгерістер туралы пайдаланылатын ақпарат түріне байланысты карталарды жаңартудың үш әдісі қарастырылады:

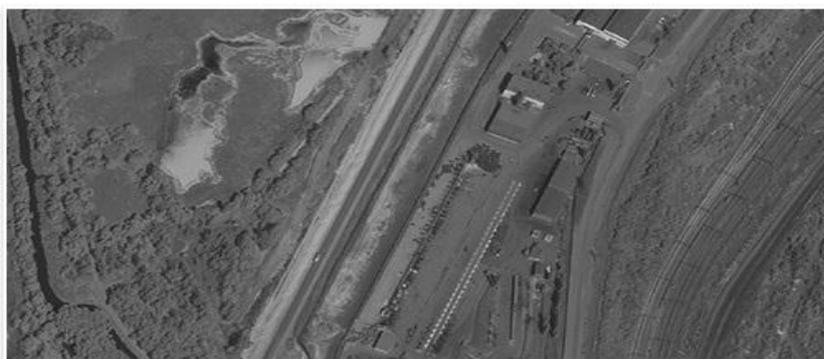
- түсірістер бойынша, ол далалық зерттеумен немесе зерттеусіз жүзеге асады;
- қазіргі топографиялық карталар бойынша, әдетте, жаңартылатын картаның масштабынан үлкенірек масштабты карта болған жағдайда;
- жергілікті жерде аспаптық мензурлық түсіру тәсілдерімен.

Негізгі әдіс - түсірістер бойынша карталарды жаңарту әдісі. Ол әр түрлі масштабтағы карталарды жаңарту үшін қолданылады, яғни 1 : 10 000-нан 1 : 100 000-ға дейін, ол елдің ауылшаруашылығы мен қорғаныс карталары үшін пайдаланылады.

Масштабы 1 : 100 000-нан аз карталар үлкен масштабтағы карталар бойынша жаңартылады немесе қайта сызылады. Карталарды жаңартудың бұл әдісі картографияда қолданылады.

Карталарды жаңарту жөніндегі жұмыстардың технологиясы мен ұйымдастырылуын жаңартылатын картаның жоспарлы-биіктік негізін, жергілікті жердің сипатын және карта жасалған уақыттан бастап онда болған өзгерістерді, сондай-ақ карталарды жаңарту кезінде пайдаланылуы тиіс аэротүсірілім және басқа да материалдарды зерделеп, талдағаннан кейін белгілейді.

Топографиялық карталарды жаңарту кезінде орындалатын жұмыс кезеңдерін қарастырайық. Ең маңызды кезең – дайындық жұмыстары. Дайындық жұмыстары: карталарды жаңарту үшін қажетті материалдарды жинау мен жүйелеуді және оларды пайдалану дәрежесі мен тәртібін айқындауды; жаңартылатын картаның дәлдігін тексеруді және жергілікті жерде болған өзгерістердің саны мен сипатын айқындауды; карталарды жаңартудың техникалық жобасын әзірлеуді; карталарды жаңарту үшін негіздерді дайындауды қамтиды. Қажетті материалдарды жинап, карталарды жаңарту қажеттілігін анықтағаннан кейін жергілікті жерге аэрофототүсірілім жүргізіледі (1 сурет).

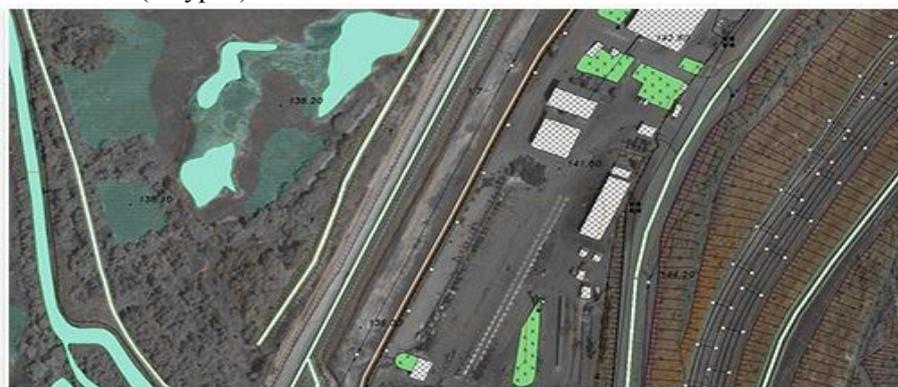


Сурет 1 –WorldView-1аэрокосмостық түсіріс фрагменті

Аэротүсірілім – түсірілім жүргізілген учаскелерде объективті кеңістіктік деректерді алу, зерделеу және ұсыну мақсатында ұшу аппаратына орнатылған аэрофотоаппараттың көмегімен жер бедерін фотосуретке түсіру процесі. Аэрофототүсірілім картаны жаңарту бойынша камералдық жұмыстар басталғанға дейін кемінде бір жыл бұрын жүргізіледі. Дала жұмыстарын қысқарту мақсатында жекелеген жағдайларда негізгі және қосалқы аэрофотоаппараттармен жергілікті жерді бір мезгілде екі масштабта суретке түсіруді орындайды. Бұл ретте негізгі аэрофотоаппарат гиостабилизациялайтын қондырғымен және радиовысотомермен жабдықталады.

Негізгі аэрофотоаппаратпен алынған суреттер фотограмметриялық желілерді құру және картаны түзету үшін, ал көмекші аэрофотоаппаратпен алынған суреттер жердің контурлары мен объектілерін сенімді түрде дешифрлеу үшін қолданылады.

Жергілікті жердің аэрофототүсірілімін алғаннан кейін түсірістерді камералдық дешифрлеу және картаны түзету жүргізіледі. Дешифрлеу кезінде картадағы контур кескінінің толықтығы мен дұрыстығын және олардың өзара орналасуын тексеріледі, сонымен қатар объектілердің сипаттамалары анықталады (2 сурет).



Сурет 2 – Картадағы объектілерді дешифрлеу және векторлау процесі

Түсірістердегі объектілерді дешифрлеу және векторлау, әдетте, мынадай негізгі объектілерден басталады: барлық жаңа елді мекендер, өнеркәсіптік және ауыл шаруашылық кәсіпорындары, сондай-ақ елді мекендерді жоспарлау мен салудағы өзгерістер; жаңадан салынған және салынып жатқан темір, автомобиль жолдары, жақсартылған жолдар, жолдардағы үймелер мен ойықтар және жол желісіндегі басқа да өзгерістер дешифрленеді; жаңадан салынған және салынып жатқан бөгеттер, каналдар және басқа да гидротехникалық құрылыстар, сондай – ақ солармен байланысты жергілікті жердегі өзгерістер – су қоймаларының, көпірлердің және т.б. пайда болуы; өсімдіктер контурларының өзгерістері; жергілікті жер бедеріндегі өзгерістер - жартастардың, шөгінділердің, карьерлердің, жыралар мен шұңқырлардың жаңа кескіні қарастырылады.

Топографиялық карталарды жасау және жаңарту процесі аэроғарыштық суреттердің деректерін өңдеуді және векторлық картаны тікелей құрастыруды (немесе жаңартуды) қамтиды. Деректерді өңдеу далалық және камералдық жағдайларда жүргізіледі. Сандықтау Easy Trace бағдарламасында жүзеге асырылады және атрибуттау MapInfo бағдарламасында немесе басқа ГАЗ қосымшаларында жүзеге асырылады. Картадағы барлық объектілердің дерекқоры енгізіледі. Барлық жұмыстардың нәтижесінде біз жаңартылған топографиялық картаны аламыз (3 сурет).



Сурет 3 – Жаңартылған топографиялық картаның фрагменті

### Әдебиет

1. Картография, Берлянт А.М., Москва: Аспект Пресс, 2001.
2. Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, ГКИНП (ГНТА)-08-003-07, Астана, 2007 г.
3. Топография, Курошев Г.Д. Москва: Академия, 2011 г.

**А.Т. Кобенова**

#### Обновление топографических карт по аэрокосмической съемке

**Аннотация.** С течением времени на местности происходят изменения: строятся новые населенные пункты, растут территории, появляются новые дороги и лесонасаждения, изменяются рельеф и гидрография.

В результате изменений на местности карта постепенно стареет. Пользоваться такой картой затруднительно, а иногда и невозможно. Связи с этим следует постоянно обновлять топографические карты при помощи аэрокосмических снимков. Это решает социально-экономические и природоохранные интересы Казахстана. Также обновление специальных топографических карт для обеспечения обороны и безопасности государства должно осуществляться систематически.

**Ключевые слова:** город, территория, топографические карты, обновление, аэрокосмические снимки, картография.

**A.T. Kobenova**

#### Aerospace survey topographic maps update

**Abstract.** Over time, changes occur in the area: new settlements are built, territories grow, new roads and plantations appear, relief and hydrography change.

As a result of changes in the terrain, the map gradually ages. Using such a card is difficult, and sometimes impossible. In this regard, topographic maps should be constantly updated with the help of aerospace images. This solves the socio-economic and environmental interests of Kazakhstan. Also, the update of special topographic maps to ensure the defense and security of the state should be carried out systematically.

**Keywords:** city, territory, topographic maps, update, aerospace images, cartography.

ӘОЖ 622.832

**Қ. Кушанов**

*Ғылыми жетекшісі – Нұрпейісова М.Б., т.ғ.д.  
Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан  
E-mail: [kamariddin.kushanov@mail.ru](mailto:kamariddin.kushanov@mail.ru)*

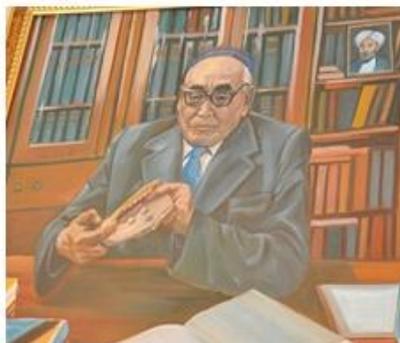
**ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУДЕГІ А. Ж. МАШАНОВ ӘДІСТЕМЕСІН ЖАЛҒАСТЫРУ**

**Аңдатпа.** Мақалада Ақжал кенорнының геологиялық-тектоникалық жағдайы, тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктері жайлы мәлімет келтірілген. Массивтегі тау жыныстарының жарықшақтылығын зерттеуде ұлы ғалым Ақжан Машановтың әдістемесіне көңіл аударылған және қазіргі кездегі замануи аспаптармен зерттеудің нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** кенорны, тау жыныстары, құрылымдық ерекшелікт ер, жарықшақтылық, тау-кен компасы, лазерлік сканер.

**Кіріспе.** Қазақ халқының ұлы ғұламаларының бірі Ақжан Жақсыбекұлы Машановтың туғанына биыл 115 жыл. Осы датаға байланысты өткізіліп отырған конференцияның мақсаты, біріншіден, ғалымның өмір жолын насихаттау, екіншіден осы саладағы ғылым мен техниканың жетістіктерінен хабардар болу.

А.Машанов жер қойнауын, Қ.И.Сәтбаевпен бірге жүріп, қажымай-талмай зерттеген ғалым. Оның мамандығы тау-кен инженері-геолог болғанымен, ғылыми жұмысы маркшейдер мамандығына жақын болды және ол ұзақ жыл уақыт ҚазПТИ дың (қазіргі ҚазҰТЗУ) «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасын басқарды.



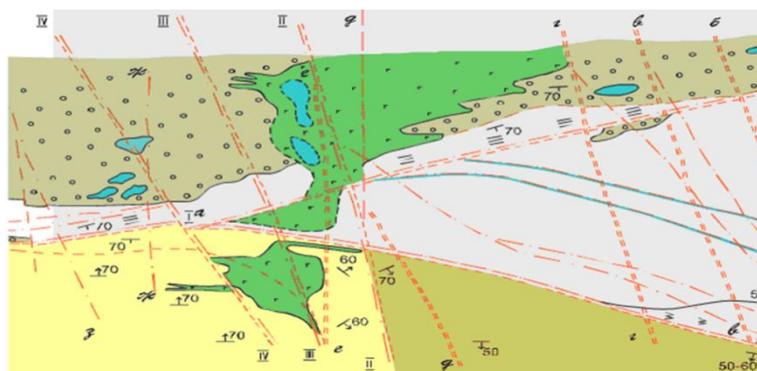
Сурет 1 - Ұлы геолог ғалымдарымыздың тау жыныстарын зерделеп отырған сәттері

А.Ж.Машанов тек маркшейдер, геолог қана емес, ол кристаллография, минерология, стратиграфияның негізін қалаушылардың бірі. А.Машановтың «Кристаллография, минерология және петрография» атты оқулығы кезінде студенттердің ғана емес, табиғат сырын білгісі келген жандардың қолдарынан түспейтін кітабы болған. Оның «Жер құпиялары», «Жерде тіршілік қалай пайда болған?», «Жер сілкінісі», «Жерқойнауына саяхат», «Таулар қалай түзілген» сияқты ғылыми-көпшілік кітаптары табиғат құпиялары мен жер қойнауы жайлы оқырмандарға көп мәлімет берді.

Міне осы саладағы күрделі ғылыми еңбектерінің бірі – ол тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу болған. Себебі кенді ашу, қазу және карьер беткейлерінің орнықтылығы осы қасиеттерге тікелей байланысты.

Сол себепке байланысты Ақжал кенорны тау жыныстарының тектоникасы, құрылымдық ерекшеліктері зерделенді. Ақжал тау жыныстарының құрамына диориттер, диабазды-кварцитті диориттер, порфириттер, граносиенит-порфирлер кіреді.

Кен орнында пликвативті бұзылыстармен қатар, тектоникалық жарылымдар өте жиі кездеседі. Олар өздерінің өлшемдерімен, амплитудалық ығысуларымен және жарықшақтарының жиілігімен ерекшеленеді (2-сурет) және құрылымына қарай үш түрге бөлінген (3-сурет).



Сурет 2 - Ақжал кенорнының геологиялық-тектоникалық картасы



Сурет 3 - Ақжал кен орнындағы сілемнің құрылымдық ерекшеліктері:  
а-вертикаль жарылымдар; ә- диагональ бұзылыстар; б-ұсақ жрықшақтар

Карьер беткейлерінің орнықтылығына кенорнындағы тау жыныстары құрылымының үш түрінің ішінде ең күшті әсер ететіні – ұсақ жарықшақтар. Осы ұсақ жарықшақтарды зерделеу мәселесіне А.Ж.Машанов ерекше көңіл аударған және көптеген мақалалар мен монографияла жазған. Карьерлерде тау жыныстары жарықшақтарын зерделеудің бұрыннан келе жатқан дәстүрлі әдісі – ол жарықшақтардың өлшемдерін (арақашықтықтары) қарапайым рулеткамен, созылым азимуты мен құлама бұрыштары – тау-кен компасымен өлшеу болатын. Далалық жағдайда тау жыныстары жарықшақтарын түсірімдеу үшін, ең алдымен тас бетінің кедір-бұдырын тегістеп, топырағын тазалап, горизонталь бағытта ұсталған тау-кен компасты тау жынысының бетіне жанастырады (4,а және ә-суреттері), өлшеу нәтижелері арнайы журналға жазылады (кесте).



Сурет 4 - Карьерде массивтің жарықшақтылығын түсіру

Тау жыныстарының жарықшақтарын зерделеудің осы әдістемесі еліміздің көптеген карьерлері мен кеніштерінде апробациядан сүрінбей өтсе де, бұл әдістің бір кемшілігі – ол массивтің құрылымдық ерекшеліктерін түсіру (өлшеу) тек қиябеттің төменгі жақтарында жүргізілетіндігі, яғни кемердің төменгі қабағынан 3 м-ден жоғары өлшеулер жүргізе алмайтындығымыз. Бұл деген тау жыныстары массивінің құрылымын сенімді түрде зерделеп, есепке дұрыс ала-алмайтындығымызды көрсетеді

Кесте 1 - Жарықшақтардың жатыс элементтерін түсіру журналы

Нүкт е-лер	Түсірім орындары	Тау жыныстары	Жарықшақтардың жатыс элементтері		І ш.м жердегі жарқшақт. жілігі
			А	δ	
1	№28 – маркшейд.нүкте	Порфириттер	260°	70°	8-10
2	№28 –нүктеден 5 м жерде	Порфириты	200°	75°	15
3	Көлік штрегі	Сланцы	240°	76°	10

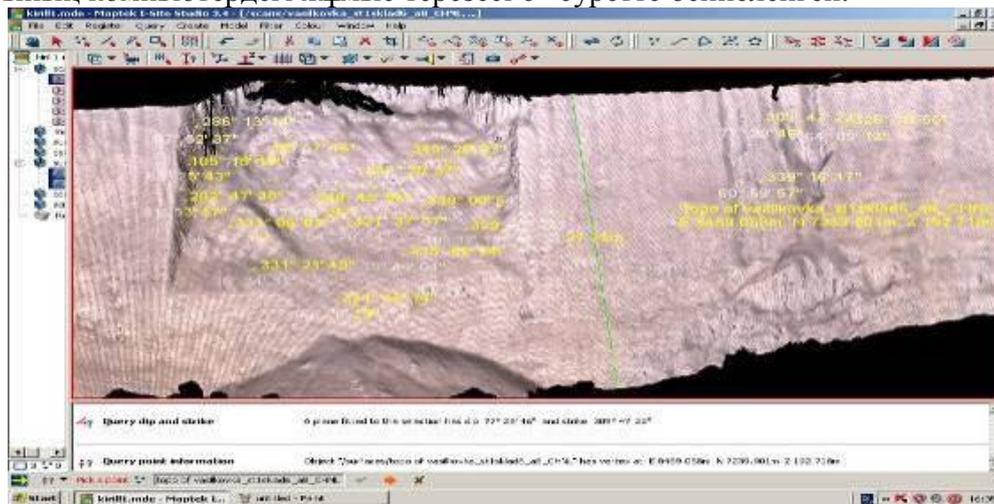
Дәстүрлі қолданылып жүрген аспаптық бақылаулардың біршама кемшіліктері бар. Біріншіден, олар таужыныстары массивінде жүріп жатқан нақтылы геомеханикалық үдерістерді дәл бейнелеп көрсете алмайды. Екіншіден, оларды жүргізу өте көп еңбек сіңіруді қажет ететіндіктен, жер бетінің деформациялануы туралы деректерді қажетті мезгілде алуға мүмкіндік болмайды. Осы айтылған кемшіліктерді лазерлік сканерді қолдану арқылы жоюға болады (4.б-сурет).

Карьердегі белгілі нүктелердің әр мезілде түсірімделген скандары бір-бірімен салыстырылады да, оның негізінде жыныстар массивінде жүріп жатқан деформациялық процестердің динамикасы туралы қорытынды шығарылады. Әрі қарай «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасы бойынша компьютерде нүктелер бұлттарына фотобейнені салып өңдеу жұмыстары жүргізіледі. Мұндағы бағдарлама – мәгінді басқа тілге аудару әдісі сыпатты (5, а-сурет), яғни карьер беткейінің көлемдік электронды түрін бассаңыз, компьютердің оң жағында (5,ә-сурет) жарықшақтардың жатыс элементтері, ажырау бұзылыстарының параметрлері және жарықшақтар арқылы пайда болған, құрылымдық блоктардың өлшемдері пайда болады.



а- карьер кемері қиябетіндегі жарықшақтар; ә- жарықшақтардың жатыс элементтері  
Сурет 5 - Тау жыныстары жарықшақтарының жатыс элементтерін анықтау

Карьер қиябеттерін лазерлік сканерлеуде алынған электрондық деректердің көлемі камералдық жағдайдағы барлық құрылымдық элемент-терді: жарықшақтарды, бұзылыстарды, литологиялық айырымдардың шекараларын, деформацияларды және т.б. алуға, сандық түрде массивтің моделін құруға және оны геомеханикалық есептерге енгізуге мүмкіндік туғызады. Лазерлік сканирлеу нәтижелерін өңдеудің «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасының компьютердегі жұмыс терезесі 6--суретте бейнеленген.



Сурет 6 - «MaptekI-SiteStudio» бағдарламасының жұмыс терезесі

Тау жыныстары блоктарының өлшемдері жарықшақтар арасындағы нүктелер координаттарының айырымы арқылы, ал жарықшақтар элементтері: созылым азимуты мен құлама бұрышы жарықшақтар беттерін құру нәтижесінде анықталады.

**Қортынды.** Ақжал кен орнында жүргізілген осы жұмыстардың бір ерекшелігі – тау жыныстары құрылымдық блоктарының өлшемдері мен жарықшақтарын жатыс элементтерін анықтауда орындаушының карьер беткейінен (300м -800м қашықтықта) тұрып, тау-кен компасымен түсіруге болмайтын жерлерді жоғары шапшаңдықпен бірнеше минуттар ішінде түсіре алатындығы. Тау жыныстары құрылымдық ерекшеліктерін дағдылы тау-кен компасымен және лазерлік сканермен түсіргендегі нәтижелерін салыстырғандағы айырмашылығы 3-4% болғаны, шектен аспағандығы.

#### **Әдебиет**

1. Машанов А.Ж. Механика массива горных пород.- Алма – Ата: Наука, 1961. -210 с.
2. Нұрпейісова М.Б. Геомеханика. - Алматы: ҚазҰТУ, 2000. -124 б.
3. Нұрпейісова М.Б. Машановтың ғылыми мектебі.- Алматы: Искандер, 2016.- 182 б.
4. Қазақстан Маркшейдериясы: бүгінгі күні және болашағы//А.Ж.Машановтың туғанының 105 жылдық мерейтойына арналған Халықар.ғылыми-тәжр.конференцияның еңбектері.-Алматы: ҚазҰТУ, 2006.-434 б.

#### **Қ. Кушанов**

##### **Продолжение методики А.Ж.Машанова по изучению структурных особенностей массива горных пород**

**Аннотация.** В статье приведены сведения о геолого-тектонических и структурных особенностях горных пород месторождения Ақжал. Особое внимание обращено к методике по изучению трещиноватости горных пород великого ученого Ақжана Машанова и приведены результаты исследования структуры современными приборами.

**Ключевые слова:** месторождение, горные породы, структурные особенности, трещиноватость, горный компас, лазерный сканер.

#### **К. Kushanov**

##### **Continuation of A.Zh. Mashanov's methodology for studying the structural features of the rock massif**

**Abstract.** The article provides information on the geological-тектоническ and structural features of the rocks of the Akzhal deposit. Particular attention is paid to the methodology for studying rock fractures by the great scientist Akzhan Mashanov and the results of studying the structure with modern devices are presented.

**Keywords:** deposit, rocks, structural features, fracturing, mountain compass, laser scanner.

УДК 622.

#### **С.Қабикенов магистрант**

*Научный руководитель, ассоц.профессор Жакыпбек Ы.*

*Казахский национальный исследовательский технический университет имени*

*К.И. Сатпаева, Республика Казахстан, г.Алматы*

*[siko\\_best\\_s@mail.ru](mailto:siko_best_s@mail.ru)*

#### **МЕТОДЫ СЪЕМКИ ПОДЗЕМНЫХ ПУСТОТ**

**Аннотация.** Съёмка подземных пустот и камер является важной маркшейдерской задачей. В статье предложена классификация методов решения данной задачи применительно к маркшейдерской съёмке камер при разработке мощных рудных залежей. Рассмотрены методы съёмки: тахеометрический, фотограмметрический, локационный и лазерные системы сканирования. Изложена сущность последнего способа, приводится краткое описание прибора, методики измерения, дается сравнительная характеристика.

**Ключевые слова:** разработка месторождения, подземные пустоты, камеры, горные выработки, маркшейдерские съёмки, методы, способы.

**Введение.** Участие в конференции «Сатпаевские чтения» для нас является почитание и выражение нашей дани уважения великому сынуказахского народа, великому ученому. Огромна роль в становлении и развитии науки Казахстана К.И. Сатпаева.

Каныш Имантаевич Сатпаев - первый академик Казахстана и Средней Азии. С раннего детства у Каныша проявился интерес к науке. Сначала он закончил Семипалатинскую учительскую семинарию, а затем он поступил Томский технологический институт. В 1946 году на первой сессии Академии наук Республики Казахстан К.И.Сатпаев говорил «Мы живем и работаем в такой богатой и обширной стране, как Казахстан, где находится огромное количество еще не тронутых сокровищ, которые ждут приложения творческих сил и знаний ученых». К.И. Сатпаев, ощущая себя частью целого, считал себя ответственным за все, что происходит вокруг. Для нас, нынешних почитателей Сатпаева, нового поколения учеников и последователей, эти слова являются программой и руководством к действию.

**Основное содержание.** В результате разработки месторождений в массиве горных пород образуются полости (камеры, пустоты). С точки зрения маркшейдерской съемки образовавшиеся пустоты условно разделяются на доступные и недоступные. К недоступным относятся такие пустоты, к стенкам которых невозможен, непосредственный доступ наблюдателя или этот доступ сопряжен с большой опасностью, хотя в отдельных случаях при этом возможно нахождение исполнителя в камере. Все остальные пустоты относятся к категории доступных. В этой статье мы остановимся на вопросах, связанных со съемками недоступных пустот.

Выбор метода съемки недоступных пустот осуществляют, исходя из наличия доступа к снимаемой пустоте, его характеристики, а также цели и назначения съемки. Несмотря на то, что за последние годы создано много новых оптических приборов и постоянно совершенствуется методика съемки горных пустот, все же из-за сложности условий (недоступность, запыленность, загазованность и увлажненность) выполнение съемок подобного рода затруднено. Поэтому в настоящее время ведутся работы по созданию новых методов, автоматизированных способов съемки, с помощью которых можно будет определить форму, объем и пространственное положение подземных недоступных пустот.

В практике разработки рудных месторождений применяются следующие методы съемки очистного пространства: тахеометрический, оптические дальномеры, фотограмметрический и лазерный.

**Тахеометрический метод** основан на применении инструментов и способов съемки, дающих возможность определить полярные координаты съемочных точек недоступных пустот (рис.1). В этом случае с одной из точек при помощи прожектора или фары с отражателем направляется световое пятно (зайчик) на характерные места кровли, почвы и стенок камеры 6, 7, 8, 9, которые одновременно засекаются обеими теодолитами и измеряются углы  $\beta$ ,  $\gamma$  (рис.1).

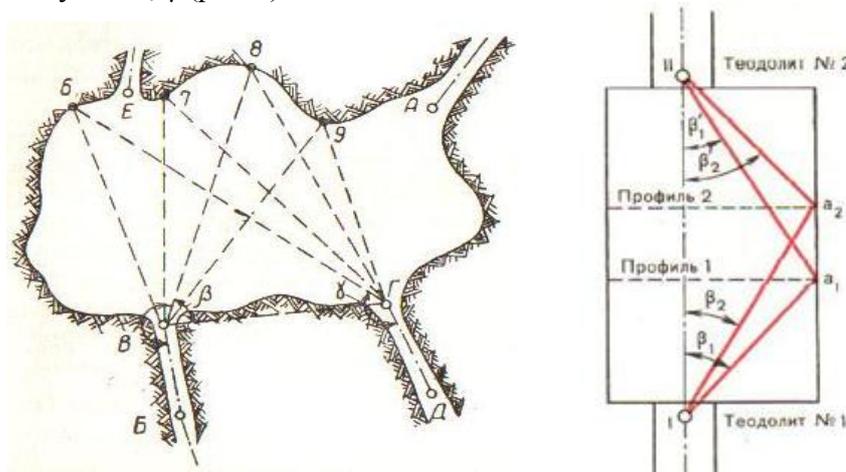


Рис.1- Съемка камеры двумя теодолитами

При использовании цифровых тахеометров (т.е. приборов позволяющих преобразовывать данные съёмки в цифровой вид и сохранять их в виде файлов, а в

дальнейшем импортировать их в память персонального компьютера) возможно автоматизировать камеральную обработку. Недостатками данного метода являются небезопасность, связанная с работой в непосредственной близости с устьем полости, а также малая точность определения геометрической формы и размеров, обусловленная ограниченной видимостью обнаженной поверхности камеры из подходной выработки.

**Фотограмметрический метод** основан на применении инструментов и способов съемки, использующих принцип фотографирования недоступных пространств, освещаемых специальными осветителями, светового пятна, движущегося по стенкам очистного пространства или следов лазерного излучения(рис.2). Для съемки подземных камер и пустот при разработке рудных месторождений применяются следующие фотограмметрические методы: короткобазисная, стереофотосъемка, съемка подготавливаемых короткобазисной стереосъемки тельных и очистных выработок большой площади сечения с помощью светопрофиля, дистанционная фотостереосъемка горизонтальных сечений

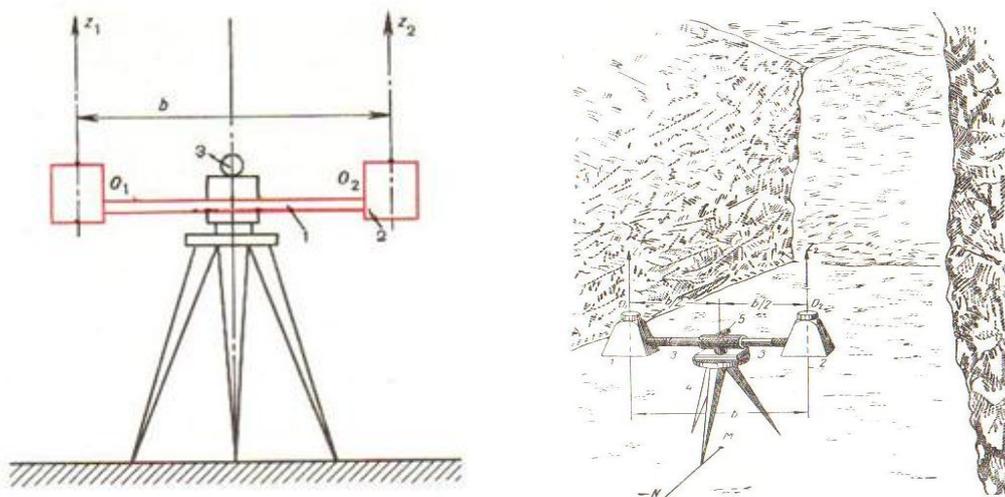
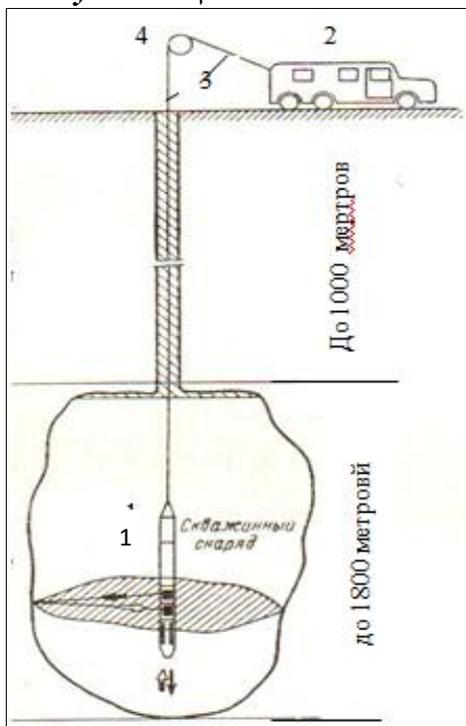


Рис.2- Схема съемка подземных пустот методом фотограмметрии:  
*а- короткобазисная съемка; б- установка прибора для фотографирования камеры*

Преимуществами фотограмметрического метода является наиболее полное отображение поверхности полости на фотоснимке, возможность определения пространственного расположения геологических элементов по обнажению (нарушений, прослоек пустых пород, границ рудного тела, выклинивания и пр.). Недостатки: большой объём камеральных работ, необходимость съёмки с нескольких сторон для исключения мёртвых зон, т.е. поверхностей пустот, не вошедших в зону фотоснимка.

**Звуколокационный метод съемки** наиболее эффективен по сравнению с



рассмотренными выше способами. С помощью звуколокации в воздушной среде может производиться съемка следующих объектов: 1) недоступных пустот (камер); 2) вертикальных горных выработок (рудоспусков, стволов шахт, шурфов); 3) горизонтальных и наклонных горных выработок; 4) недоступных складов горного сырья и готовой продукции(нефти, асбеста, цемента).

Ленинградским горным институтом было создано импульсный звуколокатор «Луч» для съемки камер. Звуколокатор (рис.3) состоит из двух основных частей: скважинного прибора 1 и приборной наземной станции-2, соединенных кабелем 3 через лебедку 4.

Локационный метод съёмки является наиболее удобным и полноценным. Преимуществами данного метода являются безопасность проведения работ, высокая точность и детальность определения геометрических элементов (формы, размера и пространственного расположения) полости, полная автоматизация как полевых, так и камеральных работ. Недостатком метода является определённая трудоёмкость при установке оборудования.

Рис.3-Схема звуколокационной съёмки

**Метод лазерного сканирования.** В настоящее время практически во всех отраслях применяются новые технологии для выполнения топографо-геодезических работ. При постоянном стремлении к повышению производительности и сокращению штата маркшейдерского отдела, требования к скорости и качеству, а также безопасному ведению измерительных работ возрастают.



Одним из реальных примеров внедрения лазерного сканирования является опыт работы на рудниках Казахстана сканером CMS MINEi (GeoSight, Канада) при съёмке подземных выработок. Система MINEi (рис.4)– это надёжная, быстрая, беспроводная система, позволяющая проанализировать пустоты по вертикали или под уклоном. Система обеспечивает безопасность горняков и увеличение производительности горных работ.

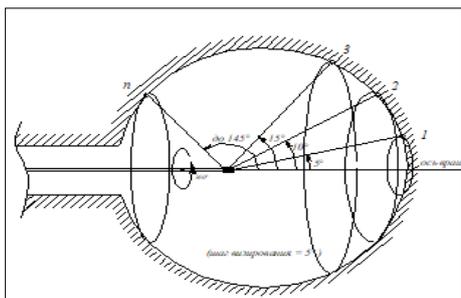
Для съёмки пустот на Малевском руднике используется специальное оборудование CMS Wireless изготовленное фирмой Optech. Данное оборудование по своему качеству относится к приборам локационного метода съёмки (рис.5).

Принцип работы CMS основан на использовании лазерного сканирующего дальномера, который вводится в полость и вращается в ней, обеспечивая непрерывный сбор данных. После каждого вращения производится возврат в исходное положение.

При этом угол её наклона увеличивается на величину, задаваемую оператором (шаг визирования). Затем сканирующая головка снова совершает полный оборот при новом угле возвышения, собирая данные о точках поверхности.

**Выводы.** Методика дистанционного изучения подземных полостей является оперативной, обеспечивает получение точных геометрических характеристик объекта и параметров ориентации относительно внешнего пространства. Она позволяет уменьшить (или избежать вообще) пребывание персонала в подземной полости, а также позволяет получить итоговую документацию объекта в форматах, пригодных для детального изучения формы и конструкции, выполнения обмеров, визуальной оценки внутреннего состояния.

Рис.4- Сканер MINEi



## Литература

1. Борщ-Компониец В.И. Маркшейдерское дело. М.: Недра, 1990. - 300 с.
2. Овчаренко А. В. Сканирование подземных пустот и полостей 3D-сканированием // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей ГИ УрО РАН, ПГНИУ, Пермь, 2015. С. 161-163.
3. Нурпеисова М.Б., Солтабаева С.Т., Кожаев Ж.Т. Инновационные методы съемки подземных полостей // Горный журнал Казахстана, №7, 2017.
4. Середович В.А., Комиссаров А.В. Наземное лазерное сканирование: Монография / - Новосибирск: СГГА, 2009. - 261 с.

**С. Қабикенов**

### **Жерасты қуыстарын түсірудің әдістері**

**Аңдатпа.** Жерасты қуыстарын және камераларды түсіру – маркшейдердің маңызды міндеті. Мақалада қалың кен денелерін игеру кезінде маркшейдерлік камераларға қатысты осы мәселені шешу әдістерінің жіктемесі ұсынылған. Бос қуыстарды түсірудің: тахеометриялық, фотограмметриялық, локациялық және лазерлік сканерлеу жүйелері қарастыылған. Соңғы әдістің мәні баяндалады, құрылғының қысқаша сипаттамасы, өлшеу техникасы және салыстырмалы сипаттамасы келтірілген.

**Түйінді сөздер:** кен орнын игеру, жер асты қуыстары, камералар, жерасты қазбалары, маркшейдерлік жұмыстар, әдістер, әдістер.

**S. Kabikenov**

### **Underground Void Survey Methods**

**Annotation.** Studying underground voids and chambers is an important mining surveying problem. The article offers a classification of methods to solve these problems with reference to mine surveying of chambers in development of large ore deposits. The two most promising surveying methods are studied: the tachometric, the photogrammetric and the laser scanning systems. The essence of these techniques is explained, brief descriptions and comparison characteristics of the devices as well as the.

**Keywords:** field development, underground cavities, cameras, mine workings, mine surveying, methods, methods.

УДК 622.528.

**А. Қылаңова**

*Ғылыми жетекшісі – Нұрпейісова М.Б., т.ғ.д. Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*  
[asel.kylanova@bk.ru](mailto:asel.kylanova@bk.ru)

## **АЛМАТЫМЕТРОПОЛИТЕН АЙМАҒЫНДАҒЫ ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН БАҚЫЛАУ**

**Аңдатпа.** Мақалада «Алматыметрополитен» аймағындағы жер беті ғимараттары мен жер асты құрылдарының деформацияларын бақылауда, инженерлік құрылыстардың техникалық жағдайына баға беруде жүргізілетін геодезиялық жұмыстардың дәлдігін жоғарылатуда замануи аспаптарын жан-жақты қолдану қарастырылған және бақылау нәтижелері келтірілген.

**Түйін сөздер:** метрополитен, деформациялар, ғимараттар мен құрылыстар, GPS-технологиялар, электронды тахеометрлер, цифрлы нивелирлер.

**Кіріспе.** Сәірдің 12 жұлдызы - ғылым күні және есіміне ие болып отырған ҚазҰТЗУ нің Қ.И.Сәтбаевтың туған күнінде өткілітін дәстүрлі Халықаралық Сәтбаев оқуларыларына қатысып отырмыз. Сонымен қатар, осы конференция аясында Сәтбаевпен бірге қажымай-талмай жер қойнауын зерттеген Ақжан әл-Машанидің туғанының 115 жылдығы атап өтілуде. Осындай атаулы ғалымдардың өмір жолдарына арналған конференцияға қатынасу, еңбектерін насихаттау, осы саладағы ғылым мен техниканың жетістіктерінен хабардар болу біз үшін зор мәртебе.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** Алматы қаласы – әлемнің ең қарқынды дамып жатқан мегаполистерінің бірі. Қала құрылысының бірегей жобалары қарқынды орындалып, дәйекті түрде ауқымды әлеуметтік бағдарламалар жүзеге асырылып жатыр. Соның бірі транспорттың жер асты түрлерінің ішіндегі ең үздігі метрополитен. Алматы қаласында халық жоғары тығыздығына қарамастан қоғамдық транспорт желісі жеткіліксіз дамыған. Жолдарда ұзақ уақытқа созылған

кептелістер жиі болып тұрады, әлбетте ол ауаның газбен бүлінуіне алып келеді. Бұл қала экологиясының нашарлауының бірден бір себебі. Сондықтан, Алматы қаласының метрополитені көптеген мәселелердің шешімі болып табылады. Оның желісін жобалау 1983 жылы басталды. Қазіргі уақытта метрополитеннің құрылысы бітіп, пайдалануға бір желісі жіберілген.

Алматы қаласы метрополитеннің бірінші кезегі Кіші Алматы, Есентай және Үлкен алматы өзендерінің өзен аралығының шығу конусының еңіс жазықтығы шекарасында орналасқан. Беттің солтүстікке ылдильғы  $5^{\circ}$ - $7^{\circ}$ , батысқа  $2^{\circ}$ - $3^{\circ}$ . Бірінші кезеңнің бағыты солтүстіктен оңтүстікке қарай Райымбек даңғылынан Фурманов көшесіне дейін және шығыстан батысқа қарай Абай даңғылы бойымен жүріп жатыр (1- сурет).



Сурет 1 - Алматы қаласы метрополитенінің схемасы

Бұл желінің құрылыс ұзындығы 8,3 км, депоға дейінгі тармақсыз. 2011 жылғы мәліметтер бойынша станциялар саны – 7: Райымбек, Жібек Жолы, Алмалы, Абай, Байқоңыр, Әуезов а. драмтеатр, Алатау. Осыған байланысты, жер бетінің және онда орналасқан ғимараттардың деформациясын бақылау кезіндегі геодезиялық жұмыстар метро салуда кеңінен қолданылады.

Метрополитенді апатсыз пайдалану үшін, соның аймағындағы жер беті деформациясының дамуының үздіксіз және жоғары дәлдікті геодезиялық бақылаулары қажет. Мәселен, 2,а-суретте Жібек жолы стансасының және жер бетінде орналасқан ғимараттардың (2,б-сурет орнықтылығын қамтамасыз ету үшін геодезистер өте жоғары дәлдікпен өлшеу жұмыстарын ақаруға міндетті.



Сурет 2 - а-Жібек жолы стансасы; б-жер бетіндегі ғимараттар

Осыған байланысты, жер бетінің және онда орналасқан ғимараттардың деформациясын бақылау кезіндегі геодезиялық жұмыстар метро салуда кеңінен қолданылады. Метрополитенді апатсыз пайдалану үшін, соның аймағындағы жер беті деформациясының дамуының үздіксіз және жоғары дәлдікті геодезиялық бақылаулары қажет. Бақылау жұмыстары ғимараттардың ірге тастына қабырғалық (3-сурет) және жерасты құрылыстарының төбесіне арнайы реперлер орнатылып, оларды жүйелі түрде аспатық қадағалап отырудан тұрады. Жер беті деформациясын бақылау жұмыстарына жаңа әдістер мен амалдарды енгізу, өлшемдер нәтижелерін өңдеудің жаңа әдістемесімен бірге жүру керек. Тек мәселенің кешенді шешімі ғана барынша көп тиімділікке жетуге мүмкіндік береді және қазіргі талаптарға сай болады.

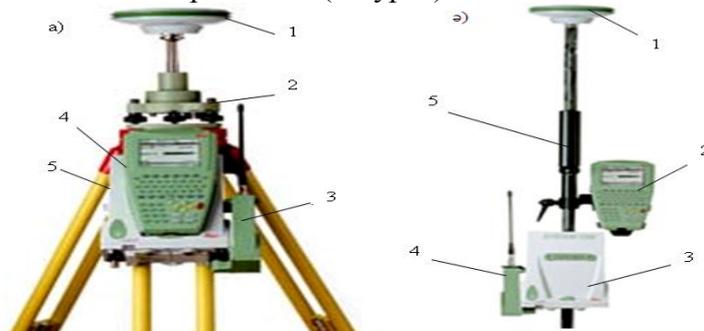


Сурет 3 - Қабырғалық репер

Метрополитендегі жүргізілетін геодезиялық жұмыстар негізінен трасса бойында бағыт беру, жер бетіндегі нивелирлеу болып табылады. Осы аталған жұмысты бұрын жәй техникалық теодолитпен және нивелирмен жүргізген болса, осы күнгі дамыған заманның талабы бойынша, қазіргі заманғы аспапты пайдалану маңызды болып отыр.

Бүгінгі таңда геодезияда жер серіктік жүйе кеңінен қолданылуда. Соған байланысты, қазіргі кезде геодезия ғылымы мен өндірісі үлкен жетістіктерге жетуде. Ғылым мен техниканың дамуы көптеген дәлдігі мен өнімділігі жоғары тахеометр, GPS секілді геодезиялық өлшеу аспаптарының түр-түрін жасап өмірге енгізіп отыр.

GPS қабылдағыштармен бірге болатын программалардың көмегімен, өлшеу нәтижелерін өңдеп, алынған геодезиялық жүйелерді теңестіруге болады. GPS көмегімен геодезиялық жұмысты жүргізуде еңбек өнімі жоғарылайды (4-сурет).



Сурет 4 - а) Штативке орнатылған базалық станция: 1 – антенна; 2 – трегер; 3 – радиомодем; 4 – контроллер; 5- қабылдағыш (GPS1230); ә) қадаға орнатылған далалық ровер: 1- антенна; 2- контроллер; 3- қабылдағыш; 4 – радиомодем; 5 – қада.

Нүкте координатасын анықтау кезінде басқа жалпы қолданылатын геодезиялық аспаптарға қарағанда GPS пен сантиметрлік дәлдік деңгейі алынады. GPS-пен геодезиялық жұмысты тәулік бойы істеуге болады, сонымен қатар нүктелер арасы көрінбеген жағдайда жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

GPS қабылдағыштармен бірге болатын программалардың көмегімен, өлшеу нәтижелерін өңдеп, алынған геодезиялық жүйелерді теңестіруге және пункт координаталарын келесі түсірістерге есептеуге болады. GPS көмегімен геодезиялық жұмысты жүргізуде еңбек өнімі жоғарылайды.

Метрополитендегі аспаптық бақылауларды Leica Geosystems фирмасының роботталған электронды тахеометрлерімен жүргізу де қолға алынды және ол жерасты нысанының үш өлшемдік моделін алуға мүмкіндік береді(5-сурет).

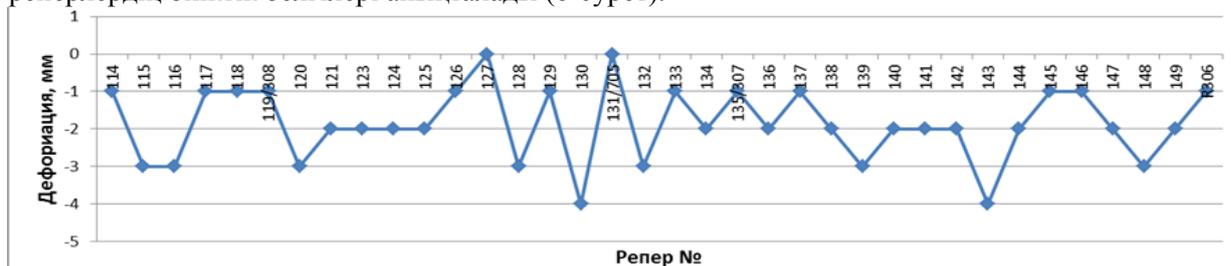


Сурет 5 - Роботталған электронды тахеометрлер:  
а- штативте орнатылған тахеомет; б- қазба төбесіне іліп қойған тахеометр

Қазіргі заманғы геодезиялық аспаптарды жоғарғы геодезия талатпына сай және технологиялардың өнімді деп айтса болады. Оның құрамына соңғы жетілдірілген электроника, оптика, т.б. ғылымдардың жетістіктері кіреді.

Ал қазіргі қолданылып - отырған электронды тахеометриялық LEICA (Швейцария), NIKON, SOKKIA TOPCON (Жапония), TRIMBLEPRECISION (АҚШ), YOM3 (Ресей) аспап жасаушы компаниялары жатады. Заманға сай геодезиялық аспаптарын жылдан жылға жаңартуда. Солардың ішінде Trimble 3600 DR TCU, 5600 DR TCU және Trimble S6, Trimble M3 аспаптарының жаңа технологияларын айтуға болады.

Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы Алматы метрополитен аймағындағы жербеті және жерасты құрылыстарының орнықтылығын қамтамасыз ету мақсатында бақылау жұмыстарын заманауи аспаптады қолданып жүргізеді. Геодезиялық бақылаулар Leica фирмасының TS110, TS120 электронды тахеометрлері арқылы жүзеге асырылады. Нәтижесінде геодезиялық тораптың барлық пункттерінің пландық координаталары және реперлердің биіктік белгілері анықталады (6-сурет).



Сурет 6 - «Ауезов театры» станциясы төңірегіндегі реперлер деформацияларының графигі( 2009-2014 жж аралығында)

**Қортынды.** Сөйтіп, Алматы қаласында халық тығыздығы жоғары болғандықтан, қоғамдық көліктердің ішінде метрополитеннің орны ерекше, ол көп мәселелердің шешімін табады. Метро құрылысы жүріп жатқан кезде, жер бетінің және онда орналасқан құрылыстардың орнықтылығын мониторингтау геодезиялық жұмыстардың айырылмас бөлігі. Сондықтан, деформациялық мониторинг метрополитен құрылысында да барлық кезеңдеріндегі жауапты үрдіс болып табылады.

#### Әдебиет

1. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Маркшейдерлік-геодезиялық аспаптар. Оқулық.- Астана: Фолиант, 2013.-192 б.
2. Нұрпейісова М.Б. Ғарыштық геодезия. Оқулық. –Алматы: АВ. 2012.-250б.
3. Нұрпейісова М.Б., Мұстафаұлы Р. Алматы метрополитен аймағындағы ғимараттардың орнықтылығын бақылауда заманауи аспаптарды қолдану// "Сәтбаев оқулары» материалдары. – Алматы: ҚазҰТУ, 2014.-С.215-218.

#### А. Кыланова

##### Наблюдение за деформациями сооружений в зоне «Алматыметрополитена»

**Андатпа.** В статье рассмотрено всестороннее применение современных приборовпри наблюдении за деформациями наземных зданий и подземных сооружений в зоне влияния строительства

Алматыметрополитен", оценки технического состояния инженерных сооружений, повышения точности проводимых геодезических работ и приведены результаты наблюдений.

**Ключевые слова:** метрополитен, деформации, здания и сооружения, GPS-технологии, электронные тахеометры, цифровые нивелиры.

**A. Kylanova**

### **Monitoring of deformations of structures in the «Almatymetopolitena» zone**

**Abstract.** The article considers the comprehensive application of modern instruments for monitoring the deformations of ground buildings and underground structures in the zone of influence of the construction of Almatymetropolitan, assessing the technical condition of engineering structures, improving the accuracy of geodetic works, and presents the results of observations.

**Keywords:** metro, deformations, buildings and structures, GPS-technologies, electronic total stations, digital levelers.

ӨӘЖ 528.3

**Г.М. Қырғызбаева, Ә.М. Абенов**

*Ғылыми жетекшісі – Г.М. Қырғызбаева т.ғ.к. Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан.  
[alisher\\_m\\_abenov@mail.ru](mailto:alisher_m_abenov@mail.ru)*

### **АЭРОФОТОТҮСІРІС НӘТИЖЕСІНДЕ ОРТОФОТОПЛАНДЫ ӨНДЕУ ПРИНЦИПТЕРІ**

**Аннотация.** Мақалада жергілікті жерді не ауданды аэрофототүсіріс жасау принципі көрсетілген. Мақалада Қостанай облысы, Амангелді ауданының ортофотопланы, аэрофототүсіріс және оның құрамдас бөліктері туралы мәлімет берілді.

**Түйін сөздер.** Аэрофототүсіріс, Ұшқышсыз ұшу аппараты, ортофотоплан, жергілікті жердің цифрлы моделі, 3D моделі, пландық түсіріс, перспективті түсіріс, бойлық және көлденең жабынды, GNSS қабылдағышпен байланыс.

Аэрофототүсіру - белгілі бір биіктіктен жер бетін суретке түсіру. Түсіру ұшқышпен немесе ұшқышсыз ұшу аппараттарына (ҰҰА) орнатылған камера көмегімен жүзеге асырылады. Аэрофототүсіріс қысқа мерзімде және минималды қаржылық шығындармен жоғары ажыратымдылықтағы суреттер мен барлық қажетті ақпаратты алуға мүмкіндік береді[1].

Аэрофототүсірісті басқаша айтсақ, белгілі бір аймақ бетін координаталық мәліметтерге сілтеме жасай отырып суретке түсіру және аздап қабаттасып қалыптасқан рельефтік кескіндер жасау деп түсінеміз. Қолданылатын перспективаға байланысты аэрофототүсіру екі түрге бөлінеді:

1. Жоспарланған - камераның бағытымен жер бетіне қатысты тігінен төмен бағытталған. Жоспарлы аэрофототүсірілім нәтижесінде ортогональды проекцияда жасалған жалпақ суретпен фотосуреттер алынады, бұл биіктіктерді ескермей, жазықтықтағы әртүрлі объектілердің өзара орналасуын анықтауға мүмкіндік береді.

2. Перспективалық немесе шолу аэрофототүсірілім, камераның орналасқан жерінде көкжиекке қарай берілген бұрышпен. Түсірудің бұл түрі аксонометриялық проекцияда үш өлшемді кескіндерді алуға мүмкіндік береді, мұнда пайдаланушы ғимараттардың шатырларын ғана емес, олардың бүйірлік беттерін де көре алады(1-сурет). Осының арқасында заттардың нақты пішінін және рельефтің бұзылуының биіктігін анықтауға болады[2].

Аэрофототүсіріс нәтижесінде қандай өнімдер алуға болады?

Ұшқышсыз ұшу аппараттары мен жабдықтардың мүмкіндіктері аэрофототүсіріс өнімдерінің кең спектрін ұсынады, соның ішінде:

1. Ауданның ортофотопланы – бұл нақты геодезиялық негізде жер бетінің нақты көрінісін қалпына келтіретін жер бедерінің жоспары(2-сурет).

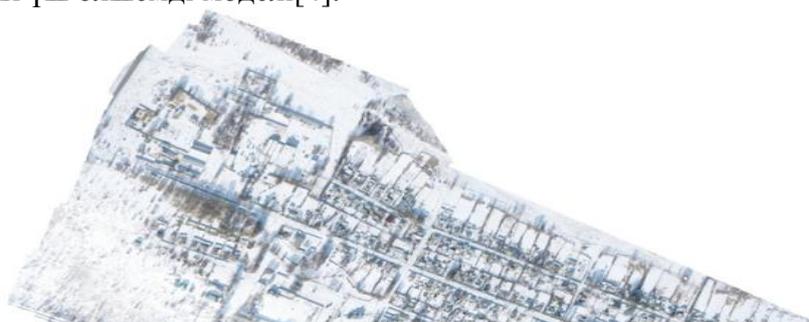
2. NDVI түсіріс – өсімдіктер мен дақылдардың денсаулық дәрежесін көрсететін ауданның ортофотопланы[3].

3. Жердің сандық моделі – бұл ондағы барлық объектілерді ескере отырып, үш өлшемді жер бедері моделі.

4. Сандық биіктік моделі – бұл жер бетіндегі биіктіктердің картасы, онда орналасқан

объектілерді ескермейді.

5. Жердің 3D моделі – дәл геодезиялық негізге сүйене отырып, жер бедерінің немесе объектілердің нақты үш өлшемді моделі[4].



Сурет 1 - Амангелді ауданы ортофотопланы

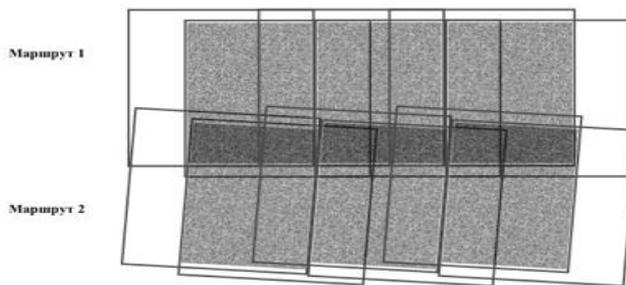


Сурет 2 - Амангелді ауданы ортофотопланы. 1-сурет жалғасы

### Аэрофототүсіріс параметрлері

Ұшу аппараты	GNSS қабылдағыш	Ұшу жылдамдығы	Ұшу биіктігі	Көлденең және бойлық жабынды
DJI Phantom 4 Pro version 2.0	Trimble R12	5 м/с	75 м	80/70%

Аэрофототүсіріс Қостанай облысы Амангелді ауданында жасалды. Түсіріс нәтижесінде геодезиялық негізге бекітілген план, яғни ортофотопланға қол жеткізілді. Аэрофототүсіріс ауа райының қолайлы мезгілінде жасалуы тиіс. Қар, жаңбыр қолайсыз мезгілде аэрофототүсіріс жасау мүмкін емес. Мүмкін болған жағдайда өте қиынға соғады. Өндірістік шығынға әкеп соғуы мүмкін.

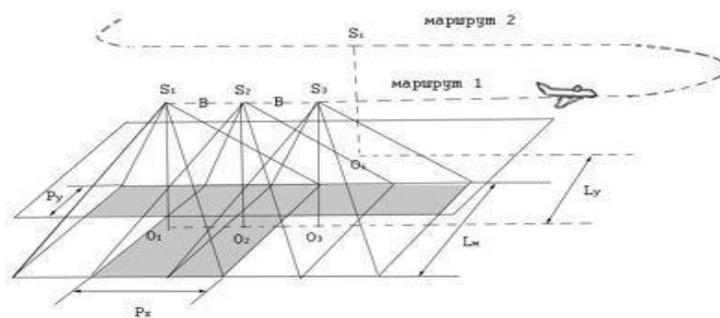


Сурет 3 - Көлденең және бойлық жабынды

Бір маршруттың көршілес аэрофотосуреттері арасындағы бойлық қабаттасудың мәні әдетте 55-70% шегінде, ал көлденең қабаттасу 20% кем емес болуы тиіс(3-сурет).

Ал біздің жағдайымызда бойлық жабынды 80%, көлденең жабынды 70% ды құрайды. Яғни талаптарды толықтай сақтап отыр[5].

Жұмысқа кіріспес бұрын олар барлық қажетті жабдықты, материалдарды және ұшу кестелерін тексереді және ұшу тапсырмаларына сәйкес ұшу кестесін жасайды (зерттеу маршруттарынан өтеді), содан кейін түсіру параметрлерінің барлық қажетті есептеулерін тексереді(4-сурет).



Сурет 4 - Алаңдық түсіріс

Түсіріс үшін қолданылған ұшу аппараты DJI Phantom 4 Pro version 2.0(5-сурет).



Сурет 5 - DJI Phantom 4 Pro version 2.0 ұшу аппараты

DJI Phantom 4 Pro version 2.0 дронының керемет ұшу өнімділігі, 20 мегапиксельді Exmor R CMOS сенсоры және механикалық ысырмасы бар жоғары сапалы 4K камерасы, кедергілерді болдырмауға арналған бес оптикалық сенсоры және жеңіл магний-титан қорытпасы корпусы бар. Квадрокоптер спорттық режимде 72 км / сағ дейін жылдамдықты көтере алады және ауада жарты сағатқа дейін болады(5-сурет).

DJI Phantom 4 Advanced коммуникаторды орнатуға арналған қондырғысы бар ыңғайлы қашықтан басқару пультімен келеді. Енді сіз ұшуды бірінші адамнан басқара аласыз, ал дамыған Lightbridge сигнал беру жүйесі 7 км-ге дейінгі қашықтықта 30 кадр / с жылдамдықта 720р суретті сапалы жеткізуді қамтамасыз етеді[6].

#### Әдебиет

1. <https://www.flycam24.ru/obshhaya-informatsiya-ob-aerosemke/istoriya-aerofotosemki/>
2. <https://infourok.ru/kosmicheskaya-syomka-vidi-i-svoystva-kosmicheskikh-snimkov-primenenie-ih-v-kartografii-3172107.html>
3. [https://www.bygeo.ru/materialy/chetvertyi\\_kurs/distancionnue-metodu-gybin-chtenie/2220-infrakrasnaya-semkaradiolokacionnaya-semka-geologicheskaya-informativnost-aerokosmicheskikh-snimkov.html](https://www.bygeo.ru/materialy/chetvertyi_kurs/distancionnue-metodu-gybin-chtenie/2220-infrakrasnaya-semkaradiolokacionnaya-semka-geologicheskaya-informativnost-aerokosmicheskikh-snimkov.html)
4. <https://habr.com/ru/post/347344/>
5. <http://planetology.ru/panoramas/lunokhod2.php?language=russian>
6. <https://dronomania.ru/dji/phantom-4-pro-v2-0.html>

**Г. М. Кыргызбаева, А. М. Абенев**

#### **Принципы обработки ортофотоплана по результатам аэрофотосъемки**

**Аннотация.** В статье описан принцип аэрофотосъемки местности или местности. В статье представлена информация об ортофотоплане Амангельдинского района Костанайской области, аэрофотосъемке и ее составляющих.

**Ключевые слова.** Аэрофотосъемка, беспилотный летательный аппарат, ортофотоплан, цифровая модель местности, 3D модель, плановая съемка, перспективная съемка, продольное и горизонтальное покрытие, связь с приемником GNSS.

**G. M. Kyrgyzbaeva, A. M. Abenov**

#### **Principles of orthomosaic processing based on aerial photography results**

**Abstract.** The article describes the principle of aerial photography of terrain or terrain. The article provides information about the orthophotomap of the Amangeldy district of the Kostanay region, aerial photography and its components.

**Keywords.** Aerial photography, unmanned aerial vehicle, orthophotomap, digital terrain model, 3D model, planned survey, perspective survey, longitudinal and horizontal coverage, communication with a GNSS receiver.

УДК 528.3

**А.Н. Мажит**

*Научный руководитель – Нурпеисова М.Б. д.т.н., профессор, Satbayev University, г.Алматы, Казахстан*

[altynay.mazhit@bk.ru](mailto:altynay.mazhit@bk.ru)

## **О ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДАХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА УСТОЙЧИВОСТЬЮ БОРТОВ КАРЬЕРА**

**Аннотация.** В статье рассматривается информация о непосредственном влиянии деформации бортов карьера на ход работ карьера. Излагается система геодезического наблюдения за процессом, факторы влияющие на изменение бортов карьера и мониторинг процесса в целом. Фактор, относящийся к важнейшим разделам правил безопасности в карьере, устойчивость бортов карьера является актуальной проблемой на производстве, так как устойчивость бортов зависит от индивидуальных факторов. Ведь заранее определенная и устраненная причина возникновения деформаций позволяет предотвратить серьезные аварии, сделать эксплуатацию объекта более безопасной.

**Ключевые слова:** месторождение, карьер, деформации бортов карьера, факторы, устойчивость бортов, мониторинг, геодезические наблюдения.

**Введение:** Имя Каныша Имантаевича Сатпаева - крупнейшего государственного деятеля и организатора науки в Казахстане, академика, первого президента Казахской Академии наук, лауреата Ленинской и Государственной премий, неутомимого исследователя широко известно всему миру. Обычные будни мы вспоминаем К.И.Сатпаева, но 12 апреля для нас обучающихся Satbayev University особенный день. Это день рождения К.И.Сатпаева, это день Науки. Оценивая роль и переосмысливая его вклад в создании прогнозной карты месторождений, где он доказал, что от строения земной коры зависит и размещение месторождений полезных ископаемых. Работая по этой карте, геологи до сих пор продолжают открывать богатства недр нашей республики.

**Основное содержание.** В настоящее время в Республике около 80% всех объемов добычи осуществляется с применением более экономичного и безопасного открытого способа разработки, и эта отрасль развивается за счет использования высокопроизводительной технологии и увеличения глубины карьеров с применением новых технологических решений. В этих условиях особую актуальность приобретает задача обеспечения устойчивости бортов карьеров [1,2].

Многие открытые горные работы разработки Казахстана сопровождаются деформациями прибортовых массивов. Деформационные процессы представляют собой продолжительные по времени последовательные события, начиная от их возникновения и кончая результатами. Для решения этой проблемы необходимо изучить причины деформаций прибортовых массивов. На карьерах различают следующие основные виды нарушений устойчивости уступов: осыпи, обрушения, оползни, просадки и оплывины.

Осыпи (рис.1.а)- постепенное скатывание отдельных кусков и сыпучих масс к основанию откоса. Они характерны для всех видов горных пород. Такое перемещение происходит в том случае, когда угол откоса больше угла естественного откоса и отсутствии сцепления пород.

Обрушения (рис.1,б) - быстрое смещение породных масс по поверхностям скольжения, которыми могут являться поверхности, ослабленные тектоническими нарушениями и трещиноватостью. Активная стадия обрушений протекает практически мгновенно, поэтому они очень опасны для людей и механизмов, работающих на нижележащих уступах.

Оползни (рис.1.в) - медленное смещение породных масс по пологой поверхности. Оползание массива происходит по поверхности скольжения в виде плавной кривой в нижней части, а вверху заканчивающейся вертикальной трещиной отрыва глубиной  $H_{90}$ . При этом сползший блок обычно

полностью разрыхляется и приобретает способность к поглощению воды, и в дальнейшем может перейти в оплывину.

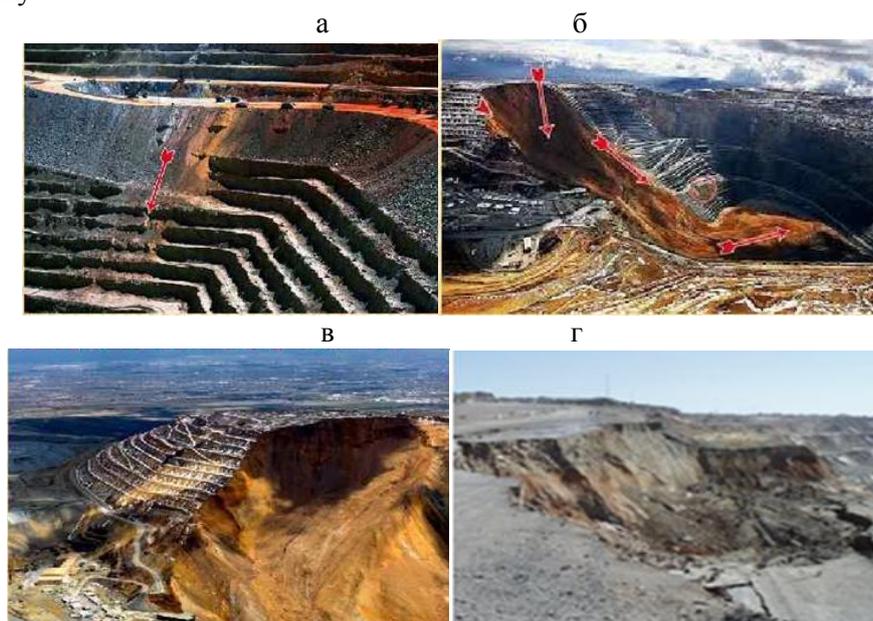


Рисунок 1 - Деформации бортов карьеров

Просадки (рис.г) - вертикальное опускание прибортовых участков рыхлых породных масс без образования сплошной поверхности скольжения. Они возникают в результате уплотнения отвальных пород, их увлажнении атмосферными осадками.

На устойчивость откосов существенное влияние оказывают геологические и гидрогеологические условия, в которых функционирует карьер и две группы факторов (природных и горно-технических):

- Геологические условия включают состав, структурно-тектоническое строение и свойства горных пород.
- Гидрогеологические условия воздействуют как на прочность массива горных пород, так и на условия их деформирования. Эффективность влияния этой группы условий зависит от характеристик подземных и поверхностных вод и условий среды.
- В группу природных факторов входят атмосферные осадки, температурный режимы района и силы ветра;
- Существенно на устойчивость прибортовых массивов влияют горно-технические факторы, среди которых наибольшее значение имеет способ производства взрывных работ (БВР), так как после взрыва в некоторой части массива его прочность не превышает 20-25% естественной.

Известны три направления изучения устойчивости бортов карьеров: натурные инструментальные наблюдения, лабораторные (моделирование) и аналитические исследования. Метод натурных инструментальных наблюдений играл важную роль в первых этапах исследований, и он не утратил своего значения в настоящее время. Теоретические исследования и моделирование помогут более эффективно использовать данные инструментальных наблюдений и сократить их объем.

Геодезические инструментальные наблюдения за деформациями откосов карьеров. Инструментальные геодезические наблюдения являются основным средством получения информации о деформациях бортов карьеров и отвалов и наиболее надежной основой для прогноза их устойчивости (рис.2). Рекомендации по созданию наблюдательных станций и методикам наблюдений изложены в разработанной ВНИМИ «Инструкции по наблюдениям за деформациями бортов, откосов уступов и отвалов на карьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости» [2].



Рисунок 2 - Методы наблюдений за устойчивостью бортов карьера

Чтобы учесть влияние различных факторов на устойчивость бортов, профильные линии наблюдательной станции обычно закладывают в различных горногеологических условиях (рис.3).

Анализ методов инструментальных наблюдений за состоянием карьерных откосов показывает необходимость их дальнейшего совершенствования с использованием современных геодезических средств на примере лазерного сканирования, электронной тахеометрии, фотограмметрии, глобальных спутниковых систем, современных информационных технологий и радарной интерферометрии.

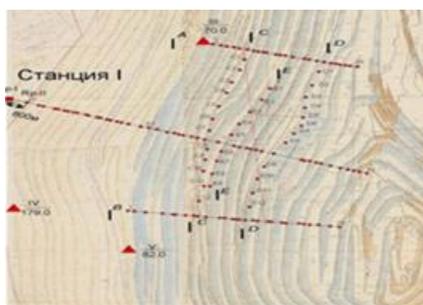


Рисунок 3 – План наблюдательной станции

Геодезические наблюдения за деформациями бортов, откосов уступов на карьерах значительной глубины выполняются с использованием электронных приборов и программных продуктов, что позволяет внедрять полуавтоматическую и автоматическую систему наблюдений. Автоматическая системы – это современная программа системы мониторинга состояния прибортового массива. Помимо программного обеспечения для эффективного использования автоматизированной системы необходимо выполнить ряд технических условий (рис.4): выбор место расположения и установки измерительной будки; конструкция стойки для инструмента; расположить правильно наблюдаемые и контрольные точки.

Измерительная будка применяется для защиты инструмента и помогает поднять точность измерений за счет устранения негативного влияния окружающей среды.

Наблюдательный инструментальный столбик (рис.4) представляет собой металлический или бетонный столб длиной от 2,2 до 2,5 метра, забетонированный на глубину до 1,0 метра. На верху столба устраивается горизонтальная площадка со станковым винтом, для закрепления на нем трегерной подставки прибора. Нижняя часть столбика (трубы) в скважине бетонируется, далее скважина заполняется шлаком и вверху бетонируется.



Рисунок 4 - Автоматический наблюдательный пункт на карьере Васильковский

Таким образом, в результате натуральных наблюдений создается база данных (БД) о деформации горно-геологических объектов карьера, меняющихся во времени в пространстве.

**Выводы.** Современные карьеры характеризуются большим многообразием составляющих объектов различной природы, взаимосвязанные между собой. Поэтому обеспечение устойчивости бортов карьеров невозможно без инструментальных наблюдений и применения ГИС технологий при моделировании.

#### Литература

1. Нурпеисова М.Б., Ковров А.С. Управление устойчивостью крпьерных откосов.-Д.: Литограф, 2016.-363 с.

2. Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М., Бек А.А. Мониторинг техногенных систем (монография).- Deutschland: LapLambert,, 2016.- 113 с.

3.Использование современных приборов при мониторинге природно-технических систем / Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М., Айтказинова Ш.К.,Бек А.А. /горный журнал Казахстана.- 2013.-№1(3).-С.10-14.

4.Бек А., Volobueva O., Nurpeisova M.Modeling of rock mass fractured using GIS Technology// Горный журнал Казахстан. Алматы .2017.№4.-С.16-18.

#### А.Н. Мажит

##### Карьер беткейлерінің орнықтылығын бақылаудың геодезиялық әдістері жайлы

**Андатпа.** Мақалада карьер беткейлерінің орнықтылығы карьердің жұмыс барысына тікелей әсері жайлы мағұлмат келтірілген. Бұл процессті геодезиялық бақылау жүйесі , карьер беткейлерін өзгеріске ұшырататын факторлар және жалпы процесстің мониторинг жұмыстары баяндалады .Карьердегі қауіпсіздік ережелерінің аса маңызды тарауларына жататын фактор , керьер беткейлерінің орнықтылығы өндірістегі өзекті мәселе,себебі, карьер беткейлерінің орнықтылығы өзіндік жеке факторларға байланысты.Деформацияларды алдын-ала отырып , ауыр апаттарды болдырмауға , объектінің жұмысын қауіпсіз етуге мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** кен орны, карьер, беткейдің деформациялануы, факторлар, беткейдің орнықтылығы, мониторинг, геодезиялық бақылау.

#### A.N. Mazhit

##### On geodesic methods of observing the stability of quarry sides

**Abstract.** The article deals information about the direct impact of deformation of the sides of the quarry on the course of work of the quarry. The system of geodetic observation of the process , factors of influence on the change of the sides of the quarry and monitoring of the process as a whole are described.

A factor related to the most important sections of the safety rules in the quarry, the stability of the sides of the quarry is an actual problem in production, since the stability of the sides depends on individual factors.After all, a pre-determined and eliminated cause of deformations can prevent serious accidents, make the operation of the object safer.

**Keywords:** copper deposit, geological map, seismic exploration, Geodynamic polygon, geodetic support

ӘОК 622

#### Н. Мақсұтов

*Ғылыми жетекшісі - Құттыбаев А.Е. асоц.профессор  
Satbayev University, Алматы қаласы,Қазақстан  
[mre19007@gmail.com](mailto:mre19007@gmail.com)*

## ҚАРАЖЫРА КЕН ОРНЫНДАҒЫ ТАУ-КЕН ЖҰМЫСТАРЫН МАРКШЕЙДЕРЛІК ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

**Андатпа.** Мақалада Қаражыра кенорнының географиялық орны, геологиялық-тектоникалық жағдайы және 40 жыл бойы ядролық сынақ жүргізілген Семей полигонының аумағында жүргізіліп жатқан тау-кен жұмыстары жайлы мәлімет келтірілген. Қаражыра кен орнының Шығыс Қазақстан облысының дамуындағы алар орнына көңіл аударылған. Карьердегі тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуде атқарылатын маркшейдерлік жұмыстар мен онда қолданылатын заманауи аспаптар туралы мәлімет берілген.

**Түйін сөздер:** кенорны, геология, тау жыныстары, тау-кен жұмыстары, маркшейдерлік түсірістер, маркшейдерлік аспаптар.

**Кіріспе.** Қазақ халқының ұлы ғұлама ғалымдары Қ.И.Сәтбаев пен А.Ж.Машанов қажымай-талмай жер қойнауын зерттеген жандар. Жылда сәуірдің 12жұлдызында сөтетін дәстүрлі Халықаралық Сәтбаев оқуларылары, біріншіден Қаныш Имантайұлының туған күні, екіншіден Қазақстандағы ғылым күніне арналған. Биылғы жылы осы атаулы конференция аясында ҚазПТИ (қазіргі ҚазҰТЗУ) дың «Маркшейдерия» кафедрасын 30 жыл басқарған және әл-Фараби мұраларын зерттеуден әлемге әйгілі болған Ақжан әл-Машанидің туғанының 115 жылдығы атап өтілуде. Осындай атаулы ғалымдардың өмір жолдарына арналған конференцияға қатынасу, еңбектерін насихаттау, осы саладағы ғылым мен техниканың жетістіктерінен хабардар болу біз үшін зор мақтаныш.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** Қаражыра көмір кен орны — Шығыс Қазақстан облысы Абай ауданында, Семей қаласынан оңтүстік-батысқа қарай 110 км жерде, Семей полигонының «Балапан» сынақ алаңында орналасқан (1-сурет). Ғалымдар: Қаражыра көмірінің жылуы кезінде қалалар мен ауылдарда Семей полигонындай плутоний, америкий, тритий, стронций, цезий таралуы әбден мүмкін. Кейбір зерттеушілер Сынақ порлигоны жабылса да, аймақтың тұрғындары арасын қатерлі ісік аурулары санының, тамақ, өкпе және асқазан қатерлі ісігінің күрт өсуі осы Қаражыра кен орнымен байланысты деп мәлімдейді.

Десекте, «Қаражыра» карьері - бұл қазақстандық көмір өндіретін кәсіпорын. «Эксперт РА Қазақстан» рейтинг агенттігінің 2015 жылғы қорытындысы бойынша ол Қазақстанның ең ірі компаниялары тізімінде 167-орынды иеленген.



Сурет 1 - Қаражыра кен орнының орналасу картасы

Көмір қалыңдығы 300 м юраның қабаттарымен қоршалған, ауданы 10x15 км, солтүстік-батыстан оңтүстік-оңтүстікке қарай созылған жазық синклиналь түзеді. Өнеркәсіптік көмір өндірудің төменгі горизонты төменгі юра кезеңіне жатады, қалыңдығы 85-90 м және бес көмір қабатын қамтиды. Жоғарғы горизонт ортаңғы юра, қалыңдығы 55–80 м және үш көмір қабатын қамтиды. Горизонттардың арасындағы қашықтық 35-40 м құрайды. Шөгінділердің ортасындағы көмір қабаттары едәуір қалың, ал шеттерінде олар ұсақталып, жұқарады. Көмір қабаттарының қалыңдығы 1-3 және 5-13 м, кейде 17-33 м құрайды. Көмір қабаттарының тереңдігі 3-тен 265 м-ге дейін. Балапан алаңынан 9 шақырым жерде орналасқан кен орнының ауданы 21,4 км<sup>2</sup> құрайды. Көмірдің қоры 1,3 миллиард тоннаны құрайды. Көмір маркасы D. Метаморфталу дәрежесі бойынша қоңыр көмір тас көмір аралығында; күлділігі 14 – 19%, аз күкіртті (0,48%). Жанғыш массаның жылу бөлгіштігі 7,5 мың ккал/кг, гумин қышқылдарының шығымы 1 – 4,7%, шайырдың мөлшері 5,9 – 12,55%. Кен орны көмірінің күлділігі аз, қызуы жоғары энергетикалық және тұрмыстық отын болумен қатар, шайыр

шығымының біршама жоғарылығына байланысты химиялық-технологиялық шикізат ретінде де пайдалануға болады. Көмірдің 600 м тереңдікке дейін бағаланған қоры 1,56 млрд. т, оның басым бөлігі ашық тәсілмен өндіруге қолайлы.

Кен орны Шығыс Қазақстан облысының Жаңа-Семей ауданында Семей қаласынан 135 км оңтүстік-батыста орналасқан. Қаражыра кен орнының тауарлық көмір қоры 1 миллиард 231 миллион тоннаны құрайды. 2016 жылдың 10 маусымынан бастап «Қаражыра LTD» ЖШС «Қаражыра» АҚ болып қайта құрылды. «Қаражыра» АҚ өнімдері Қазақстан Республикасында ғана емес, көрші облыстарда да үлкен сұранысқа ие. Сапалы көмір, межелі жерге тез жеткізу, өзара түсіністік пен сыйластық - көмір шахтасының серіктестермен жұмысының негізгі қағидаттары.(2-сурет)



Сурет 2 -Қаражыра кен орнынан көмір жеткізу

Біздің тұрақты серіктестер - көмірді тұтынушылар:«Семей цемент зауыты» ЖШС, «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС, «Бұқтырма цемент компаниясы» АҚ, «Өскемен ЖЭО» АҚ «Согринская ЖЭО» ЖШС және басқа да ірі жылу көздері мен өндірістік кәсіпорындар. Коммуналдық сектордың бюджеттік ұйымдары мен жеке тұтынушылары.

Қаражыра карьері жағдайындағы тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуді зерделей келе оларды жүргізуге дәлдігі жоғары және көп уақыт алмайтын осы күнгі аспаптарды қолдану әдістемесін жасау қарастырылды. Өйткені тау-кен жұмыстарын жүргізудің дәлдігіне өте қатал талаптар қойылады. Бұл, өз кезегінде, осы күнгі аспаптарды қолданудың, маркшейдерлік түсірістердің әдістемесін жасауды талап етеді. Демек, бұл ғылыми жұмыстың пайдалы қорды игеруде тау-кен жұмыстарын жоғары дәрежеде маркшейдерлік қамтамасыз ететін ғылыми-техникалық маңызды мәселеге арналғандығының айқын дәлелі.

Электронды тахеометр – карьерлерде горизонталь бұрышты, горизонталь ара қашықтықты және өзара биіктікті өлшеуге арналған топографиялық электрондық – оптикалық аспап. Электронды тахеометр құрылымында кодтық теодолит пен шағын жарық қашықтық өлшеуіш біріктірілген. Көздеу нысанасы ретінде шағын габаритті призмалық шағылдырғышы бар арнайы қада қолданылады. Өлшеу процесі автоматтандырылған. Ара қашықтықты, горизонталь және вертикаль бағыттарды өлшеу нәтижелері, электрондық цифрлы таблода көрініп, бір мезгілде ақпаратты жинағышта тіркелуі мүмкін.

Қазіргі таңда заманауи электронды тахеометрлердің қолдану саласына, дәлдігіне және орындалатын функциясына байланысты үш топқа бөлуге болады, олар:

- жәй электронды тахеометр;
- орташа класты электронды тахеометрлер;
- роботталған тахеометрлер.

Жәй электронды тахеометр – бұл аспап дәстүрлі геодезиялық өлшеулерді (арақашықтық, биікайырым) орындауға арналған аспаптар. Деректерді ішкі жадыға немесе қосымша жадыға жазады. Мұндай аспаптардың бұрыштық қателігі 5"-6", ал арақашықтықтікі 3-5мм құрайды.

Екінші типті электронды тахеометрлерге орташа класты аспаптар жатады (Leica, Nikon, Trimble). Олар карьердегі геодезиялық тораптарды дамыту, жобадан жергілікті жерге көшіру өлшеулері, тура және кері геодезиялық қиылыстыру есептерін шешуде қолданылады, бұрыштық дәлдігі 1"-тан 5"- аралығында.

Тахеометрлердің үшінші типіне роботталған тахеометрлерді жатқызуға болады..

Тахеометриялық түсірісті орындауға ең қолайлы болып Leica TS15P электронды тахеометрі(3-сурет) саналады, бұл тахеометрдің таңдалуы төменде көрсетілген техникалық көрсеткіштеріне негізделген.



Сурет 3 - Leica TS15P электронды тахеометрі

Leica TS15P тахеометрі түсіру және бөлу жұмыстарын роботталған режимде орындауға арналған. Мұнда жұмысты орындаушы орнатылған радиосы бар Leica Viva CS далалық контроллер қолдана отырып тахеометрді қашықтықтан басқарады. Контроллер шағылыстырғышпен таяқшада орналастырылады. Тахеометр соның бағытына бұрылып отырады, соның нәтижесінде нәтижесінде барлық жұмысты жалғыз адам жүргізеді.

Түсірудің пландық-биіктік негізі, түсірудің екі түрі де үшін, толықтырылып пландық-биіктік торлары негізінде трилатерация және геометриялық нивелирлеу әдістерімен құрастырылады.

Қаражыра карьерінде қолданбаса да, қазіргі заманға сай, маркшейдерлік-геордезиялық аспаптарды жылдан-жылға жаңартып жасап келе жатқан американдық Trimble және жапондық Nikon, Topcon фирмаларының электронды тахеометрлерін атап өтуге болады.

Американдық Trimble электронды тахеометрі лазерлі көрсеткішпен қамтамасыз етілген. Сәулесіз қашықтық өлшеуіштер жұмысты жеңілдетіп, қарапайым қашықтық өлшеуіштің көмегімен түсіру мүмкіндігі болмаған жағдайларды, күрделі нысандарды түсіруге көмек береді. Сонымен қатар, 3600 сериясының «High-End Total Station» Trimble 3603 / 3605 тахеометрлері теменгі температурада пайдалануға мүмкіншілік береді (-35°C-тан +50°C- дейін).

Жапонияның *TOPCON* корпорациясы - бүкіл элемге танымал *оптикалық-электронды* аспаптарды жасаушы фирма. Кептеген жылдар бойы *TOPCON* корпорациясы аспаптар саласына айрықша жаңалықтар енгізді, қазіргі таңда барлық элемде жоғарғы сапалы геодезиялық аспаптардың стандартына ие болып отыр.

Жапондық Nikon ДТМ 333/352 – NPL 602/652 серияларының тахеометрлері тахеометр геодезиялық және инженерлік жұмыстарды атқаруға лайықталып жасалған, салмағы жеңіл, сенімді, ыңғайлы және естеу қабілеті мен жұмыс өнімділігі жоғары. Nikon электронды тахеометрлері екі жағынан да толық функциялы әріптік сандық батырмалармен қамтамасыз етілген (4,ә-сурет).



Сурет 4 - а) Trimble фирмасының 3600 сериялы тахеометрлері  
ә) Nikon фирмасының тахеометрлері

**Қорытынды.** Қазіргі заманғы электронды тахеометрлер тек техникалық және конструкциялық сипатамаларымен ғана, ол әр түрлі салада қолданылуымен ерекшеленеді. Сондықтан тахеометрлерді арнайы бір тапсырманы шешуге байланысты талдауға болады.

Бұл кезде оның дәлдігі мен өлшеу қашықтығы ереше роль атқарады. Мысалы, көптеген далалық жұмыстарда жай механикалық тахеометрлер қолданылады. Ал кейбір күрделі жағдайларда, мәселен мұнай құбырлары магистральдарын жүргізу кезінде жарық шағылыстыратын құрылғыны автоматты түрде іздеп табатын роботтандырылған тахеометрлер қолданған өте тиімді.

#### **Әдебиет**

1. Электронные тахеометры. Обзорная информация, М., ЦНИГА и К. 2000. 41с.
2. Нұрпейісова М.Б. Маркшейдерлік іс (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2016.- 240 б.
3. Нұрпейісова М.Б. Ғарыштық геодезия (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2012.- 240 б.
4. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық және маркшейдерлік аспаптар (оқулық). Астана: Фолиант, 2013.- 192 б.

#### **Н. Максұтов**

##### **Маркшейдерское обеспечение горных работ на месторождении Каражыра**

**Аннотация.** В статье представлена информация о географическом положении, геологическом и тектоническом положении месторождения Каражыра и о горных работах на территории Семипалатинского полигона, где ядерные испытания проводятся уже 40 лет. Обращено внимание на роль месторождения Каражыра в развитии Восточно-Казахстанской области. Приведена информация о маркшейдерских работах, выполненных при обследовании горных работ в карьере, и используемом в них современном оборудовании.

**Ключевые слова:** месторождение, геология, горные породы, горные работы, маркшейдерские изыскания, маркшейдерские инструменты.

#### **N. Maksutov**

##### **Mine surveying support of mining operations at the Karazhyra deposit**

**Abstract.** The article provides information on the geographical location, geological and tectonic position of the Karazhyra field and on mining operations on the territory of the Semipalatinsk test site, where nuclear tests have been carried out for 40 years. Attention is drawn to the role of the Karazhyra field in the development of the East Kazakhstan region. The information on mine surveying performed during the survey of mining operations in the quarry and the modern equipment used in them is given.

**Keywords:** deposit, geology, rocks, mining, mine surveying, mine surveying tools.

УДК 622.528.3

#### **Д.С. Муханбеткарим, Қ.Н. Дербісов**

*Научный руководитель – Нурпейісова М.Б. д.т.н., профессор*

*Satbayev University, г. Алматы, Казахстан*

*[dmukhanbetkarim@gmail.com](mailto:dmukhanbetkarim@gmail.com)*

#### **О НАЗЕМНОМ ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ ПУНКТЕ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРИРОВАНИЯ**

**Аннотация.** В статье представлены информации о географическом положении, геологических условиях и геодезическом обеспечении медного месторождения «Восточная Сарыоба», расположенного в Улытауском районе. Рассмотрены эффективные способы закладки опорных пунктов геодезического полигона, создаваемых для сгущения Государственной геодезической сети и мониторинга медленных движений земной поверхности под влиянием горных работ. Приведена конструкция наземного пункта принудительного центрирования, позволяющая повысить производительность и точность геодезических измерений.

**Ключевые слова:** координаты, недра, геодезический пункт, центрирование.

**Введение.** Satbayev University ежегодно в 12 апреля проводит международные Сатпаевские чтения. Эта конференция посвящена, во-первых, к дню рождения Каныша Имантаевича, во-вторых, Дню науки в Казахстане. В этом году в рамках этой знаменательной конференции отмечается 115-летие со дня рождения Акжана Аль-Машани, который 30 лет возглавлял кафедру «Маркшейдерия»

КазПТИ (ныне КазНУТУ) и прославился на весь мир изучением наследия Аль-Фараби. Велики их заслуги перед страной. Оценивая роль и переосмысливая их вклад в создании и развитии ГКМ Казахстана, можно с уверенностью сказать, что многие их идеи актуальны и сегодня. Для нас - студентов Satbayev University участие в конференции является почитание и выражение нашей дани уважения великим ученым, великим сыновьям казахского народа.

**Основное содержание работы.** В настоящее время в Центральном Казахстане разрабатывается гигантское медное месторождение Сарыюба, (Восточная и Западная), расположенное в Улытауском районе в 30-35 км к северу от рудника Жезказган. Месторождение первое было открыто в 1938-1940 гг. и под руководством К.И. Сатпаева, где в рудном поле выявлено 11 рудных залежей, в составе которых разведано 109 рудных тел. Кроме того, они осложнены тектоническими нарушениями, что в значительной степени затрудняет их разработку[1].

При крупномасштабном освоении недр, как в Центральном Казахстане, изменяется геодинамический режим геологической среды. Геодинамические процессы создают условия неопределенности при разработке месторождений и могут вызывать крайне неблагоприятные отрицательные технологические, экологические и экономические последствия[2]. При таких условиях, обеспечение геодинамической безопасности региона, где длительное время разрабатываются такие месторождения, как Жезказган, Жаман Айбат, Жиландинская группа (Сарыюба, Кипшакпай, Карашошак, Итауыз, Жартас), осуществляется путем создания геодинамического полигона (ГДП), где проводятся повторные геодезические наблюдения.

Кафедра МДиГ Satbayev University проводит наблюдения за деформациями земной поверхности в Центральном Казахстане и определена граница горного отвода для разработки месторождения Восточная Сарыюба. Задачей инженерно-геодезических изысканий являлось выполнение комплекса полевых и камеральных работ, на которых остановимся подробнее.

Ведение наблюдений за состоянием массива горных на территории гигантского месторождения, занимающего большую площадь, состоящего из нескольких залежей и залегающих в различных глубоких горизонтах, требует создания высокоточного геодезического обоснования. Основой для создания сети геодезических пунктов служит топографическая карта местности (рис. 1).

Общая площадь горного отвода месторождения Сарыюба, которое было оставлено нам К.И.Сатпаевым, составляет 24 479 373,66 м<sup>2</sup>. Глубина горного отвода Восточной Сарыюба 510 м, абсолютная отметка - 60 м. По материалам существующей картограммы объекта и по существующим координатам подсчитана общая площадь, которая занимает 2447,94 га[3].

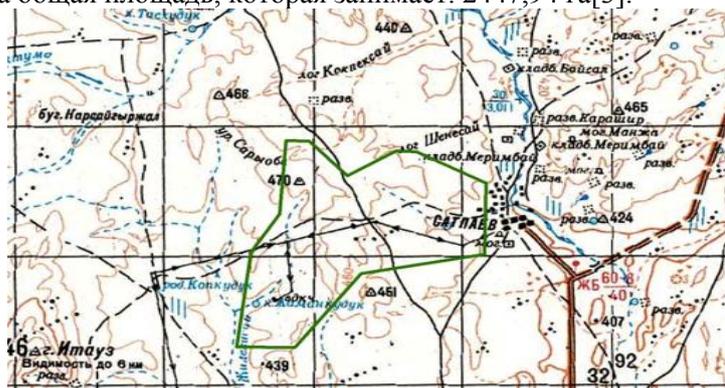


Рисунок 1 – Топографическая основа и граница горного отвода

Из рисунка видно расположение пунктов триангуляции (441, 465, 466, 470, 424, 451) государственной геодезической сети (ГГС). Опираясь на эти пункты ГГС проводится сгущение сети.

В практике мониторинга деформированного состояния земной поверхности при разработке месторождения и подработке сооружений используются различные типы опорных пунктов и рабочих нивелирных реперов. Многолетние инструментальные наблюдения показали трудоемкость полевых работ, особенно перенос современных электронных приборов и спутниковых технологий с одного пункта в другой комплект приборов (сам прибор, штатив, рейки и др.). В этой связи, для установки приборов и увеличения скорости измерительных операций, сотрудникам кафедры

Маркшейдерского дела и геодезии разработан постоянный пункт принудительного центрирования (ППЦ), устанавливаемый в узловых точках при ведении геомеханического мониторинга (рис.2).

Устройство относится к геодезическим центрам для установки новых приборов и сигналов. Цель изобретения – повысить точность центрирования, оперативность измерения при отсутствии штативов в пунктах стояния и наблюдения. Новое устройство позволяет обеспечить быстроту и точность центрирования, а также исключает применение штативов[8].

Предлагаемый наземный постоянный геодезический пункт содержит закрепленную в скважине и установленную вдоль её оси металлическую трубу. Верхний конец этой трубы боров перекрыт столиком принудительного центрирования геодезических приборов. Металлическая труба забетонирована в скважине. Полость этой трубы до нижнего уровня указанного проема заполнена бетонным раствором, а глубина ее закладки определяется уровнем максимального промерзания грунта.

Преимущества: Простота и высокая точность установки геодезического оборудования и ориентирования (без штатива). Пункт виден издали и хорошо заметен для мониторинге больших площадей.

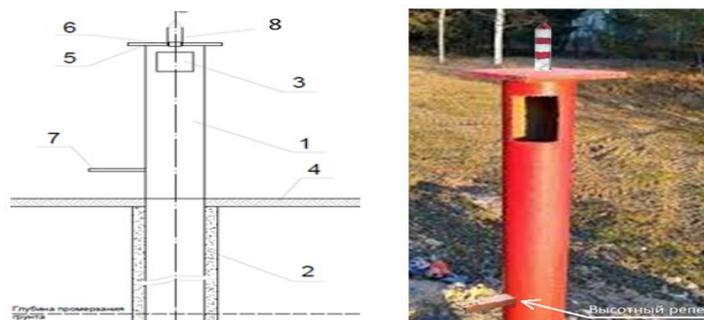


Рисунок 2 - Конструкция центров пунктов на ГДП, обеспечивающей принудительное центрирование приборов

Приведенный на рис.2, а наземный геодезический пункт состоит из металлической трубы-1 диаметром 110 мм, длиной 2500 мм, установленную вдоль скважины -2. Верхняя часть трубы 1 выполнена с проемом 3 для крепления станového винта к трегерам геодезических приборов и размещена над уровнем земной поверхности 4. Как показано на фиг.1, верхний конец металлической трубы 1 перекрыт металлической площадкой -5 размером 200x200x10 мм, по центру вполнено отверстие -6, диаметр которого совпадает с диаметром резьбовой части станového винта от штатива, чтобы не было люфта. Этим мы исключаем погрешность центрирования.

В верхней части металлической трубы 1, размещенной над уровнем земной поверхности 4, установлена дополнительная марка 7, предназначенная для установки на ней нивелирной рейки. Ориентирование на другие пункты геодезической сети используется визирная цель 8.

Техническая новизна созданных растворов подтверждены патентами РК на изобретение[4].

После закладки всех геодезических знаков ГДП был про веден комплекс геодезических работ с целью определения их плановых координат и высот в Балтийской системе высот. Геодезический прибор устанавливают на металлическую площадку 5 и используя проема 3, трегер прибора соединяется с центром наземного геодезического пункта с помощью станového винта. После этого сразу же приступают к измерениям, не центрируя геодезический прибор. Ориентирование на другие геодезические пункты осуществляется наведением на визирные цели 9, установленные на других пунктах. Т.к. исключена необходимость переносить штатив и геодезические приборы дополнительно не центрируются, то значительно повышается удобство эксплуатации пункта.

Требования к точности определения плановых координат и высот всех геодезических знаков были приняты согласно [3, п. 2.9, таблица 1] и приведены в таблице.

Таблица 1 - Требования к точности определения плановых и высотных координат

Наименование показателя	Значение показателя, мм
Средняя квадратическая погрешность определения плановых координат основных пунктов относительно пунктов спутниковой геодезической сети	20
Средняя квадратическая погрешность определения высот	3

Все эти работы осуществлялись с использованием современных геодезических технологий. При этом высокая эффективность геодезических работ достигается только посредством спутниковых технологий. Применение современных технических средств открывает широкие возможности для решения задач геодезического обеспечения разведочных и горных работ на качественно новом уровне.

Координаты геодезических и нивелирных «опорных» пунктов, а также глубинных нивелирных пунктов, оборудованные на базе скважин были определены на пунктах триангуляции 465, 466, 470, 424, 451.

Плановые координаты и предварительные высоты этих пунктов определялись спутниковым методом с помощью геодезического спутникового приемника Leica *GS16 3.75G*. (Рис.3).



Рисунок 3 -- Определение координат пунктов GPS-приемниками

Окончательные высоты реперов были определены методом геометрического нивелирования II класса с помощью цифровых нивелиров и штрих-кодовых реек. Для выполнения нивелирования II класса будет использован нивелир Trimble Dini03 (рис.12) с односторонними прецизионными штрих-кодовыми рейками длиной один, два и три метра (по две рейки). Рейки снабжены круглыми уровнями с ценой деления 10 мм, натяжение инварных полос –  $20 \pm 1$  кг. Для взятия отсчетов на стенных марках и реперах использовались рейки длиной 1 м.



Рисунок 12- Цифровой нивелир

На основе проведенных GPS измерений геодинимический полигон и маркшейдерская служба рудника Восточная Сарыоба были обеспечены опорными пунктами, координаты которых определены с высокой точностью.

**Выводы.** 1. Представлены геологические, структурные и тектонические особенности гигантского медного месторождения «Восточная Сарыоба» в Казахстане.

2. Проанализирован современный подход к постановке и выполнению наблюдений за геодинимическими и геомеханическими процессами на месторождениях твердых полезных ископаемых. Для установки высокоточных электронных и лазерных приборов при геомониторинге земной поверхности, авторами разработан наземный геодезический пункт принудительного центрирования, позволяющий обеспечить быстроту и точность центрирования, а также исключить применения штативов.

3. Обоснована необходимость использования для мониторинга огромной территории методов спутниковой геодезии, электронных тахеометров и цифрового нивелирования.

#### Литература

1. Рабочий проект. Отработка месторождения «Восточная Сарыоба», Жезказганский проектный институт, 2010.

2. Михайлова Н.Н., Узбеков А.Н. Тектонические и техногенные землетрясения в Центральном Казахстане // Известия НАН РК . Серия геологии и технических наук, №3, 2018. – С.137- 145.

3. Nurpeisova, M.B., M.Zh.Bitimbayev, K. B. Rysbekov, R., Derbisov K. Shults Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region// News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakh-stan-Series of Geology and Technical Sciences. 2020. Vol.6. P.194-202. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.147>

4. Патент РК №4700. Грунтовый репер для геодезических измерений /Нурпеисова М.Б., Доненбаева Н.С. и др.- Комитет по правам интеллектуальной собственности МЮ РК.- Астана, 12.03.2020.

**Д.С. Мұханбетқарым, Қ.Н. Дербісов**

**Мәжбүрлеп центрлеудің жербетілік геодезиялық пунктi туралы**

**Аңдатпа.** Мақала Ұлытау өңірінде орналасқан «ШығысСарыоба» мыс кен орнының географиялық орны, геологиялық жағдайы, геодезиялық қамтамасыз ету жағдайы жайлы мәлімет берілген. Мемлекеттік геодезиялық торапты жиілету және тау-кен жұмыстарының әсерінен жер бетінің жылжуын мониторингтеу мақсатымен құрылған геодинамикалық полигонның пункттерін орнатудың тиімді жолдары қарастырылған. Геодезиялы көлшеу жұмыстарының өнімділігін арттыруға және дәлдігін жоғарлатуға мүмкіндік беретін мәжбүрлеп центрлеу пунктiнiң конструкциясы келтірілген

**Түйін сөздер:** мыс кен орны, геология, геодезиялық торап, геодинамикалық полигон ,пункттер, мәжбүрлеп центрлеу, конструкция.

**D.S. Muhanbetkarim, Қ.N. Derbisov**

**About ground geodetic point of forced centering**

**Abstract.** The article provides information on the geographical location, geological conditions and geodetic support of the Eastern Saryoba copper deposit located in the Ulytau region. Efficient ways of laying the reference points of the geodynamic test site, created to thicken the State Geodetic Network and monitor the slow movements of the earth's surface under the influence of mining operations, are considered. The design of a ground station for forced centering is presented, which makes it possible to increase the productivity and accuracy of geodetic measurements.

**Keywords:** copper deposit, geology, geodetic network, geodynamic test site, points, forced centering, construction.

ӘОЖ 528.7.8

**Қ.А. Мұбарак**

*Ғылыми жетекшісі – Кыргызбаева Г.М. т.ғ.к., қауымдастырылған профессор*

*Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*

*[maral\\_99\\_99@list.ru](mailto:maral_99_99@list.ru)*

## **ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАҒЫ ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ДЕРЕКТЕРІН ӨҢДЕУ**

**Аңдатпа.**Қашықтықтан зондтау деректері (ЖҚЗ) геоақпараттық деректердің ең тиімді көзі болып табылады. Сондықтан да бұл мақалада жерді қашықтан зондтау туралы қысқаша мәлімет және де жерді қашықтан зондтау деректерін өңдеуге арналған геоақпараттық әдістердің қолданылуы ерекше көрсетілген. Деректерді жинау және интеграциялау ерекшеліктері ашылды.

**Түйін сөздер:** ЖҚЗ, ГАЖ, сандық модель, кескін, атрибут, карта.

Жерді қашықтықтан зондтау - жер бетін әр түрлі түсіруші құрал-жабдықтармен жабдықталған әуелік және ғарыштық құрылғылармен бақылау. «Жерді қашықтан зондтау» ұғымы әр түрлі камера, сканер, микротолқынды қабылдағыштар, радиолокаторлар және тағы да басқа құралдар арқылы электромагниттік сәулелерді өзіне жазу дегенді білдіреді.Қазіргі заманда теңіз түбі, жер атмосферасы, Күн жүйесі туралы ақпараттарды жинау мен жазу үшін қолданады. Ол өз қызметін теңіз кемелерінің, ұшақтың, ұшатын ғарыш құралдарының, телескоптың көмегімен іске асырады. [1]

Қашықтан зондтау деректері ГАЖ ақпаратын жанартып отырудың негізгі көзі болып табылады. Дүниежүзілік деректерді интеграциялау жүйесі ретінде ГАЖ-ға деген қызығушылықтың артуы ГАЖ

ақпараттық өнімдер нарығын кеңейту әдістерін іздеуді және ГАЗ-да ақпараттарды жинау мен өңдеу әдістерін жасауды анықтайды. ГАЗ-дағы даму тенденцияларының бірі - ГАЗ технологияларының өзара конвергенциясы және Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін өңдеу. [2]

Қазіргі уақытта қашықтықтан зондтау деректері (ЖҚЗ) геоақпараттық деректердің ең тиімді көзі болып табылады. ЖҚЗ технологияларында кескінді өңдеудің сандық әдістері жетекші рөл атқарады. 1-кестеде ГАЗ технологияларындағы қашықтықтан зондтау деректерін өңдеудің типтік схемасы көрсетілген. Цифрлық деректерді өңдеу кезеңдері ерекше бөлінген. [3]



Сурет 1 - ГАЗ технологияларындағы қашықтықтан зондтау мәліметтерін өңдеудің сызбасы

Өңдеудің бірінші сатысында спутниктен алынған мәліметтерді импорттау жүзеге асырылады немесе деректер сканерленеді.

Екінші кезең кескінді өңдеу жоспарын құру үшін деректерді міндетті түрде талдаудан тұрады.

Үшінші кезеңде кескіндер түзетіледі. Қажет болса, оны берілген картографиялық проекцияға айналдыруға болады.

Төртінші кезеңде зерттелетін заттың немесе құбылыстың тұтас бейнесін алу үшін бірнеше бейнені біріктіруге немесе байланыстыруға болады.

Келесі кезеңде бірнеше әр түрлі кескіндерден синтезделген кескін өңделіп, сапасын арттыру және түпнұсқа кескіндердің әр түрлі сипаттамаларын бір синтезделген кескіннің бірдей сипаттамаларына келтіру мақсатында жасалады.

Алтыншы кезеңде объектілерді декодтау сапасын арттыру және растрлық кескінді векторизациялау сапасын жақсарту үшін кескін объектілерін автоматтандырылған классификациялау және оларды қасиеттері бойынша топтау (бұдан әрі атрибуттар) жүзеге асырылады. Бұл атрибуттық деректерді ұйымдастыру процесін айтарлықтай жеңілдетеді.

Келесі кезең ГАЗ технологияларын қолдануға негіз жасайды. Ол нақты ГАЗ талаптарына сәйкес атрибутивті мәліметтер құрылымын жасайды және позициялық және атрибутивті мәліметтер арасындағы байланыстар құрылымын қалыптастырады.

Сегізінші кезеңде растрлық бейнені векторизациялау жіктеу деректерін және «координаттар-атрибуттар» ұйымдастырылған қатынасты қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл кезеңде тандалған нысандар туралы ақпарат мазмұнын сақтай отырып, түпнұсқа деректерді айтарлықтай (2-3 реттік шамада) жинақтау жүзеге асырылады.

Тоғызыншы кезеңде ГАЗ-да деректерді сақтау мен модельдеудің негізі ретінде сандық модель құрылады.

Оныншы кезеңде геоақпараттық модельдеу процедуралары жүзеге асырылады, олар бірқатар процедураларды қайта қамтуы мүмкін, мысалы, объектілерді біріктіру, түзету, классификациялау және т.б. Бірақ бұл процедуралардың мақсаты ГАЗ объектілерін тереңірек зерттеу болып табылады.

Соңғы кезеңде геоақпаратты модельдеу нәтижелері есептер, презентациялар, сертификаттар, карталар және басқа құжаттар түрінде ресімделеді. [3]

Қорытындылай келе, қарастырылатын технологияның келесі ерекшеліктеріне назар аудару қажет:

1. Цифрлық модель «бір карта - бір цифрлық модель» қағидаты бойынша кестеде көрсетілген технология бойынша салынған ГАЖ классикалық технологияларынан айырмашылығы, басқа құрылыс принциптері мүмкін: «бірнеше түрлі карталар - бір модель», «бірнеше кескіндер (әртүрлі масштабтағы) - бір модель», «бірнеше карталар және бірнеше кескіндер - бір сандық модель».

2. Векторлау процесінің алдында жіктеу процесі жүреді, ол тек векторлаудың бастапқы объектілерін топтастырып қана қоймай, бұл векторлаудың тиімді тандау үшін негіз жасайды, сонымен қатар атрибуттық мәліметтер құрылымын орнатады, сонымен қатар осы процесті өткізеді (әзірге ішінара ғана) адамнан бағдарламаға дейін.

Жалпы, ГАЖ технологиясының, оның ішінде қашықтықтан зондтау деректерін өңдеу әдістерін қоса алғанда, автоматтандыру деңгейі көптеген басқа ГАЖ технологияларына қарағанда жоғары. Бұл ең перспективалы болып табылады, өйткені ол геоақпараттық жүйелердің мүмкіндіктерін өңдеу жүйесі ретінде кеңейтуге көмектеседі.

Бұл күрделі технологияға деректерді жүйелеу мен түсіндірудің дәстүрлі әдістері кіреді:

- суреттерді фотограмметриялық талдау, бастапқы ақпараттарды картографиялық талдау;
- жүктемені адамнан компьютерге беретін немесе визуалды талдау кезінде адам аша алмайтын факторларды анықтауға мүмкіндік беретін ақпаратты өңдеудің автоматтандырылған әдістері;
- дәстүрлі статистикалық өңдеу мен талдауға негізделген ақпаратты талдаудың эвристикалық әдістері ;
- процестің немесе құбылыстың уақыт бойынша динамикасын зерттеуге мүмкіндік беретін уақыт деректерін (уақыт қатары) талдау.

Бұндай технологияның жетіспеушілігі маңызды есептеу ресурстарына, қуатты бағдарламалық жасақтамаға және біліктілігі жоғары пайдаланушыға қойылатын талап болып табылады. Мұндай технологиядағы мәліметтерді өңдеу жөніндегі маман тек картографияны ғана емес, суреттерді өңдеудің автоматтандырылған теориясын, статистикалық талдауды және шешімдерді қолдау теориясының элементтерін білуі керек.

#### Әдебиет

1. <https://kk.wikipedia.org/wiki/>
2. Савиных В.П., Цветков В.Я. «Интеграция технологий ГИС и систем дистанционного зондирования Земли». - 2000. - № 2.- С.83-86
3. Савиных В.П., Цветков В.Я. «Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования». - М.: Картгеоцентр - Геодезиздат, 2001. -228 с : ил.

**К.А. Мубарак**

#### **Обработка данных ДЗЗ в геоинформационных технологиях**

**Аннотация.** Данные дистанционного зондирования (ДЗЗ) - наиболее эффективный источник географических данных. Поэтому в данной статье представлен краткий обзор дистанционного зондирования и использования геоинформационных методов для обработки данных дистанционного зондирования. Раскрыты особенности сбора и интеграции данных.

**Ключевые слова:** ДЗЗ, ГИС, цифровая модель, изображение, атрибут, карта.

**К.А. Mubarak**

#### **Remote sensing data processing in geoinformation technologies**

**Abstract.** Remote sensing data (ERS) is the most effective source of geographic data. Therefore, this article provides a brief overview of remote sensing and the use of geoinformation methods for processing remote sensing data. The features of data collection and integration are disclosed.

**Keywords:** remote sensing, GIS, digital model, image, attribute, map.

УДК 528.3

**Б.Мынғасаров<sup>1</sup>, Р. Шулыц<sup>2</sup>**

*Научный консультант - Нурпеисова М.Б. д.т.н., профессор*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, Алматы, [bakha1000@gmail.com](mailto:bakha1000@gmail.com)*

*<sup>2</sup>Профессор, Мичиганский технологический университет, Мичиган, США, [rshults@mtu.edu](mailto:rshults@mtu.edu)*

## ОПТИМИЗАЦИЯ СТОИМОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ДЕФОРМАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

***Аннотация.** Геодезический мониторинг проводится с целью предупреждения риска появления деформации, обрушения и несчастных случаев. Обширность мониторинга зависит от многих факторов, таких как тип и уровень ответственности здания и сооружения, тип деформации. Исходя из этого закладывается бюджет на проведение мониторинга, что не всегда соответствует ее фактической стоимости. В статье рассмотрены несколько способов оптимизации стоимости геодезических работ при мониторинге деформации строительства морского порта на северо-восточной части Каспийского моря.*

***Ключевые слова:** инженерные сооружения, деформации, мониторинг, стоимость инженерно-геодезических изысканий, геодезические приборы.*

**Введение.** Щедра Казахстанская земля на ученых. Первой среди них, как сияющая вершина, возвышается величественная фигура Каныша Имантаевича Сатпаева, Обычные дни мы вспоминаем К.И.Сатпаева, но 12 апреля для нас обучающихся Satbayev University особенный день.. Это день рождения К.И.Сатпаева, это день Науки. Велики его заслуга перед страной. Одним из многочисленных его заслуг- это проложенный по инициативе К.И.Сатпаева канал Иртыш-Караганда, давшего живительную влагу в знойной Сарыарке.

В рамках «Сатпаевских чтений-2021» в этом году отмечается 115-летие со дня рождения А.Ж.Машанова, горного инженера-геолога, соратника К.И.Сатпаева. Имена Сатпаева и Машанова внесены в историко-биографическую летопись «Жизнь замечательных людей. Оценивая роль и переосмысливая их вклад в создании и развитии казахстанской науки, можно с уверенностью сказать, что многие их идеи актуальны и сегодня.Сегодня строится северо Каспийский морской канал с причальными сооружениями, где я работаю (мы его уже посторили, с 2019 года идет эксплуатация). Для нас – докторантов Satbayev University участие в конференции является почитание и выражение нашей дани уважения великим ученым, великим сыновьям казахского народа.

**Основное содержание работы.** Геодезический мониторинг зданий и сооружений представляет собой комплекс работ, осуществляемый в процессе строительства, реконструкции или эксплуатации объектов с целью наблюдения за деформациями. Исследования направлены на выявление критических величин деформаций, а также установку причин их появления и составление прогнозов дальнейшего развития. В процессе проведения работ определяются сдвиги, осадки, крены сооружений, в том числе их подземной части. Инженер-геодезист во время мониторинга анализирует состояние инженерных сетей, окружающую застройку, а также состояние основания фундаментов, грунты и наличие подземных вод. Специальным оборудованием фиксируются все необходимые данные для анализа.

В зависимости от требования, указанных в техническом задании и от типа деформации, геодезический мониторинг выполняется разным оборудованием и техникой. Например, при мониторинге обширных территории, таких как нефтяные и горнодобывающие месторождения, целесообразно применять GNSS оборудование и высокоточные нивелиры. При мониторинге отдельных сооружений, применяется высокоточное оптическое оборудование.

Определение мониторинга в геодезическом плане – это величина сдвига наблюдаемого объекта по отношению к стабильному базовому объекту. Стабильный базовый объект — это у нас исходные репера, а на наблюдаемом объекте устанавливаются деформационные марки:

- **Исходные реперы.** Положение этих знаков принято считать стабильным в пределах строго обоснованного допуска. Они используются в качестве исходной основы, относительно которой определяют перемещения деформационных знаков.

- **Деформационные марки.** Их устанавливают на зданиях и сооружениях. В каждом цикле измерений определяются их положения с помощью высокоточных геодезических приборов: тахеометров и нивелиров.

Перед началом работ составляется программа геодезического мониторинга, в котором содержится информация про исследуемый объект, характеристика грунта и других факторов, способных влиять на стабильность объекта исследования.

Мониторинг за вертикальными смещениями производится с помощью высокоточного оптического нивелира методом геометрического нивелирования по деформационным маркам, установленных по периметру сооружения. Исходные пункты расположены за пределами объекта мониторинга и не подвергаются деформации. Мониторинг горизонтальных смещений и кренов производится высокоточным тахеометром. Для измерения горизонтальных перемещений подпорных стен, полок карьеров, отдельных конструкции здания и прочих объектов мониторинга, по периметру устанавливаются мониторинговые марки.

При составлении детального технического задания закладывается бюджет на проведение мониторинга. На больших предприятиях с I - повышенным уровнем ответственности, бюджет предусматривает основные затраты на мониторинг, в который включено оборудование, аксессуары и ПО для автоматизированной обработки данных исследования, которое составляет больше половины бюджета на мониторинг. Но такая ситуация не на всех объектах, и во многом бюджет не позволяет организовать такие работы на высоком уровне. Выходом из ситуации является сокращение расходов на приобретение новейших высокоточных роботизированных тахеометров, покупку аксессуаров к ним, таких как деформационные марки и программное обеспечение для автоматизированного анализа данных. Под сокращением расходов не следует понимать полный отказ от таких технологии, а наоборот использование других методов, которые в совокупности могут предоставить данные анализа с такой же точностью. На данный момент, на рынке геодезического оборудования есть несколько программных комплексов для мониторинга, одним из них является Leica GeoMoS, рисунок 1. Комплекс состоит из:

- Стационарных или мобильных роботизированных тахеометров Leica серии TS и NOVA;
- Закрепленных на объекте мониторинга и исходных пунктах отражатели GMP104, GZM29;
- Программный комплекс Leica GeoMoS, а именно программа для тахеометра Leica TPS Monitoring и облачный сервис для анализа данных Leica Survey Edition.



Рисунок 1 - Система программного комплекса Leica GeoMoS

Данная программа при правильном подходе позволяет частично автоматизировать процесс мониторинга и обеспечить быстрый и надежный анализ данных. Но главная проблема данной системы – её стоимость. Не все компании, которые занимаются инженерно-геодезическими изысканиями могут позволить данное приобретение. Например, роботизированный тахеометр Leica TS16 A R500 (1”), которая совместима с системой Leica GeoMoS и такой же высокоточный тахеометр Leica TS07 R500 (1”), но, которая не может в автоматизированном режиме работать с такой программой имеет разную стоимость.

Еще один пункт данного комплекса в том, что к нему нужно закупать мониторинговые марки с призмой, такие как GMP104, GPR112. Это еще один утяжеляющий бюджет пункт.

Вариантом решения вопроса стоимости мониторинга является систематический подход к данной работе. А именно в процессе планирования мониторинга нужно учесть все детали, все точки мониторинга, метод и ход мониторинга.

1. Планирование. Многие ошибки, совершаемые в процессе мониторинга являются последствиями не правильного планирования. Этап планирования самая важная часть в процессе мониторинга. Что нужно учесть на этом этапе:

- Характер деформации объекта исследования;
- Характеристика окружающей среды, а именно осадки, грунты, подземные воды и т. д.
- Количество и место устанавливаемых мониторинговых марок. При неправильном расположении марки, анализ мониторинга не будет корректно отображать данные. Ряд марок

должен устанавливаться на одинаковых характерных точках исследуемого объекта, на одинаковом расстоянии, что будет обеспечивать ясный тренд при анализе.

- Продолжительность мониторинга и периодичность мониторинга.

2. Установка мониторинговых марок. Значительную часть экономии мы можем получить именно тут. При строительстве объектов повышенной ответственности без установки специальных мониторинговых марок, как GMP104, GZM29 обойтись не удастся. Они обеспечивают максимально возможную точность при измерениях на них. Но при строительстве объектов II и III класса ответственности, мы можем применить более экономичные варианты, которые при правильном подходе и правильной методике измерения выдают погрешности, соответствующие нормам и стандартам по мониторингу. Для примера возьмем характеристики высокоточного тахеометра Leica TS07 R500 (1"), таблица 1.

Таблица 1. Характеристики тахеометра Leica TS07 R500 (1").

Безотражательные измерения	Дальность без отражателя	500 м
	Точность без отражателя	± (2.0 мм + 2.0 ppm)
	Время без отражателя	1 сек.
Измерения на отражатель	Дальность на отражатель	3500 м
	Точность на отражатель	± (1.0 мм + 1.5 ppm)
	Время на отражатель	2,4 / 0,8 / <0,15 сек.
	Дальность на плёнку	250 м

С такой ожидаемой точностью, если того не требует Техническое задание, можно обойтись белой матовой краской по металлу, нанесенной на точку мониторинга. На поверхности краски нанести центр не обесцвечивающей черной краской, которая прослужит до конца периода мониторинга. Такой метод показал отличные результаты при мониторинге причалов при строительстве морского порта.

3. Проведение первого цикла измерения. Первый цикл измерения является исходным материалом, на который будут накладываться последующие измерения. Поэтому, к первому циклу стоит уделить особое внимание, а именно:

- Процесс ориентирования. Существуют разные способы ориентирования тахеометра, но самыми точными являются методы Прямой засечки и привязки к Базовой линии.

- Место стояния прибора. Для корректного сбора данных на всех циклах мониторинга рекомендуется использовать одну точку стояния для измерения видимой группы мониторинговых марок, и привязку производить на одни и те же исходные репера. Ежемесячно следует производить проверку состояния исходных реперов по отношению к реперам классом выше.

Нумерация измерений. При установке мониторинговых марок следует присвоить каждой марке свой идентификационный номер, в порядке возрастания по ходу установки. Далее при съемке следует применять нумерацию точек таким образом, чтобы название измеренной точки содержало в себе дату измерения и идентификационный номер мониторинговой марки, таблица 2. Например, здесь в колонке Name, первые 6 символов означает дату проведения измерения, а остальные символы это номер мониторинговой точки. При втором цикле измерения, меняется только дата. Таким образом, мы упростим процесс обработки данных.

Таблица 2. Пример присвоения названия для мониторинговых марок

Name	North	East	H	Code
280220.MB001	4883177.1611	501815.1641	85.0162	65
280220.MB002	4883178.8282	501814.2866	84.9882	65
280220.MB003	4883181.5176	501812.6147	84.9965	65
280220.MB004	4883184.4528	501811.0458	85.0516	65

1. Обработка данных. Целью мониторинга является определение разницы между исходным и фактическим состоянием объекта, где исходное состояние это измерения первого цикла и фактическое это последние измерения. Такое сравнение можно производить в обычном MS Excel, используя формулы для определения величины разницы и графики для визуализации таких данных. На рис.2 приведен пример анализа данных мониторинга причалов при строительстве морского порта в MS Excel.

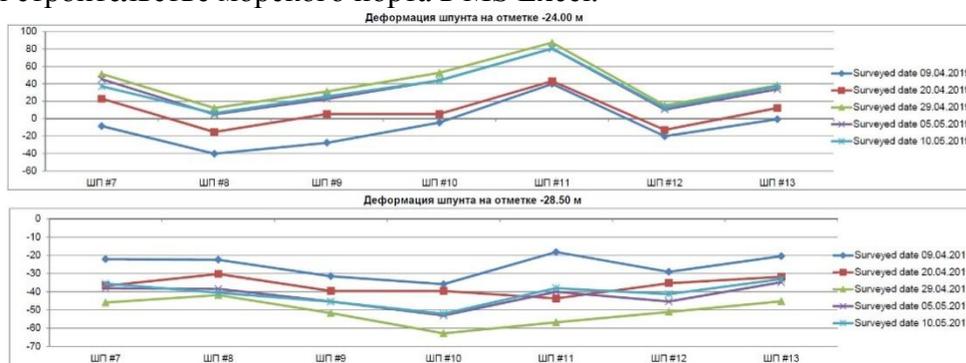


Рисунок 2 – Диаграмма деформации шпунтовой стены

Можно такой шаблон один раз настроить, потом при правильной нумерации точек, Excel будет обновлять данные в «полуавтоматическом» режиме. Таким образом, если подойти к вопросу геодезического мониторинга системно, можно получить достаточно точные данные о состоянии объекта исследования.

**Выводы.** В процессе проведения строительных или реставрационных работ вес объекта может увеличиваться, что приводит к различным осадкам и сдвигам грунта. Чтобы исключить риск обрушения, обеспечить его безопасную эксплуатацию проводится геодезический мониторинг зданий и сооружений. Он позволяет своевременно определить начинающийся процесс деформации, выявить причины его появления и спрогнозировать процесс развития.

Наша главная задача, это вовремя определить значения деформации, и не допустить, чтобы это значение выходило за пределы допустимых показателей.

### Литература

1. Myngzhassarov B., Nurpeissova M., Schultz R. Geodetic construction support of the North Caspian Sea channel with berthing facilities.-Караганда:Труды КарГТУ, №3, 2020.-С.54-587
2. Мынжасаров Б., Нурпеисова М., Шульц Р., Совершенствование методики создания геодезической сети при строительстве Северо-Каспийского морского канала//4-междун.научная конф. «Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр».-М.: ИПКОН РАН.,2020.-С.83-87.
3. <https://leica-geosystems.com/ru/products/accessories/reflectors>

**Б. Мынжасаров<sup>1</sup>, Р. Шульц<sup>2</sup>**

### Инженерлік құрылымдар деформацияларын бақылаудағы геодезиялық жұмыстардың құнын онтайландыру

**Андатпа.** Геодезиялық бақылау деформация, опырылу және апаттар қаупін болдырмау үшін жүргізіледі. Мониторингтің ауқымы ғимарат пен құрылыстың жауапкершілік түрі мен деформациясы, деформация түрі сияқты көптеген факторларға байланысты. Осыған сүйене отырып, мониторинг жүргізу үшін бюджет белгіленеді, ол әрдайым оның нақты құнына сәйкес келмейді. Мақалада Каспий теңізінің солтүстік-шығыс бөлігінде теңіз порты құрылысының деформациясын бақылау кезінде геодезиялық жұмыстардың құнын онтайландырудың бірнеше әдісі қарастырылған.

**Түйін сөздер:** инженерлік құрылымдар, деформациялар, мониторинг, стоимость инженерлік-геодезиялық ізденістер, геодезическаялық аспаптар

**B.Myngzhassarov<sup>1</sup>, R. Schultz<sup>2</sup>**

### Optimization of the cost of geodetic works when monitoring deformation of engineering structures

**Abstract.** Geodetic monitoring is carried out to prevent the risk of deformation, collapse and accidents. The extent of monitoring depends on many factors, such as the type and level of responsibility of the building and structure, the

type of deformation. Based on this, a budget is set for monitoring, which does not always correspond to its actual cost. The article discusses several ways to optimize the cost of geodetic works while monitoring the deformation of the construction of a seaport in the northeastern part of the Caspian Sea.

**Keywords:** engineering structures, deformations, monitoring, the cost of engineering and geodetic surveys, geodetic instruments.

УДК 551.2

**А. Нурлан**

*Научный руководитель – Байгурин Д.Ж. д.т.н., профессор  
Satbaev University, г. Алматы, Республика Казахстан,  
[nurlan.adil98@gmail.com](mailto:nurlan.adil98@gmail.com)*

## СОЗДАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КУМКОЛЬ

***Аннотация.** Целевое назначение статьи – создание геодинамического мониторинга на нефтяных месторождениях для оценки потенциального геодинамического риска и возможных негативных последствий длительной разработки. В данной статье приведены принципы и требования к созданию геодинамического полигона, выполненных на месторождении Кумколь. Сформулированы предварительные рекомендации и определены основные направления дальнейших работ по геодинамическому мониторингу на территории месторождений Кумколь.*

***Ключевые слова:** геодинамический мониторинг, месторождения Кумколь, геодинамический полигон, деформации земной поверхности.*

**Введение.** Каждый год в 10-12 апреля в Satbayev University просят традиционные Сатпаевские чтения. Имя Каныша Имантаевича Сатпаева, горного инженера-геолога, **выдающегося ученого с мировым именем**, крупнейшего государственного деятеля и организатора науки в Казахстане, первого президента Казахской Академии наук, лауреата Ленинской и Государственной премий – неразрывно связано со многими достижениями в области горно-геологических наук и промышленности Казахстана. Участие в конференции, для нас является почитание и выражение нашей дани уважения духовному наследию великого ученого.

**Основное содержание.** При создании геодинамических полигонов на месторождениях следует исходить из того, что современные геодинамические процессы, возникающие, как правило, в зонах неоднородностей геологической среды (разломы, блоковое строение месторождения, повышенная трещиноватость, плотностные неоднородности пород-коллекторов и др.) при разработке месторождений нефти и газа, как следствие сложных взаимосвязанных сейсмодиформационных и флюидодинамических процессов

В связи с этим контроль (мониторинг) за развитием этих процессов должен осуществляться различными методами, что позволяет, при комплексном анализе и интерпретации результатов, выработать представления о возможном развитии тех или иных форм аномальных событий.

Во избежание больших и неоправданных финансовых затрат, важное значение приобретает задача оптимизации методов. Главное условие состоит в необходимости получения в течение первых трех лет объективной исходной информации о современной геодинамической ситуации на территории месторождения, полнота и комплексность которой определяет в итоге получение достоверных результатов анализа, интерпретации и оценок риска возникновения геодинамических событий природно-техногенного генезиса.

Вышеуказанные процессы и формы их возможного проявления на территории разрабатываемых месторождений Кумколь и Восточный Кумколь определяют выбор методов мониторинга. При этом должны соблюдаться два главных требования.

Во-первых, сложность и многофакторная обусловленность геодинамических процессов природного и техногенного генезиса определяют необходимость проведения комплексного мониторинга в течение длительного периода для получения надежных результатов и оценок.

Во-вторых, природные и техногенные геодинамические процессы, как правило, развиваются в тесной взаимосвязи, что требует включения в единый комплекс адекватных методов наблюдений.

Основные требования к созданию геодинамического полигона на месторождениях Кумколь и Восточный Кумколь состоят в следующем:

- совмещенные по местоположению пункты различных методов комплексного геодинамического мониторинга;
- долговременная сохранность пунктов геодинамического мониторинга;
- отсутствие воздействия приповерхностных инженерно-геологических факторов (солончак, карст, возможность затопления и подтопления и др.);
- необходимость размещения деформационных, геофизических и других запланированных видов измерительных комплексов с повышенной пространственно-временной детальностью в районах концентрации систем и объектов разработки месторождений и одновременно удовлетворяющих оптимальным условиям регистрации событий и метрологического контроля измерений;
- надежный контроль условий возникновения и развития аномальных геодинамических событий природно-техногенного генезиса за счет оптимальной пространственно-временной детальности мониторинговых наблюдений;
- комплексирование с существующими видами геофизического и экологического контроля за эксплуатацией нефтяных месторождений Кумколь и Восточный Кумколь.
- необходимый и достаточный комплекс методов и видов мониторинга и оптимальный режим наблюдений (непрерывный или/и дискретный), обеспечивающих регистрацию всех форм геодинамических событий, ответственных за потенциальные последствия;
- построение мониторинговых систем с использованием существующих высокоэффективных аппаратурно-технических средств.

Для получения представительной мониторинговой информации необходимо соблюдать ряд требования при организации систем наблюдений на территории нефтяных месторождений Кумколь и Восточный Кумколь. Системы геодинамического мониторинга должны размещаться в пределах наиболее информативных участков месторождений:

- в пределах активных разломов и в зонах их влияния; в пределах «сквозных» субвертикальных разуплотненных зон; в зонах предрасположенных к механической неустойчивости массивов горных пород; в зонах развития локальных аномалий напряжений (тектонических, весовых); в зонах с повышенной флюидной разгрузкой.
- на участках размещения систем и объектов обустройства нефтегазопромысла, включающих: фонд эксплуатационных скважин; наземные объекты обустройства месторождения; нефтесборные комплексы.

Вышеперечисленные исходные принципы положены в основу создания геодинамического полигона на месторождениях Кумколь и Восточный Кумколь.

В течение первой стадии работ создается система наблюдений с единичными, но обоснованно выбранными профилями и пунктами, которая должна полностью «накрывать» всю контролируемую территорию месторождений и смежных с ними участков. Системы наблюдений должны охватывать также объекты обустройства, входящие в сферу воздействия возможных аномальных геодинамических событий. На первой стадии наиболее эффективны и экономически оправданы следующие методы: повторное точное нивелирование (по разреженной системе профилей), повторные высокоточные спутниковые GPS-измерения и повторные высокоточные гравиметрические измерения. Полученные результаты позволят выявить тенденции возможного развития современных геодинамических процессов в пределах разломных зон, а также тенденции просадочных явлений, горизонтальных сдвигов массивов горных пород и деформационных процессов в продуктивных пластах.

Итак, для получения объективной исходной информации о современном геодинамическом состоянии недр на территории разрабатываемых месторождения нефти Кумколь и Восточный Кумколь, в течение нескольких лет, должен быть организован геодинамический мониторинг с использованием следующих видов работ (рисунок):

- повторное нивелирование II класса повышенной точности;
- повторные высокоточные GPS-измерения;
- повторные высокоточные гравиметрические измерения.

Совокупность вышеуказанных базовых методов в комплексе с имеющейся информацией позволит получить достаточный объем информации для исследования свойств и закономерностей возникновения и развития опасных сейсмодинамических и флюидодинамических процессов на территории месторождения.

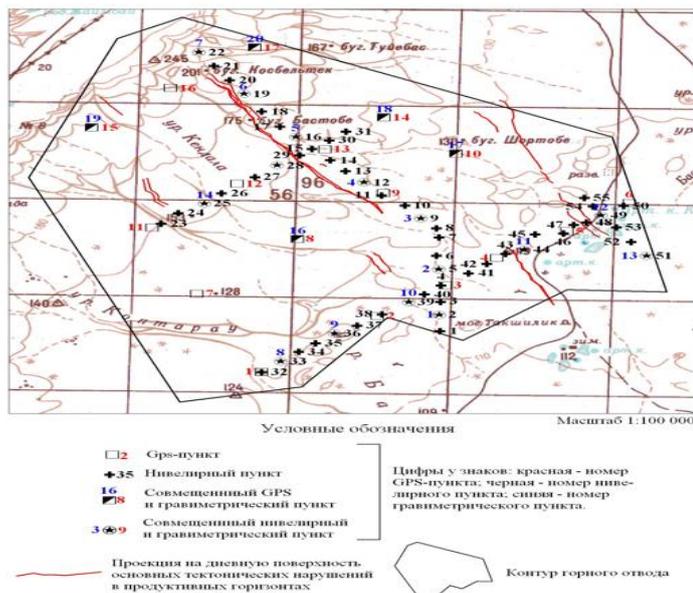


Рисунок 1 - Схема расположения геодинимических пунктов на территории

Предлагаемый Программой комплекс исследований позволит получить дополнительные данные о состоянии недр месторождений Кумколь и Восточный Кумколь, определить фильтрационно-емкостные свойства коллекторов, свойства пластовых флюидов, энергетическое состояние залежей углеводородов и т.д.

Данные о состоянии недр, накопленные с момента организации системы мониторинга состояния недр, будут использованы для оценки состояния недр и недропользования, составления прогнозов изменения состояния недр, контроля и оценки эффективности мероприятий по предотвращению вредного воздействия на недра, а также экологическому оздоровлению недр и их рациональному использованию.

## Литература

1. Методическое руководство по ведению гидрогеодинамического мониторинга на месторождениях УВС для оценки гидрогеодинамического риска – Институт сейсмологии, Алматы, 2004г.
2. Концепция «Геодинимическая безопасность освоения УВС РК», Алматы, 2002г.
3. РД 39-4-699-82 «Руководство по применению геолого-геофизических, гидродинимических и физико-химических методов контроля разработки нефтяных месторождений», г. Москва, 1982 г.
4. РД 153-39.0-109-01 «Руководство по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинимических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений», г. Москва, 2002г.

## А. Нұрлан

### Құмкөл кен орнында геодинимикалық мониторинг құру

**Андатпа.** Мақаланың мақсаты – әлеуетті геодинимикалық тәуекелді және ұзақ игерудің ықтимал теріс салдарын бағалау үшін мұнай кен орындарында геодинимикалық мониторинг құру. Бұл мақалада Құмкөл кен орнында орындалған геодинимикалық полигон құру қағидалары мен талаптары келтірілген. Және Құмкөл кен орындарының аумағында геодинимикалық мониторинг бойынша алдағы жұмыстардың негізгі бағыттары анықталып, алдын ала ұсыныстар жасалды.

**Түйін сөздер:** геодинимикалық мониторинг, Құмкөл кен орыны, геодинимикалық полигон, жер бетінің деформациялану.

A. Nurlan

### Creation of geodynamic monitoring at Kumkol field

**Abstract.** The purpose of the article is the creation of geodynamic monitoring in oil fields to assess the potential geodynamic risk and possible negative consequences of long-term development. This article presents the requirements for the creation of a geodynamic polygon performed at the Kumkol field. Preliminary recommendations are formulated and the main directions of further work on geodynamic monitoring in the territory of Kumkol deposits are defined.

**Keywords:** geodynamic monitoring of the Kumkol field, geodynamic polygon, the earth's surface.

ӘОЖ 622.832

**Нүрпейісова М.Б.**

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы*  
*Қазақстан Жазушылар Одағының мүшесі,*  
[m.nurpeissova@satbayev.university](mailto:m.nurpeissova@satbayev.university)

### Әлемдік үйлесімдіктің сырын ашқан.....

*«Тәрбие мен білім жас ұрпақтың қос қанаты.  
Тәрбиесіз берілген білім адамзаттың қас жауы»*

*Әл-Фараби*

2020 жылы бабамыз, Ұлы ойшыл, энциклопедист-ғалым Әбунасыр әл-Фарабидің туғанына 1150 жыл толуын әлем атап өтті. Мың жылдан астам бұрын өмір сүрген бабамыз Әбунасыр әл-Фарабидің қасиетті рухын, телегей теңіз ақыл-парасатын, еңбектерін ұрпағы біздермен қауыштыру, оның отаны Қазақстан екенін бүкіл әлемге паш ету - бірегей ғұлама-ғалым Ақжан Машановтың (Әл-Машанидің) ғана қолынан келді. Бабамыз әл-Фараби еңбектерін зерделеудің негізін қалаған, фараби дәуіріндегі және қазіргі заманғы ғылым арасын жалғастыратын жібек жіпті тауып, оны біздің қолымызға ұстатып кеткен ғұлама ғалым - әл-Машанидың әлем тарихында алар орны және оның ұлық істерінің Қазақстанда жалғасын тауып жатқандығы жайлы оқырман қауымның хабардар болғаны заңды деп ойлаймын.

100 жылдық мерейтойы 2006 жылы ЮНЕСКО деңгейінде аталып өтілген ұстазымыз әл-Машанидың туғанының 105, 110 жылдықтарын атап өтуді шәкірттері естен шығарған емес және де биыл ұлы ұстаздың туғанына 115 жыл толғалы отыр.

Қазақ халқы ХХ-ғасырда көптеген ғалымдарды өмірге келтірді. Солардың арасында Қ.И.Сәтбаевпен өмір жолын бірге бастаған, Қазақстан Ұлттық Ғылым академиясының ірге тасын қаласқан және оның корреспондент мүшесі, Республика ғылымына еңбек сіңірген қайраткер, профессор Ақжан Жақсыбекұлы Машановтың алар орны ерекше. А.Ж.Машановтың ғылыми дүниетанымы тек қана геология мен тау-кен ісі ғылымдарымен шектелмейді. Ол - Шығыстың ұлы ойшылы Әбу-Насыр әл-Фарабидің мұрасын зерттеудің негізін салған ұлы тұлға. Әйгілі ғалым тау-кен ғылымы саласындағы көптеген озық жетістіктердің ашылуына, жаңа алтын кен орындарын ашу, іргелі ғылымдар тарихын зерттеу, ғылыми-техникалық білім насихаты, қазақ тілінде геология, тау-кен ғылымдары бойынша оқулықтар мен оқу құралдарын әзірлеп, шығару сынды іс-шаралардың тікелей ұйтқысы болған ғұлама.

А.Машанов тарих қойнауына үңіліп, ерлік жасаған жан. Онсыз да өз тарихынан қорыққан адамдарға ол Шам елінен әл-Фараби бабамыздың рухын және оның еңбектерін әкелді. Ол күндіз-түні еңбек етті, бүкіл әлемге әл-Фарабидің отаны - Қазақстан екенін дәлелдеген жан. А.Ж.Машановтың осы қажымас қызметінің арқасында әл-Фараби өз Отанына оралды, оның арқасында ҚазҰУ әл-Фараби есімін иеленді.

Жаратушымыз, адамға екі тізе бергенде: біреуін ұстаздың алдында, екіншісін дәрігердің алдында бүгуге берген екен деген қағида бар. Сол айтылғандай, өткен 2020 жылы әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-нің ректоры Ғалым Мұтанов 1150 жыл толып отырған әл-Фараби мерейтойының аясында өткен барлық іс-шараларда Ақжан Машановты еске алып, Фараби отралығына мүсінін орнатып, туған күнінде конференция өткізіп, онда халықаралық Түркі Академиясынан жарық көрген әл-Машанидың «Әлем шырайы» атты кітабының тұсауын кесті. Баршамызды қуантып, осындай шараларды ұйымдасытра білгені үшін Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті көне-көздерінің Ғ.Мұтановқа деген ризашылығы шексіз.

ҚазҰУ де осындай әл-Фараби жылына арналған іс-шарларының бірі, 2020 жылдың 14-15 мамырында ҚазҰУ де «Әл-Фараби мұрасы» атты халықарылық онлайн конфереция болды. Оған Орта

Азияның барлық едерінен, Ресей, Еуропа және т.б. шетел ғалымдары қатысты. Конференцияда әл-Фараби бабамыздың философиялық, математикалық, педагогикалық медициналық, музыкалық еңбектері жайлы баяндамалард тілге тиек болған сөз (өзек болған сөз - Әл-Фарабидің әлемдік үйлесімділік құпиясын ашқан жан екендігі болды.

Баяндамаларын әр елдің ғалымдары өз ана тілдеріне, орыс және ағылшын тілдеріне жасады және өте жоғары ұйымдастырушылықтың арқасында синхранды перевод жүріп жатты, барлығы түсінікті болды. Ерекше бір атап өткім келгені Финляндия ғалымы Сирус Василеустің (ағылшан тілінде) «Философия Аль-Фараби во время пандемии» атты Фарабидің медициналық трактаттары бойынша жасаған баяндамасы. Баяндамашының

«бүгін халықтың осындай дағдарысқа ( вирусқа ) ұшырап отырғаны - Әлем өзінің үйлесімін жоғалтқандығы, орсша айтқанда Мир потерял свою гармонию ... дегені болды.

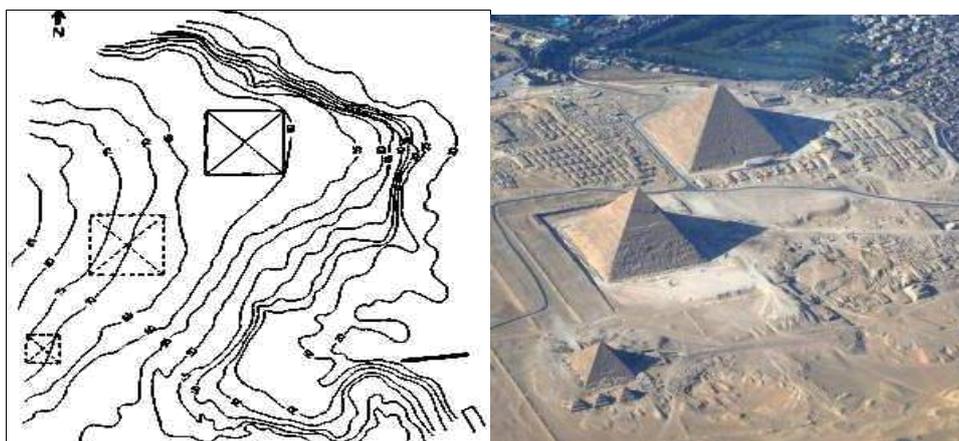
Медицина ғалымдары осылай деп жатқанда, біздер «әл-Машанидің шәкірттері, тау-кен, геология ғылымы саласының сардарлары бүгін жер қойнауының үйлесімі жайлы не айтар едік деген ойға келдім. № Енді ұстазымыз Ақжан әл-Машани сонау 1965 жылы «Жер қойнауының үйлесіміне» (Жер қойнауының гармониясына) қалай келді содан бастағым келіп отыр. Ол әл-Фараби еңбектерін зерделеуден бастау алған.

Әл-Фараби сауатын Отырар қаласында ашқанымен, одан әрі тынымсыз ізденіп, Бағдат, Мысыр, Шам, Халеб, Мысыр шахарларында білімін жетілдірген.

Мысырға барғанда Әл-Фараби бабамыз, ғаламның жеті ғажайып туындыналарының бірі бұдан 5 мың жыл бұрын салынған және бүгінге дейін көрушісін қайран қалдырып жүрген Мысыр пирамидаларының орнықтылығын зерделегені. Пирамидалардың негізіне мысырлықтардың «Алтын тік бұрышты үшбұрыш» деп аталатын, қабырғалары 3:4:5 тең тік бұрышты үшбұрышы салынған. Біздіңше бұл Пифагор теоремасы. Мысыр пирамидалары көне 60-тық жүйемен есептелген. Ондық жүйе бертін пайда болған. Алпыс дегеніміз, мына 3-4-5 – үш қатар тұрған санның көбейтіндісі. Алпыс дегеніміз бір градуста немесе бір сағатта (60 минут, 60 секунд) алпыспен есептелгені. Шеңбердің өзі 360 градус. Сондықтан қажетті сан 10 емес, 60 болған. Пифагор өзіне бөлінетін басқаға бөлінбейтін сандарды мықты деп есептеген. Мысалы, 7 өзіне бөлінеді, басқа санға бөлінбейді. Ал 6 екіге және үшке бөлінеді. Қазақ та есепке жүйрік болған, бірақ оның есебі өгеше, яғни ондық емес, он екілік (12 ай, 12 мүшел және т.б) бөлек есеп Ондай есептер басқа халықтарда да көп.

Гиза қаласында үш пирамида орналасқан, олар орналасқан Гиза платосының топографиялық картасын 1994 жылы француз профессоры Ж.Корнзел жасаған. Картадан олардың бір қабырғаларының меридиандарға бағыттағандығын байқауға болады. Пиримаида табанының қабырғалары меридиандар мен параллелдерге сәйестігін және де үш пирмаидалардың да солтүстукшығыстан оңтүстік батыс жаққа бағытталған бір түзудің бойында орналасқанын, сонымен қатар, пирамида ішіне кіретін есіктің құбыла жаққа (Меккеге) қаратылып салынғаны бүгінде мәлім болып отыр. Бұлайша орналастырудың да өзіндік сыры бар екендігін, бір үйлесімділік жатқандығын байқауға болады.

Бүгінге дейін және технология дамыған қазіргі заманда да дәл осы Мысыр пирамидалары сияқты теңдессіз құрылысты адамзат әлі де салған жоқ. Мысалы, 1989 жылы Париж қаласындағы Лувр мұражайының жанына салынған суретші Пейдің шыны пирамидасының биіктігі 22 метрден аспайды. 1972 жылы АҚШ-тың Сан-Франциско қаласында пирамидаға еліктеп салынған халықаралық штаб-пәтердің алып құрылысы бар. Біздің Нұр-Сұлтан қаласында да пирамида орнатылды. Бірақ олардың барлығы Хеопс пирамидасының ширегіне де жетпейді. Сондықтан бұл пирамидалар бұрынғы заманғы ілім мен технологияның ескерткіштері болып есептеледі және де олардағы бұрыштық өлшеулердің дәлдігі үш минуттан аспайды. Ол деген өте жоғары көрсеткіш! Егерде қазіргі алып ғимараттарды салып жатқан құрылысшылар осындай дәлдікпен және сапалы жұмыс атқаратын болса, онда салынған құрылыстар 1-2 жылдан кейін құлап қалмай, Мысыр пирамидалары сияқты 5 мың жыл бойы тұра берері сөзсіз.



Сурет 1 - Мысыр пирмидлары: а-топографикалық карта; ә-ғарыштық сурет

Әл-Фараби өзінің «Математикалық трактараттарында» Мысыр пирамидаларындағы «Алтын үшбұрышты» «Алтын қимамен» байланыстырады да, құрылыста, архитектуралық ансамблдерде, адам денесінде, медицинада, музыкада, табиғаттың өзінде үйлесімділік (гармония) болу қажеттігін дәлелдеген. Ақжан атамыз әл-Фараби еңбектерін түп нұсқасында оқу үшін 60 жасқа таянған шағында араб тілін игерді, сөйтіп, ол әл-Фарабидің «Математикалық трактараттарында» мысырлықтардың «алтын үшбұрышын» «алтын қимамен» байланыстырғандығына, құрылыс, архитектуралық ансамблдерде, адам денесінде, медицинада, табиғаттың өзінде үйлесімділік (гармония) болу қажеттігін дәлелдегеніне көз жеткізді.

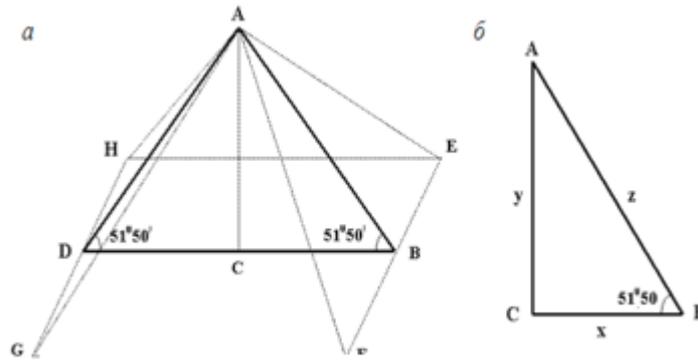
Ұстазымыз Ақжан әл-Машаниды «Алтын тік бұрышты үшбұрыштағы  $51^{\circ}50'$  және  $38^{\circ}10'$  бұрыштар қызықтырды. Себебі, ол тау жыныстарының пішіндерінде (параллелепед, ромбы және т.б) жиі кездесін бұрыштар. Әл-Машани осылардың тау жыныстарының жиі кездесетін ішкі үйкеліс бұрыштарына сай екендігін, яғни жер қойнауының да өзіндік гармониясы (үйлесімі) бар екендігін дәлелдеді.

Жер қойнауы көптеген заңдылықтарға толы табиғи лаборатория екендігі мәлім. Солардың бірі тау жыныстардың жарықшақтар әсерінен әртүрлі құрылымдық блоктарға бөлінетіндіктері және ол блоктардың жер қойнауында бір заңдылықпен пайда болатындығы. Мәселен, сазды тақта тастар блоктарының өлшеулері  $2 \times 3$  см-ден  $15 \times 20$  см-ге дейін, ал пішіндері пластинка тәрізді жұқа болып келеді және де қабыршақталып бұзылады.

Доломиттер сүйір бұрышты параллелепипедтерге бөлінеді, өлшемдері  $4 \times 5$ ,  $15 \times 70$  см аралығында. Ал шақпақ тасты тау жыныстары ромбы тәрізді ірі блоктарға бөлінген, өлшемдері  $50 \times 70$  см-ге жетеді.

Бұл мәліметтер әл-Машанидың «Геомеханика» монографисында және шәкірттерінің еңбектерінде толық берілген. Құрылымдық блоктардың сызықтық және бұрыштық өлшемдері бір-бірімен пропорционалды, үйлесімді яғни кристаллография заңдылықтарына сәйкес және жарықшақтар жүйелері арасындағы бұрыштар  $38^{\circ}10'$  және  $51^{\circ}50'$ , шақпақ тастарда —  $30^{\circ}$ , ал төменгі доломиттерде -  $32^{\circ}$  және  $57^{\circ}50'$ . Ал енді осы бұрыштардан тұратын блоктардың ұзындық өлшеулерінің қатынастары: 1; 1,2; 1,3; 1,5; 1,6; 1,8 және т. б. болып кете береді.

Сөйтіп, ұстазымыз А.Ж.Машанов 1965 жылы Алматыда өткізілген одақтық тау жыныстарының механикасы конференциясында «Жер қойнауының гармониясы» атты баяндама жасады және ол үлкен жаңалық болды. Бұл жаңа теория мақала болып Қазақстанда және «Маркшейдерия» ғылымының отаны Германияда (Берлинде) жарияланды. Онда жер қойнауында жарықшақтардың таралу заңдылығы, құрылымдық блоктардың бұрыштары белгілі «алтын қима» заңдылығына сәйкес келетіндігі дәлелденді.



Сурет 2 - Мысырлықтардың «Алтын үшбұрышы»

Тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін жан-жақты зерделеу нәтижесінде жарықшақтардың жер қойнауында пайда болуы мен таралуының өзіндік заңдылықтары бар екендігіне және де тау жыныстарының деформациялануы сол заңдылықтармен тығыз байланыстылығына ұстаз көзін жеткізді. Ірі кен орындары мен бассейндердегі деформациялар бағытын және шоғырланған жерлерін болжаудың «алтын қимаға» негізделген «Тау жыныстары блоктарынан тау қыртысына дейін» деп аталатын әдістемесі ғылыми-зерттеу тәжірибесіне ұсынылды. Бұл жұмыстардың барлығын Машанов ғылыми мектебінің ұжымы жүзеге асырып отырды. Бұл Машанов ғылыми мектебінің тұрақты қалыптасқандығы мен өміршілдігінің куәсі.

Әл-Машани ұстазымыздың бұдан 55 жыл бұрын жарық көрген «Жер қойнауының гармониясы» атты еңбегі бүгінде жалғасын табуда ма?

Қазіргі таңда тау-кен кәсіпорындары жер қойнауын игерудің өндірістік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде әл-Машанидың геомеханика саласындағы идеяларын жүзеге асыруда. 50 жылда ел жаңа демекші, бүгінде тау-кен, металлургия кешендері алдында жер қойнауы үйлесіміне байланысты жаңа маңызды мәселе туындады. Ол - экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету мәселесі, яғни табиғат мен кәсіпорындар арасындағы үйлесімдікті сақтай алмай отырғандығымыз. Ұстазымыздың көзі тірі болса, бұл жайлы айтары сөзсіз еді.

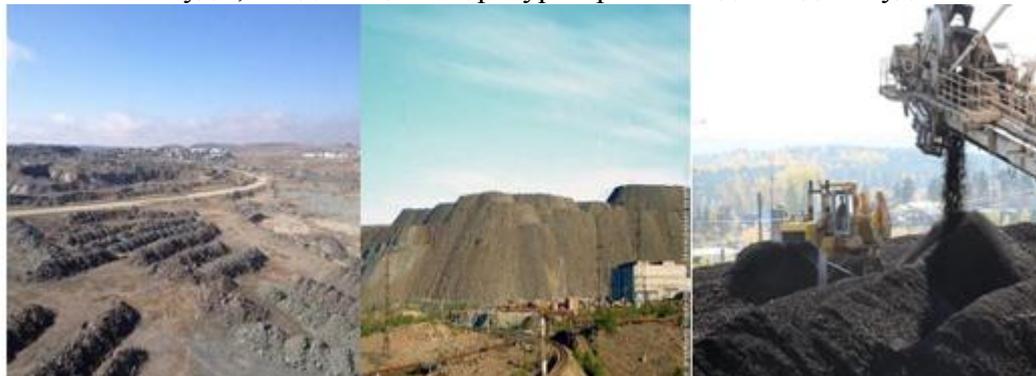
Біздер оларды қазып алып жатқамызда, кен қорларымыздың қайтадан орнына келмейтінін, олардың сарқылатынан ұмытқандаймыз. Тау-кен кәсіпорындарының қалдықтары қоршаған орта компоненттерінің (атмосфераны, литосфернаны, гидросфераны жерді, жердің қойнауын) барлығына зақым келтіріп жатқаны, экологияның бұзылуы, тұрғындар арасында түрлі аурулардың көбеюіне әкеліп соғуда.

Әл-Фараби, өзінен бұрынғы ұлы ғұламалардан өзгеше, білім мен тәрбиенің бірлігіне ерекше мән берген. Ол «Тәрбие мен білім жас ұрпақтың қос қанаты. Тәрбиесіз берілген білім адамзаттың қас жауы» деп көрегендікпен ескертті. Қоршаған табиғи ортаның, рухани ортаның бұзылуы адам мен табиғатты экологиялық дағдарысқа алып келіп отыр.

Қазіргі таңда Қазақстанның тек тау-кен кәсіпорындарында 50 млрд. тоннадан астам өндіріс қалдықтары жинақталған және олар ауылшаруашылығымызға қажет үлкен аймақтарды (ауданы 200 шаршы километрге жуық жерді) алып жатыр, сонымен қатар қоршаған ортаға нұқсан келтіруде. Жыл сайын өндіріс қалдықтарының көлемі (1,5 млрд. тонн) артуда, ал оларды қайта өңдеп іске асыру деңгейі де төмен. Осыдан, кен өндірудің пайдасымен қатар, оның қоршаған ортаға тигізетін зиянды әсері мол, яғни тау-кен кәсіпорындарының қарқынды дамуы, Жер қойнау ресурстарын азайтып қана қоймай, адамзаттың табиғатпен қарым-қатнасын шиелендіре түскендігіне көз жеткізудеміз. Бұл тәрбиеден ажыраған білімнің салдары деп білеміз.

Бір жағынан бұларды қалдықтар емес, техногендік минералдық түзілімдер (ТМТ) дейміз. Олар кен өндіру, металлургия, энергетика, химия өндірістері қалдықтарының жиынтығы және олардың құрамында кезінде ақлынбай қалған кеннің пайдалы компоненттері бар, яғни пайдалы қазбалар деуге болады. Тау-кен өндірісі қалдықтарының негізгі бөлігі (73%) тау-кен кәсіпорындарында, байыту фабрикаларында (25%) және металлургия зауыттарында (2%) түзіледі.

Ірі өндіріс орындарынан бөлінген зиянды қалдықтардың шектен тыс көбеюі қоршаған орта жағдайының нашарлауына, адам денсаулығының бұзылуына апарып соғуда. Осының барлығы қоршаған ортаны қорғау мәселесіне ерекше көңіл бөлуді және оны қалпына келтіру жұмыстарымен айналысуды, сондай-ақ оның ресурстарын тиімді пайдалануды талап етеді.



Сурет 3 - Тау-кен кәсіпорындарының қалдықтары

Осындай әдіс-әрекеттедің бірі - көп жылдан бері жинақталған техногендік қалдықтарды(ТМТ) - өңдеу. Бұл мәселеге ірі өркениетті елдердің өздері, үлкен аумақтарды алып жатқан, жеңіл үрленетін заттардан тұратын, аймақтар үшін экологиялық тәуекелдің жоғары көзі болып табылатын осы ТМТ-ларды қайта өңдеуге және одан металдар бөліп алу мен қатар, қалған бос тау жыныстарына екінші шикізат ретінде қарап, олардан құрылыс материалдарын жасап шығаруға ден қойып отыр.

Satbayev University техногендік қалдықтарды қайта өңдеп, бос тау жыныстарынан тиімді құрылыс материалдарын жасау ғылыми жобасын жыл сайын ұсынады. Оны жүзеге асыру үшін университетте барлық мүмкіншілік бар. Десекте, Министрліктегі Ғылым комитеті бұл жұмыстың тиімділігіне әлі күнге дейін көз жеткізе алмай отыр.

Қорыта келе айтарымыз, бұжан 55 жыл бұрын жер қойнауының үйлесімдігі еңбегінде Ақжан әл-Машани, Қазақстан жерінің кең байтақ даласын, жерінің қойнауындағы кен байлықтарымызға құрметпен қарау, қорғау, үнемдеу өзіміз үшін, алдағы болашаққа нық сеніммен қадам басу үшін керектігін біздерге жазып, мұра қылып тастап кеткен. Ол – байлық көзі, тіршілік нәрі, ұлттық ұғым - түсінігіміздің негізі. Ендеше, тіршілігіміздің көзі болып отырған Жерді және оның қойнауын сақтау– біздің ұлттық міндетіміз.

Қалай болғанда да, ғылымда өшпес із қалдырған ұлағатты ұстаздарды шәкірттері естен шығармақ емес.

«Бейнесі елестейді шың басында,  
Аңыз боп аты жеткен бір ғасырға.  
Бар әлем 1150 жылдғын тойлап жатқан.  
Арнадым осы жырды ұлы ұстазға.

### **Фараби бар ғылымның нұрын шашқан Әлемдік үйлесімдіктің сырын ашқан.**

Сол сырды жер қойнауымен үндестірген,  
Бар ма екен Машанидан адам асқан» -демекпін.

Жыл сайын Машанов оқулары өтуде, геомехника саласынан, дипломдық жұмыстар, диссертациялар қорғалуда. Деректі фильмдер түсірілуде. Әлде болса, біздің әл-Машани туралы айтарымыз көп, болашақта ғалым еңбектері туралы зерттеулер жалғаса бермек.

Биылғы жылғы Ақжан әл-Машанидың 115 жылдығына арналған «Жер қойнауының үйлесімдігі» Халықаралық конференция өткізілгелі отырғанымыздың өзі - бұл «Ұстазыңды өле өлгенше мадақта, сол емес пе сені қосқан санатқа» -деп халқымыз айтқандай, ұлыларымызға тағзым ету және қазақ елінің абройын асқақтатар шаралардың бірі дер едім. Мұндай шараларды өткізу де - **парыз!**

Бүгінде әл-Фараби және әл-Машани сияқты ұлы ұстаздарымызды еске алу, рухтарын тірілту, олар туралы жастарға айтып кету біздер үшін- **парыз!**

Ақжан әл-Машани сияқты Ұлы ұстаздарымыздың салып кеткен даңғыл жарық жолымен жүрудің өзі **парыз!**

УДК 528.3

**А.Е. Ормамбекова<sup>1</sup>, Р.В. Шульц<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Научные руководители – М.Б.Нурпеисова д-р тех. наук, профессор кафедры Satbaey University, г.Алматы, Казахстан.*

<sup>2</sup>*Р.В.Шульц профессор, кафедры «Инженерная геодезия», Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина  
[oaе79@mail.ru](mailto:oaе79@mail.ru)*

## **МОНИТОРИНГ ЗДАНИЯ В ЗОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРО**

**Аннотация.** В последние десятилетия численность населения крупных городов Казахстана увеличивается, границы городов расширяются, в следствие этого, возрастает потребность в новом качественном жилье, частные дома и ветхое жилье сносят и застраивают высотными зданиями и сооружениями выше десяти этажей. Также, для разгрузки транспортной загруженности в городе Алматы строится метро. В данный момент функционирует одна ветвь, состоящая из девяти станций. Строительство высотных зданий и метро создает опасность возникновения деформационных процессов под влиянием деятельности человека, конструктивных особенностей сооружений и природных явлений. Поэтому, очень важно, периодически проводить мониторинг деформационных процессов для предотвращения техногенных катастроф.

В статье рассмотрены современные геодезические приборы для определения деформаций инженерных сооружений. А также представлены результаты четырёх циклов геодезического мониторинга здания в г. Алматы возле станции метро «Москва». Результаты включают данные наблюдений с использованием электронного тахеометра.

**Ключевые слова:** инженерные сооружения, деформации, мониторинг, современные геодезические приборы, метро.

**Введение.** Последние десятилетия в крупных городах Казахстана резко возросло строительство высотных зданий и сооружений (20 этажей и больше) в то же время наблюдается большой технический прогресс в производстве современных геодезических приборов, произошли заметные изменения в теории и практики инженерно-геодезических работ по определению деформаций инженерных сооружений и других объектов промышленно-гражданского строительства. Появились новые методы, приборы и способы определения деформаций, обновились нормативные документы по вопросам инженерно-геодезических работ. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых комплексных программ проведения геомониторинга и надежных методов расчета, с обеспечением длительной устойчивости и эксплуатационной пригодности инженерных сооружений.

[1]

Деформация зданий – это сложный процесс, зависящий от множества факторов, таких как конструктивные особенности, природные условия (прочность и состав грунтов, интенсивность солнца, ветра и т.п.) и деятельность человека. В геодезической практике деформацию рассматривают как изменение положения объекта относительно какого-либо первоначального положения. Согласно нормативному документу [2] существуют следующие виды деформаций: вертикальные перемещения (осадки, просадки, подъемы); горизонтальные перемещения (сдвиги); крены.

Измерения деформаций производят в течении всего периода строительства, а также в период эксплуатации до достижения условной стабилизации деформаций. В случае появления трещин, раскрытия швов, а также резкого изменения условий работы здания или сооружения, измерения деформаций возобновляют. Деформации определяют по результатам периодических геодезических измерений, которые проводят с определенной периодичностью в течение длительного времени.

За последние десятилетия выбор геодезических приборов вырос, а их технические характеристики значительно улучшились. Самыми востребованными и популярными приборами являются электронные тахеометры и GPS приемники.

Современные геодезические GPS GNSS приемники используются для съемки (определение координат точек на местности), выноса в натуру (разбивка и закрепление точек по известным координатам), определения длин линий и площадей, расчета объемов насыпей в поле и многого другого. Главная особенность геодезических GPS приемников это возможность работать в любое время дня и ночи в любых климатических и погодных условиях одним исполнителем и нет необходимости в прямой видимости между базой и ровером.

Лазерный сканер – это прибор, оснащенный высокоскоростным безотражательным лазерным дальномером и системой изменения направления луча лазера. Суть технологии лазерного сканирования [3] заключается в определении пространственных координат точек поверхности объекта. Результатом работы сканера является множество точек с вычисленными трехмерными координатами. Такие наборы точек принято называть облаками точек или сканами. Этот метод, позволяет создать цифровую модель объекта.

Цифровой нивелир – электронный прибор для проведения точных геодезических измерений, для определения перепадов высот, определения углов в вертикальной и горизонтальной плоскостях, отличается высокой скоростью, точностью работы. В программу цифрового нивелира уже заложены алгоритмы вычислений по рейкам, поэтому все измерения, расчеты прибор осуществляет самостоятельно, выводя на дисплей готовые результаты. Это сводит к минимуму человеческий фактор, любые погрешности и вероятность ошибок.

Электронный тахеометр измеряет расстояния, вертикальные и горизонтальные углы. Встроенный ЭВМ производит вычисления координат и высот точек на местности. Также существуют тахеометры, включающие в себя встроенную систему GPS. Некоторые модели снабжены системой фокусировки зрительной трубы и электрооборудованием для работы ночью. Информация об измерениях обрабатывается при помощи ЭВМ и выводится в память тахеометра или внешний полевой накопитель, а также на внешние устройства.

С июля 2019г по январь 2021г были проведены экспериментальные наблюдения за деформацией здания расположенного в г. Алматы. Здание жилое, в эксплуатацию сдано в начале 2019г, находится над станцией метро «Москва» и в непосредственной близости от строительства ветки метро.

Вокруг здания была построена опорная сеть, рисунок 1, с помощью GNSS приемника Trimble R12. Координаты точек определялись в режиме – статика, уравнивание сети произвели в программном обеспечении CREDO.

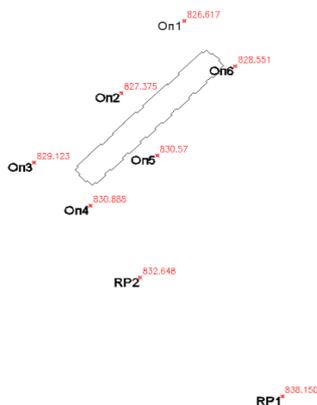


Рисунок 1 - Опорная сеть

Мониторинг проводили с помощью электронного тахеометра LEICA TS06 5". По результатам съемки были получены координаты мониторинговых точек, рисунок 2,

равномерно распределенных по несущим стенам здания. Съемка проводилась в безотражательном режиме.



Рисунок 2 - Расположение мониторинговых точек

Смещения точек сооружения определили, как разность их координат, полученных в разных циклах измерений в единой системе координат. [4] После обработки результатов всех четырех циклов были получены величины смещений, которые отображены на графиках рисунок 3.

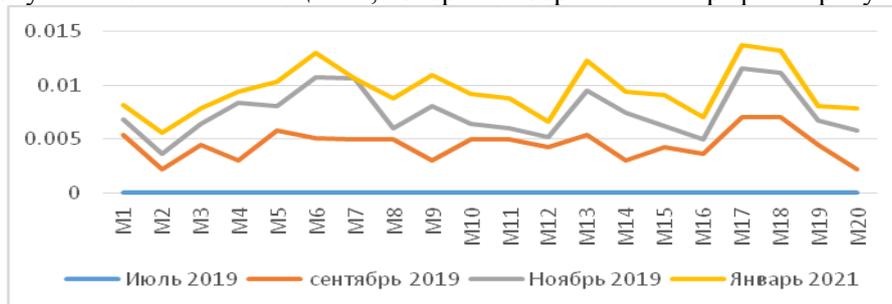


Рисунок 3 - Смещение по координатам мониторинговых точек

Анализ полученных результатов показал естественную, равномерную осадку здания, по результатам работы предложена методика – съемка электронным тахеометром в безотражательном режиме, в условиях городской застройки, когда нет возможности установить на здании отражающие призмы, марки и т.д., также эту методику можно применить если есть опасность разрушения здания.

### Литература

1. М.Б.Нурпеисова, А.Е.Ормамбекова, Е.Ж.Ормамбеков «Наблюдения за деформациями высотных зданий и сооружений», Горный журнал Казахстана С. 27-32, №6, 2020
2. ГОСТ 24846–81 ГРУНТЫ. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. Астана, 2003.
3. Наземное лазерное сканирование. Введение в технологию. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gsi.ru/catalog.php?id=1>
4. Р.В.Шульц, А.А.Анненков, Н.В.Белоус, В.Я. Ковтун «Комплексный геодезический мониторинг высотных зданий» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyy-geodezicheskiy-monitoring-vysotnyh-zdaniy>

А. Е. Ормамбекова<sup>1</sup>, Р. В. Шульц<sup>2</sup>

### Метро құрылысы аймағында ғимараттың мониторингі

**Андатпа.** Техногендік апаттардың алдын алу үшін мезгіл-мезгіл деформациялық процестерге мониторинг жүргізу қажет, өйткені адам қызметінің әсерінен құрылымдардың құрылымдық ерекшеліктері мен табиғи құбылыстар деформациялық процестердің пайда болу қаупін тудырады. Деформацияларды өлшеу құрылыстың бүкіл кезеңінде, сондай-ақ пайдалану кезеңінде деформацияны шартты тұрақтандыруға жеткенге дейін жүзеге асырылады. Соңғы онжылдықтарда заманауи геодезиялық құралдарды таңдау артып, олардың техникалық сипаттамалары едәуір жақсарды. 2019-2021 жылдары Алматы қаласында орналасқан, "Мәскеу" метро станциясының үстінде және метро тармағының құрылысына тікелей жақын жерде орналасқан ғимараттың деформациясына эксперименттік бақылау жүргізілді. Алынған нәтижелерді талдау ғимараттың табиғи, біркелкі жауын – шашының көрсетті, жұмыс нәтижелері бойынша жауапсыз режимде электронды тахеометрмен түсіру әдісі ұсынылды.

**Түйін сөздер:** инженерлік құрылыстар, деформациялар, мониторинг, заманауи геодезиялық аспаптар, метро.

**A. Ormambekova, R. Schultz**

### **Monitoring of the building in the subway construction zone**

**Abstract.** To prevent man-made disasters, it is necessary to periodically monitor deformation processes since under the influence of human activity, constructive features of structures and natural phenomena the danger of deformation processes emerges. Measurements of deformations are carried out during the whole period of construction, as well as during the period of operation until the conditional stabilization of deformations is achieved. In recent decades, the choice of modern geodetic instruments has increased, and their technical characteristics have improved significantly. In 2019 - 2021 were carried out experimental observations of the deformation of the building located in Almaty, located above the metro station "Moscow" and in the immediate vicinity of the construction of the subway branch. The analysis of the results showed a natural, uniform subsidence of the building, according to the results of the work proposed methodology - a survey with an electronic total station in a reflector less mode.

**Keywords:** engineering structures, deformations, monitoring, modern geodetic instruments, metro.

УДК 622.832

**И. Орынбасаров**

*Научный руководитель - Нурпеусова М.Б., докт. техн. наук, профессор,  
Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан  
[orynbassarovi@mail.ru](mailto:orynbassarovi@mail.ru)*

### **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАЗЕРНО-ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ МАРКШЕЙДЕРСКОМ КОНТРОЛЕ УЧЕТА ДОБЫЧИ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены технологии применения лазерного сканера для маркшейдерских замеров объема добытых полезных ископаемых. Приведены результаты маркшейдерских замеров объемов отвалов и складов на рудниках Донского горно-обогатительного комбината (ДОНГОК)

**Ключевые слова:** полезные ископаемые, рудные отвалы, съемка, 3D лазерный сканер, маркшейдерские замеры, трехмерная модель.

**Введение.** Обычные будни мы вспоминаем К.И.Сатпаева, но 12 апреля для нас обучающихся Satbayev University особенный день. Это день рождения К.И.Сатпаева, это день Науки. Огромна роль К.И. Сатпаева и его соратников в становлении и развитии науки. В рамках «Сатпаевских чтений-2021» в этом году отмечается 115-летие со дня рождения А.Ж.Машанова, горного инженера-геолога, соратника К.И.Сатпаева. Имена Каныша Сатпаева и Акжана Машанова, неутомимых исследователей недр внесены в историко-биографическую летопись «Жизнь замечательных людей. Оценивая роль и переосмысливая их вклад в создании и развитии ГКМ Казахстана, можно с уверенностью сказать, что многие их идеи актуальны и сегодня. Для нас - студентов Satbayev University Участие в конференции является почитание и выражение нашей дани уважения великим ученым, великим сыновьям указахского народа.

**Основное содержание работы.** В настоящее время на Донском горно-обогатительном комбинате (ДонГОК) основной объем добычи руды осуществляется подземным способом на шахтах «Молодежная» и «10лет независимости Казахстана (ДНК)», сданной в эксплуатацию в 2001 г. В Донском ГОКе наряду с различными технологическими вопросами, важнейшей задачей является маркшейдерское обеспечение ведения работ. В последние годы в маркшейдерско-геодезической практике и технологии производства работ шагнули, далеко вперед. В связи с этим перед инженерно-техническим персоналом встала задача, связанных с внедрением в производство высокотехнологичных методов ведения маркшейдерских работ.

Одним из реальных примеров является внедрение лазерного сканирования на рудниках Донского ГОКа при маркшейдерском контроле учета добычи.



Рисунок 1– Внешний вид отвалов и шабелей на рудниках ДОНГОКа

При добыче полезного ископаемого производится контроль ведения горных работ в соответствии с утвержденным проектом. Способом такого контроля является производство ежемесячных замеров горных работ с последующим подсчётом объёмов добычи, для чего проводится съёмка складов полезного ископаемого и отвалов породы различными способами.

Внедрение в практику наземных лазерно-сканирующих систем можно назвать наиболее значительным технологическим новшеством в начале XXI века в маркшейдерии, геодезии и ряде смежных отраслей. Технологии лазерного сканирования решили вопрос дискретности съёмки за счёт крайне высокой плотности снимаемых точек, количество которых может составлять десятки миллионов. Подобная плотность позволяет получать «естественную» трёхмерную модель, объекта, причём ещё на стадии» производства, съёмки.

Мгновенная трёхмерная визуализация, высокая точность и степень детализации, высокая производительность труда, комфортные условия полевых работ, получение результата при любых условиях освещения, обеспечение безопасности при съёмке труднодоступных и опасных объектов — вот главные из многочисленных преимуществ» метода перед тахеометрической съёмкой и другими наземными видами съёмки[1].

Исходя из объёмов получаемой во время лазерно-сканирующей съёмки информации можно говорить, о необходимости, оптимизировать данный процесс в целях достижения максимальных результатов при «минимальных временных затратах: как непосредственно в процессе съёмки, так и во время обработки. Излишняя информация об объекте значительно усложняет процедуру создания, трёхмерной модели объекта, так как: «перегружает» её многочисленными точками лазерных отражений; не имеющих отношения к объекту.

Принципиальное отличие технологии лазерного сканирования от традиционных методов геодезических измерений заключается в том, что она позволяет собирать огромный объём информации за очень короткий интервал времени. Путем 3D сканирования получить облако точек с координатами высокой точностью, по скану строится каркасная модель данного объекта, по которым можно быстро и оперативно рассчитать объёмы и площади.

Снимаемый лазерным сканером Faro Focus 3D (США), отвал на территории ДОФ-1 имел форму призмы (рис. 2).



Рисунок 2 - Faro Focus 3D

Faro Focus 3D – высокоскоростной стационарный лазерный 3D-сканер. Габариты устройства без штатива составляют всего 204x200x100мм, что делает его одним из наиболее компактных сканеров в своем классе. Расстояние до объекта может составлять 120 метров, при этом точность сканирования достигает 0,015мм. Сканеры Focus3D – это самые компактные и легкие сканеры из всех доступных на рынке, что делает их идеальными инструментами для выполнения геодезических и маркшейдерских работ[2].

Результаты лазерного сканирования Faro Focus 3D обрабатывались программным комплексом Trimble RealWorks. ПО Trimble RealWorks - это мощное офисное программное обеспечение для получения данных от лазерного сканера Faro Focus 3D и их представления в трехмерном виде[3].

Из отсканированного объекта (в нашем случае отвалы концентратов и руды) строится 3D модель (рис.3,а и б)

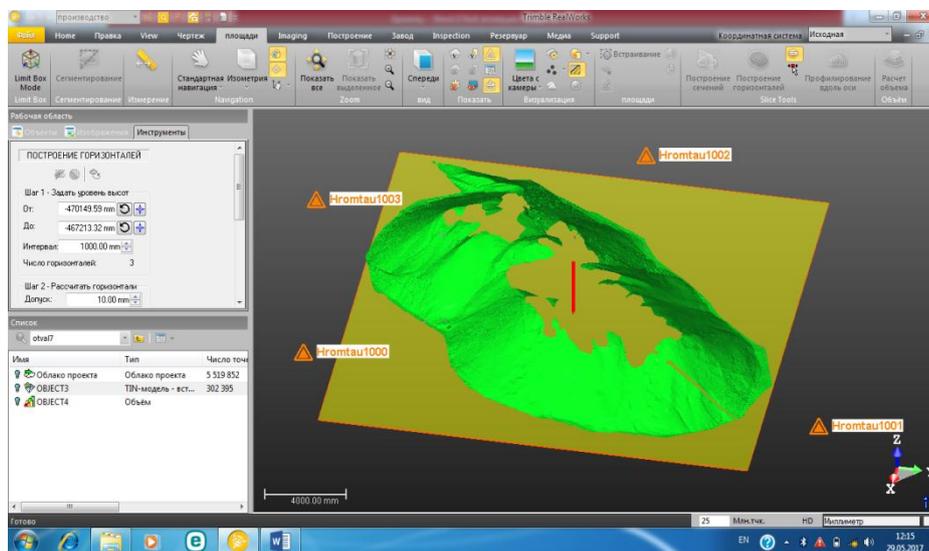
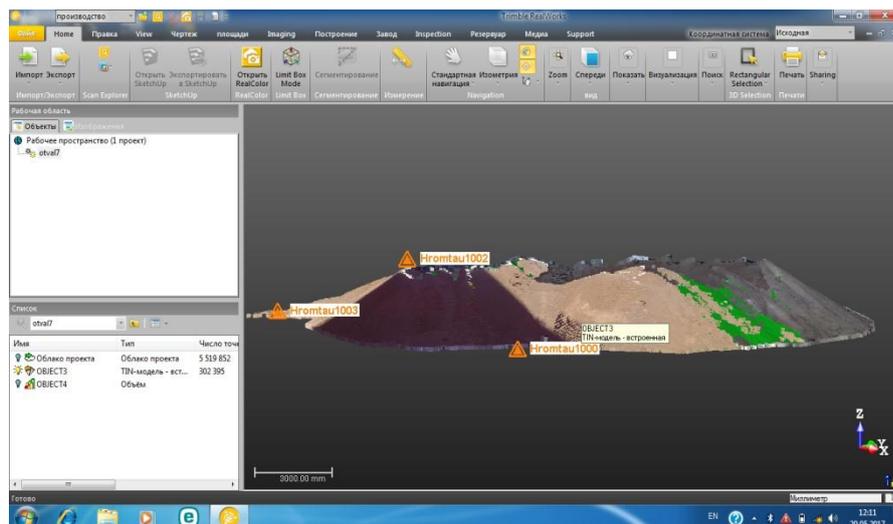


Рисунок 3 - 3D модели отсканированного объекта

При создании модели имеется возможность визуализировать и редактировать её в 3D. Это позволяет оценить качество созданной модели.

Подсчет объемов отвалов разной фигуры выполняется путем построения сетки квадратов и вычисления высот поверхности в узловых точках. Эти высоты интерполируются из плоскостей треугольников, поэтому так важна конфигурация треугольников в модели рельефа. Результат вычислений площади поверхности и объема сразу отображается на экране, в окошке сверху, где показано красной стрелкой (рис.4, а), а результат определения объема показан на рис.4,б синим цветом.

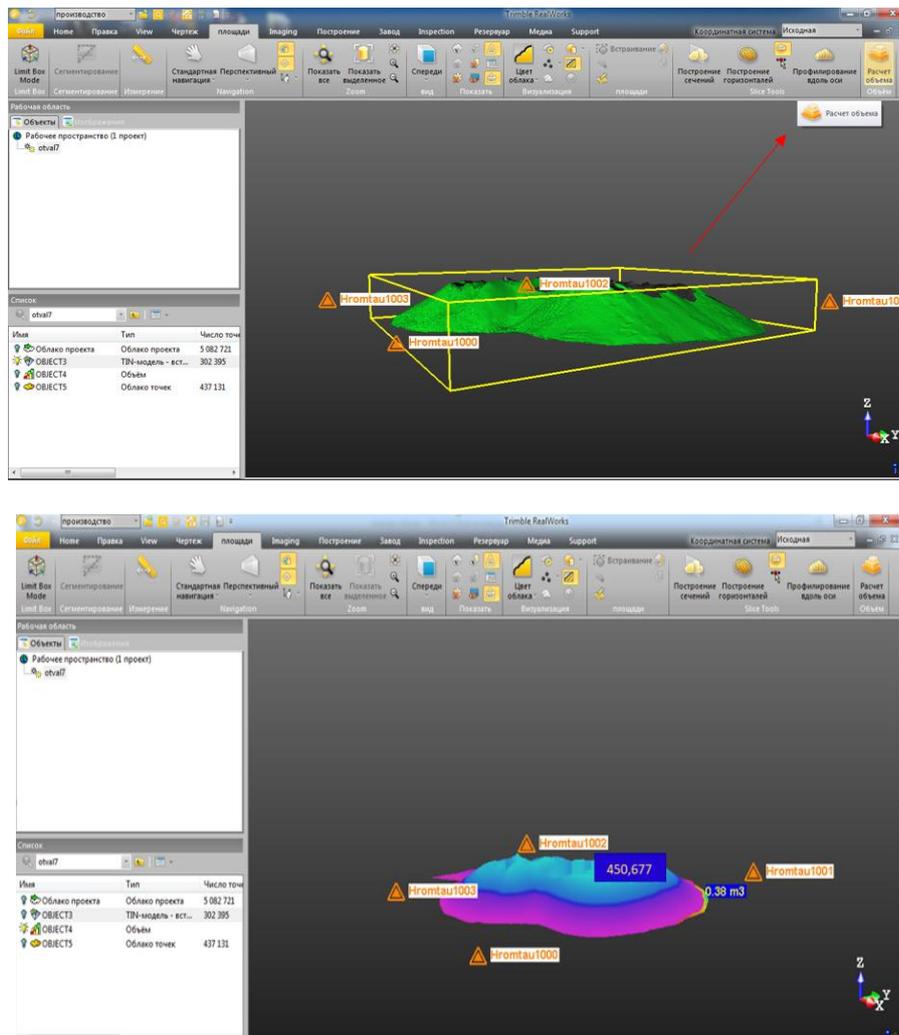


Рисунок 4 - Результат подсчета объема объекта

Таким образом, по результатам лазерного сканирования получен объем –  $450,677\text{ м}^3$ .

Независимо от применяемой измерительной техники, определение объема разбивается на два процесса:

- собственно съемка объекта, объем которого надо определить, и моделирование снятой поверхности;
- определение объема путем вписывания элементарных объемов в пространство, ограниченное этой поверхностью.

Отсюда общая погрешность должна определяться с учетом закономерностей накопления погрешностей измерений внутри каждого из приведенных процессов. Основу программы определения объема рудных складов (тахеометрическим и лазерным сканированием) положен общеизвестный способ вертикальных сечений. Измерительные процессы лазерно-сканирующими системами моделировались на базе модели измерительных процессов традиционной съемки путем увеличения густоты съемочных точек внутри этой базовой модели. На полученной модели изучался процесс накопления погрешностей измерений тахеометрической и лазерно-сканирующей съемками, а также зависимость погрешности определения объема от числа вертикальных сечений[4].

**Выводы.** 1. Остатки товарной продукции на фабриках, незавершенного производства на рудных складах ДГОКа не приведены определенной геометрической форме к маркшейдерскому замеру. При этом маркшейдер, на основании имеющихся директивных указаний, имеет право потребовать от руководства привести отвалы в состояние, удобное для производства замеров.

2. Объемы с высокой точностью, можно определить методом лазерного сканирования. Технологии лазерного сканирования позволяет получать трёхмерную модель объекта. Мгновенная

трёхмерная визуализация, высокая точность и степень детализации, высокая производительность труда, получение результата при любых условиях освещения, обеспечение безопасности при съёмке труднодоступных объектов — вот главные из многочисленных преимуществ метода перед тахеометрической съёмкой и другими наземными видами съёмки.

#### Литература

1. Середович В.А., Комиссаров А.В. Наземное лазерное сканирование: Монография / - Новосибирск: СГГА, 2009. - 261 с.
2. Паспорт лазерного сканера FARO® Laser Scanner Focus3D, 2014.
3. Описание программного обеспечения Trimble® RealWorks®, 2015
4. Нурпеисова М.Б., Кигизбаева Д.М. Лазерная съёмка трещиноватости горных пород и создание 3D моделей// Сб.научн. статей межд.НПК «Проблемы и пути инновационного развития ГМК», - Ташкент, 2014. С.-55-60.

#### И. Орынбасаров

##### **Өндіріс өнімдерін маркшейдерлік есепке алуда лазерлік-цифрлы технологияны қолдану тәжірибесі**

**Андапта.** Мақалада өндірілген пайдалы қазбалардың көлемін маркшейдерлік есептеу жұмыстарында лазерлік сканерді пайдалану технологиясы қарастырылған. Дөң тау-кен байыту комбинатының кеніштері үйінділер мен қоймалар көлемдерін өлшеудің нәтижелері келтірілген..

**Түйін сөздер:** пайдалы қазындылар, рудалық үйіндіер, қоймалар, түсірістер, 3D лазерлік сканер, маркшейдерлің өлшеулер, үшөлшемді модель.

#### I. Orynbasarov

##### **Experience in using laser-digital technology for markshading control of production accounting**

**Abstract.**The technology of application of a laser scanner for surveying measurements of the volume of extracted minerals is considered in the article. Results are given surveying measurements of the volumes of dumps and warehouses at the mines of the Donskoy Ore Mining and Processing Plant.

**Keywords.** minerals, ore dumps, surveying, 3D laser scanner, mine surveying, three-dimensional model.

ӨОЖ 528.8

#### Н.М. Парахатова

*Ғылыми жетекшісі – Алпысбай М. А., лектор, техника ғылымдарының магистрі*

*Сатбаев университеті, Алматы қ., Қазақстан Республикасы*

[naziraparahatova09@gmail.com](mailto:naziraparahatova09@gmail.com), [m.alpysbay@satbayev.university](mailto:m.alpysbay@satbayev.university)

#### **АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МӘСЕЛЕЛЕРІН ШЕШУ ҮШІН SENTINEL-1 РАДИОЛОКАЦИЯЛЫҚ СПУТНИКТИК СУРЕТТЕРІН ҚОЛДАНУ**

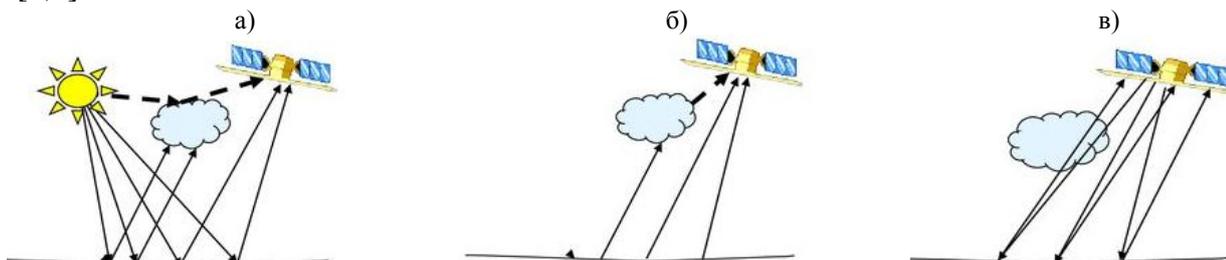
**Аңдатпа.** Қазіргі таңда технологиялардың дамуы барысында Жерді қашықтықтан зондтау көптеген мәселердің таптырмас шешімі болып табылады. Жерді қашықтықтан зерттеу кезінде бірқатар спутниктік жүйелер қолданылады және ол сенімді әрі қолжетімді деректерді алуға мүмкіндік береді, көптеген жұмыстарда негізгі ақпарат көзі болып табылады. Нақты егіншілікті дамыту, өз кезегінде, жаңа технологияларды ақпараттық қамтамасыз етудің жетілдірілген әдістемелік және аспаптық базасын қажет етеді. Заманауи ауылшаруашылық жүйелерін ақпараттық қамтамасыз етудің маңызды ресурсы агроэкожүйелерді қашықтықтан зондтау әдістері мен құралдары болып табылады. Жаңа технологияларды пайдалану физикалы-техникалық және бағдарламалық-ақпараттық өнеркәсіптік инфрақұрылымды құрып, оны дамытумен тығыз байланысты.

Ұсынылған мақалада маңызды саланың бірі - ауыл шаруашылығы мәселелерін шешу кезінде радиолокациялық спутниктік суреттердің қолданылуы, спутниктік жүйенің ерекшеліктері мен мүмкіндіктері қарастырылады.

**Түйін сөздер:** Жерді қашықтықтан зондтау, ауыл шаруашылығы, радиолокациялық жүйелер, ғарыштық радиолокациялық суреттер, Sentinel-1.

Жерді қашықтықтан зондтау ол объектімен тікелей байланыссыз жүргізілетін ақпарат алу әдісі болып табылады. Ол қиын қолжетімді, қауіпті немесе тез өзгеріске ұшырайтын аумақтарды бақылау кезінде жұмыс жасауға мүмкіндік береді. Жерді қашықтықтан зондтау кезінде әр түрлі түсіру аппараттарымен жабдықталған ғарыш құралдары қолданылады. Сәйкесінше, фототүсіріс, сканерлік, радарлық немесе радиолокациялық, жылу түсіріс сияқты бірнеше түсіріс әдістері қарастырылады [1]. Жерді қашықтықтан зондтау кезінде ұшқышсыз ұшу аппараттары да кеңінен қолданылады. Алайда ғарыштық жүйелер бірнеше артықшылықтары арқасында қолданылуы бойынша басым түседі. Оның басты артықшылығы үлкен аумақты қамтуы және қолжетімділігі. Ғарыштық жүйелерден алынған мәліметтер көптеген салаларда қолданылады, соның бірі ауыл шаруашылығы болып табылады. Алынатын деректер пайдалану барысында уақыт өте келе болған ауылшаруашылық алқаптарындағы өзгерістерді анықтауға көмектеседі. Сондай-ақ, шаруашылық жерге қатысты түгендеу, есепке алу, пайдаланылуы туралы ақпараттар, егістіктің жай-күйін бағалау үшін мәліметтер алу сияқты іс-шараларды қамтасыз етуге мүмкіндік береді. Ауыл шаруашылығы кезінде мәселелерді шешу үшін қажетті деректердің маңыздылығы бірнеше поляризациясы бар мәліметтерді қажетті ажыратымдылық бойынша алуда [2,3]. Ғарыштық мәліметтерді ауыл шаруашылығы саласында қолдану тиімді әрі қолжетімді екені ондаған жылдар бұрын дәлелденген. Алайда, белгілі уақыт айырмашылығы аралығында түсіріс жасау, сонымен қатар, бұлттанусыз түсіріс жасауда бірқатар шектеулер бар екені де жасырын емес. Сондықтан, бұндай жағдайлар болмас үшін радиолокациялық спутниктік түсіріс қолданылады. Радиолокациялық спутниктік жүйе ауа-райына тәуелсіз, жер бетінің бұлттылығы мен жарықтандырылуына қарамастан сапалы суреттер алуға мүмкіндік береді (1-сурет). Жерді қашықтықтан радиолокациялық зондтау басқа түсірілім түрлеріне қарағанда бірқатар айырмашылықтарға ие:

- радиолокациялық түсірілімде ұзын толқындар қолданылады. Ауа-райына қарамастан суреттер алуға мүмкіндіктің болуы да осыдан;
- түсірілім материалдары сигналдың амплитудасы мен фазасы сияқты компоненттері туралы ақпараттарды қамтиды. Олар объектілерді тану, оның биіктігін, қоzaғалуын және қозғалыс жылдамдығын анықтауға мүмкіндік береді;
- радиолокациялық түсірілім кезінде поляризация сияқты толқын қасиеті қолданылады [5,6].



Сурет 1 - Қашықтан суреттер алу әдістері: а) көрінетін диапазон; б) инфрақызыл диапазон; в) радарлық зондтау.

Дереккөз: en.ppt-online.org

Радиолокациялық түсіру немесе радарлық түсіру электромагниттік спектрдің радиодиапазонында бүйірлік шолу радиолокаторларының көмегімен жүргізіледі. Нәтижесінде радиолокациялық суреттерді алу радиолокатордың импульстің объектіге және кері қайту уақытын тіркеу жұмысы принципі бойынша жүзеге асырылады [4].

Ең жиі қолданылатын радиолокациялық спутниктік жүйе ретінде Sentinel-1 деректерін қарастыра аламыз (2-сурет).



Сурет 2 - Sentinel-1 спутнигі

Дереккөз:Еуропалық ғарыш агенттігі (European Space Agency)

Италия, Германия және Ұлыбритания сияқты еуропалық елдер әзірлеген Sentinel-1 спутнигі 2014 жылы өз жұмысына кіріскен болатын. Ол аумақты қамтуын жақсарту және түсіріс жылдамдығын тездету үшін екі спутник болып бірігіп жұмыс істейді. Сонымен қатар, полярлық орбитада синтезделген апертурасы (SAR) бар радармен жабдықталған спутник ретінде танылады [7]. Спутник 6-12 күн түсіру жиілігімен С диапазонында түсіріс жасайды. Бұл диапазонда жүргізілетін түсіріс ауыл шаруашылығы егініне мониторинг жүргізуде таптырмас мүмкіндік болып табылады. Алынатын радиолокациялық суреттер басқа диапазонда алынған суреттерге қарағанда топырақты өңдеу тәсілдеріне қатысты дешифрлеу кезінде жақсы контраст береді. Алайда оның кемшілігі де бар. Ол зондталатын қабатқа адиотолқынның терең енбеуі, бұл жағдайда топырақтың ылғалдылығын анықтау сенімділігі азаяды [8]. Оған қарамастан спутниктік маңызды артықшылығы үлкен аумақты түсіру кезінде жоғары ажыратымдылықты сақтауы. Ол Landsat сияқты ғарыштық жүйелерге қарағанда сәл төмен болғанымен, MODIS, NOAA ажыратымдылықтарынан асып түседі. Sentinel-1 ғарыштық деректерін пайдаланудың келесідей ауқымы қарастрылады:

- ауыл шаруашылығы міндеттері үшін ЖҚЗ радиолокациялық деректерін өңдеудің жалпы әдістемесін әзірлеу;

- егілетін дақылдардың құрамын, ауыспалы егісті бақылау;
- өсімдіктер жағдайының мониторингін қарастыру;
- агротехнологиялық жұмыстар барысын бақылау.

Спутниктік деректер бірқатар мәселелерді шешуге мүмкіндік бергенімен, оның кемшіліктерін саралау маңызды болып табылады. Сондықтан оның кемшіліктерін атай кеткен жөн. Ауыл шаруашылығы мәселелерін шешудегі радарлық түсірістің кемшіліктері келесідей:

- тақырыптық түсіндірудің күрделілігі;
- деректердің шулы болуы;
- рельефтің және көлбеу бұрыштың түсіріске әсері;
- түсірілетін беттің кедір-бұдырлы теріс әсері.

Радиолокациялық суреттерді алу кезінде қамтылатын аумақтың кескіні әр түрлі беттік типтегі шығарылған радар сигналының негізінде қалыптасады. Ауыл шаруашылығы саласында беттік тип ретінде егістік дақылдары мен ашық жердегі топырақ беті қызмет етеді. Атап айтқанда, дақылдардың тығыздығы, биіктігі және орналасуы сияқты сипаттамалар негізге алынады. Сонымен қатар, үлкен аумақта бірдей сорттағы жақылдар отырғызылғанымен, оның себілу, жартылу бағыттары да рөл ойнайды. Себебі, спутниктік жүйе түсірісті надирден біршама ауытқу бұрышымен жүргізетіндіктен әр түрлі бұрыштарда егілген өрістегі сигналдың шағылысу қарқындылығында айырмашылық болады.

Радар сигналының таралу сипаты мен қарқындылығын зерттеу арқылы алынған радиолокациялық суреттер егістік дақылдарын жіктеу және ауыспалы егісті картаға түсіру мәселелерін шешу кезінде қолданылады. Радарлық дабыл екі поляризациялық режимдерде сейілуден бөлек, поляризациялық режимдерің кеңістіктегі қатынастар негізінде қалыпқа келтірілген индексті (NDVI) есептеуге мүмкіндік береді. Индекс анықталатын суретте ылғалдылық өте қатты айқын болмайды. Оның көмегімен дақылдардың дамуының табиғи тенденциясын бақылауға болады [9]. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – фотосинтетикалық белсенді биомасса мөлшерінің қарапайым сандық көрсеткіші ретінде қарастырылады. Ол келесі формуламен анықталады:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \text{ немесе } NDVI = \frac{VV - VH}{VV + VH}$$

мұндағы, **NIR**-спектрдің жақын инфрақызыл аймағындағы шағылысу, **RED** -спектрдің қызыл аймағындағы шағылысуы, VN және VV- қос поляризация;

Қорыта айтатын болсақ, кез-келген саланың дамуы, бақылануы және зерттелуі жерді қашықтықтан зондтау мәліметтері көмегімен жүзеге асырылады. Сондай салалардың бірі ауыл шаруашылығы саласы болып табылады және онда Sentinel-1 радиолокациялық жүйесінің суреттері кеңінен қолданылады. Sentinel-1 радиолокациялық суреттері ауыл шаруашылығы саласында көптеген мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Ол үшін бұлттылық немесе ауа-райының қандай да кері әсері сурет алуға мүмкіндік бермеу ықтималдығы жойылады. Сонымен қатар, ауыл шаруашылығы дақылдарының негізгі топтарын дешифрлеуге, ауыл шаруашылығы жерледу туралы деректерді алуға, бақылауға және оның дамуын бақылауға болады. 6-12 күн түсіріс жиілігі сізге қажетті уақытта қарастырылатын деректерді алуға зор мүмкіндік береді.

### Әдебиет

1. Михайлов С.И. Применение данных дистанционного зондирования Земли для решения задач в области сельскохозяйственного производства // Земля из космоса. –2011. – Выпуск 9. – С. 17-23.
2. Барталев С. А., Егоров В. А., Ершов Д. В., Исаев А. С., Лупян Е. А., Плотников Д. Е., Уваров И. А. Спутниковое картографирование растительного покрова России по данным спектрорадиометра MODIS // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. № 4. С. 285–302.
3. Барталев С. А., Лупян Е. А., Нейштадт И. А., Щербенко Е. В. Разработка методов мониторинга пахотных земель России по данным спутниковых наблюдений радиометром Modis. М. ИКИ РАН, 2007, с. 222.
4. Геологический факультет ВГУ [Электронный ресурс] / URL: <http://www.geol.vsu.ru/ecology/ForStudents/4Graduate/RemoteSensing/Lecture03.pdf>.
5. Jensen J. Remote sensing of the Environment and Earth resource perspective. Prentice Hall. – 2006. – 608 p.
6. Woodhouse I. Introduction to Microwave Remote Sensing. – CRC Press, 2005. – 400 p.
7. Дворкин Б. А. Европейская программа GMES и перспективная группировка спутников ДЗЗ Sentinel //Геоматика. – 2011. – №. 3. – С. 14-26.
8. Родионова Н.В. Связь радарных данных Sentinel 1 с наземными измерениями температуры и влажности почвы. Всероссийская конференция “Обработка пространственных данных в задачах мониторинга природных и антропогенных процессов”. 2017
9. Мышляков С. Г. Возможности радарных снимков Sentinel-1 для решения задач сельского хозяйства //Геоматика. – 2016. – №. 2. – С. 16.

### Н.М. Парахатова

#### Применение радиолокационных спутниковых снимков Sentinel-1 для решения задач сельского хозяйства

**Аннотация.** В настоящее время в процессе развития технологий дистанционное зондирование Земли является незаменимым решением многих проблем. При дистанционных исследованиях земли используется ряд спутниковых систем, которые позволяют получать достоверные и доступные данные, являются основным источником информации во многих работах. Развитие точного земледелия, в свою очередь, требует усовершенствованной методической и инструментальной базы информационного обеспечения новых технологий. Важным ресурсом информационного обеспечения современных сельскохозяйственных систем являются методы и средства дистанционного зондирования агроэкосистем. Использование новых технологий неразрывно связано с созданием и развитием физико-технической и программно-информационной промышленной инфраструктуры.

В предлагаемой статье рассматривается использование радиолокационных спутниковых снимков при решении одной из важнейших отраслей - сельскохозяйственных задач, особенности и возможности спутниковой системы.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли, сельское хозяйство, радиолокационные системы, космические радиолокационные снимки, Sentinel-1.

**N.M. Parakhatova**

**Application of Sentinel-1 radar satellite images for solving agricultural problems**

**Abstract.** Currently, in the process of technology development, remote sensing of the Earth is an indispensable solution to many problems. In remote Earth surveys, a number of satellite systems are used, which make it possible to obtain reliable and accessible data, and are the main source of information in many works. The development of precision agriculture, in turn, requires an improved methodological and instrumental base for information support of new technologies. Methods and means of remote sensing of agroecosystems are an important resource for information support of modern agricultural systems. The use of new technologies is inextricably linked with the creation and development of physical-technical and software-information industrial infrastructure.

The article discusses the use of radar satellite images in solving one of the most important industries - agricultural problems, features and capabilities of the satellite system.

**Keywords:** remote sensing of the Earth, agriculture, radar systems, space radar images, Sentinel-1.

УДК 622.83. Г36

**Б.Б. Садықов, Ж.Т. Кожаев, Ж.Д. Байгурин, Б.Б. Имансакипова**

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы,*

[batyrkhan\\_sadykov@mail.ru](mailto:batyrkhan_sadykov@mail.ru)

**КЕН ОРНЫНЫҢ ӨНДЕЛЕТІН АУМАҚТАРЫНДАҒЫ ЖЕР БЕТІНІҢ ЖАЙ-КҮЙІН  
ҮЗДІКСІЗ БАҚЫЛАУДЫҢ ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІ**

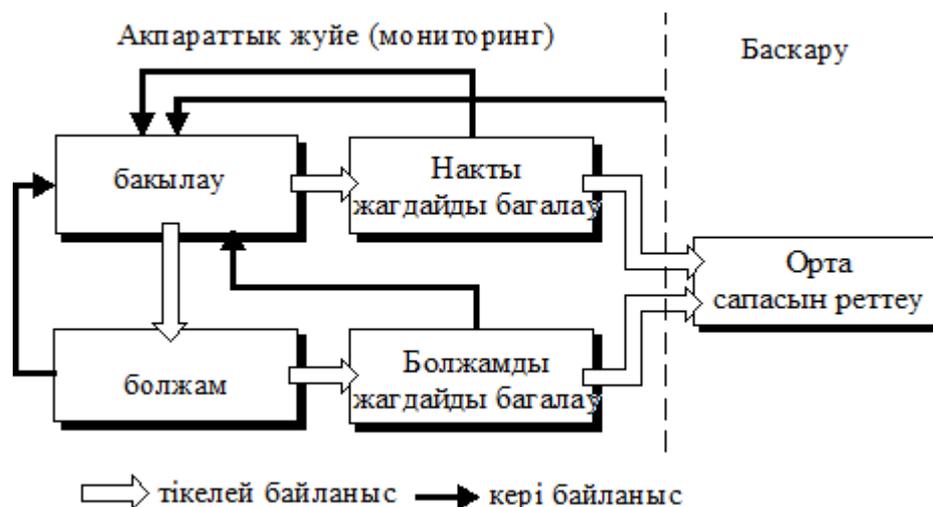
**Аннотация.** Мақалада кен орнының игерілетін аумақтарындағы жер бетінің ықтимал қауіпті учаскелерін үздіксіз бақылаудың геоақпараттық жүйесінің нәтижелері және жер бетінің тау-кен массивінің ығысуының сандық картасын құру келтірілген.

**Ключевые слова:** бақылау, геоақпараттық жүйе, кенорын, сандық карта.

Кен орнының игерілген аумақтарындағы жер бетінің өзгеріштік күйін бағалау жөніндегі зерттеулер детерминистік, реттелген – хаотикалық, түбегейлі түсінілмеген, соңына дейін; дискреттіліктен – континуумға; тұрақты үйлесімділіктің тұрақтылығынан – шексіз өзгерістер мен шешімдер ағынына үнемі өзгеріп отырады. Сондықтан геомеханикалық мәселелер бойынша ғылыми зерттеулердің нәтижелерін арттыру және оларды тәжірибеге енгізу үшін жоғары дәлдікпен бастапқы ақпаратты алу үшін үздіксіз бақылау және өлшеу жүйесінің тиімді әдістерін қолдану қажет.

Тау сілемі өте күрделі объект болып табылады, сондықтан кен орындарын игеру кезінде тау сілемінің геомеханикалық процестерінің жай-күйін бағалау, оң нәтижелер (таным әдістері мен формалары) беру, тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуді құру жөніндегі басқарушылық шешімге үміттену қиын.

Тау сілеміндегі геомеханикалық процестерді зерттеу бойынша жинақталған тәжірибе маңызды бағыттардың бірі кен орнының игерілетін аумақтарындағы жер бетінің жай-күйін үздіксіз бақылаудың геоақпараттық жүйесін одан әрі жүргізу және жетілдіру болып табылатынын дәлелдеді (сурет 1).



Сурет 1 - Жер бетінің құлау қаупі бар учаскелерінің жай-күйіне геомониторинг жүйесінің блок-схемасы

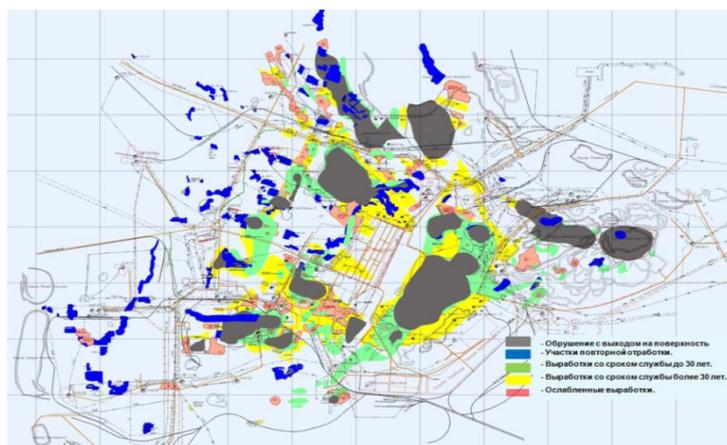
Геомеханикалық процестерді бағалаудың тиімділігі үшін КРИ әдістері мен технологиялары, сондай-ақ жоғары дәлдіктегі жерүсті маркшейдерлік-геодезиялық бақылау құралдары ғылыми және практикалық құндылыққа ие болады. Бақылаудың геоақпараттық технологиясы бірінші миллиметрге дейінгі дәлдікпен жер бетінің тік және жоспарлы жылжулары туралы едәуір дәрежеде сенімді ақпарат жасайды. Ғарыштық радиолокациялық интерферометрия (КРИ) және дәлдігі жоғары жер үсті маркшейдерлік-геодезиялық өлшеулер зерттелетін аумақтардың үлкен аумақтарындағы жер бетіндегі қозғалыстар мен құрылымдардың деформацияларын тікелей картаға түсіруге мүмкіндік береді.

Теңгерімдік қорларды жер асты тәсілімен өндіру кезінде жер бетінің едәуір құлау қаупі бар учаскелерін және тау-кен қазбаларының құлауын тудыратын қазылған кеңістіктер құрылады. Бұл мыс кенінің өнеркәсіптік қорларын бірнеше миллион тоннаға дейін айтарлықтай жоғалтуға әкеледі. тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізу үшін қауіпті жағдай туғызу [1,2,3]. Тәуекелдерді жедел және сенімді бағалау бойынша болжау жүйесі мен әдістерін әзірлеу бойынша жүргізілген арнайы зерттеулер жер қойнауын ұтымды пайдалану және тау-кен жұмыстарын жүргізу қауіпсіздігі проблемалары бойынша өзекті міндеттерді шешуге ықпал етеді.

Сондықтан қауіпті жағдайлардың алдын алу, тау-кен өндірісінің қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыру бойынша шараларды қамтамасыз ету үшін, ең алдымен, геотехникалық сүйемелдеуге дейін ықтимал апатты оқиғалардың орындарын алдын ала білу және қалыптасқан жағдайға сәйкес өндіру технологиясын таңдау қажет. Бұл пайдалы қазбалар кен орнын қамтитын тау жыныстары массивінің жай-күйін алдын ала диагностикалаумен қамтамасыз етілуі мүмкін. Осындай диагностиканың нәтижелері минералдық-шикізат ресурстарының қалған қорларын одан әрі игеру кезінде геотехникалық шешімдердің негізділігін арттыруға мүмкіндік береді. Әлсіреген бөліктің ықтимал геодинамикалық оқиғаларының анықталған орындарында оларды болжау мақсатында мониторинг құралдарымен бақылауды ұйымдастыру керек.

Геомеханикалық мониторинг негізінде кешенді зерттеулер тау-кен массивінің жылжуы мен сызаттануының статистикалық және динамикалық заңдылықтарын ашу, пайдаланылатын кен орны шегінде олардың деңгейін басқару және тұрақтандыру үшін проблемаларды белгілеуге ықпал етеді.

Ғарыштық радиолокациялық интерферометрия, жоғары дәлдікті нивелирлеу, роботтандырылған тахеометрлер және лазерлік сканерлеу технологиялары негізінде геомониторингтің қазіргі заманғы әдістерін пайдалану жер қойнауын игеру кезінде жер бетінің қауіпті учаскелеріндегі тау сілемінің жылжуын болжау жүйесін әзірлеуге мүмкіндік береді. Бұл сынақ кен орнының қауіпті учаскелерінде жер бетіндегі тау массивінің ығысуының сандық картасын жасауға мүмкіндік берді (2-сурет) [4, 5].



Сурет 2 - Жер бетінің жылжуының сандық картасы

Осыған ұқсас зерттеулер TerraSarX ғарыш аппаратын қашықтықтан зондтаудың архивтік радиолокациялық деректері бойынша да жүргізілді.

### Әдебиет

1. Битимбаев М.Ж. Классификация способов комбинированной разработки- важнейший фактор комплексного проектирования отработки месторождений полезных ископаемых.-Алматы: Горный журнал Казахстана, №11, 2019.

2. Ракишев Б.Р.,Абишева З.С., Барменшинова М.Б. Модернизация технологий и производства – решающий фактор в горнодобывающей и горно-перерабатывающей отраслях. -Алматы: Горный журнал Казахстана, №12, 2019.

3. Кожаев Ж. Т., Мухамедгалиева М. А., Мустафин М. Г., Имансакипова Б. Б. Геоинформационная система геомеханического мониторинга рудных месторождений с использованием методов космической радиолокационной интерферометрии – М. Горный журнал 2017 №2.

4. Байгуриин Ж.Д., Кожаев Ж.Т., Имансакипова З.Б., Спицын А.А.. Способ зонного районирования поверхности рудного месторождения по степени потенциальной опасности к обрушению// Сборник трудов 2-ой международной научной школы академика К.Н. Трубецкого "Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр". Москва, 2016, С.31.

5. Садыков Б.Б., Имансакипова Б.Б., Байгуриин Ж.Д., Таукебаев О.Ж. Горно-геометрический подход цифровизации геомеханических процессов сложноструктурного месторождения. Международная конференция, посвященная 120-летию академика К. Сатпаева и 85-летию SatbayevUniversity, 2019.

**Б.Б. Садыков, Ж.Т. Кожаев, Ж.Д. Байгуриин, Б.Б. Имансакипова**

**Аннотация.** В статье приводятся результаты геоинформационной системы непрерывного наблюдения возможных провалоопасных участков земной поверхности на подрабатываемых территориях месторождения и построить цифровую карту смещений горного массива земной поверхности.

**Ключевые слова:** мониторинг, геоинформационная система, месторождение, цифровая карта.

**B.B. Sadykov, Zh.T Kozhaev, Zh.D. Baygurin, B.B. Imansakipova**

**Geoinformation system for continuous monitoring of the state of the earth's surface in the areas of the field under development**

**Abstract.** The article presents the results of a geoinformation system for continuous monitoring of possible sinkholes on the earth's surface in the field's under-developed areas and builds a digital map of the displacements of the earth's surface rock mass.

**Keywords:** monitoring, geoinformation system, field, digital map.

УДК 622.83. Г36

**Б.Б. Садықов, А.А. Алтаева**

*Научный руководитель – Байгуриин Ж.Д. д.т.н., профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы,*

*[batyrkhan\\_sadykov@mail.ru](mailto:batyrkhan_sadykov@mail.ru)*

## ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ТЕРРИТОРИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Аннотация.* Рассмотрены вопросы организации и проведения геомеханического мониторинга при подземной разработке месторождений. В целях обеспечения безопасности горных работ необходимо своевременно регистрировать проявления геомеханических процессов, следить за их развитием и оценивать степень их опасности. Возникает актуальная необходимость организации и проведения геомеханического мониторинга за состоянием массива горных и пород и за сдвижением земной поверхности.

**Ключевые слова:** геомеханический мониторинг, сейсмический мониторинг, нивелирование, визуальный мониторинг.

На стадии доработки рудных месторождений истощение запасов руд и устойчивая тенденция снижения содержания полезного компонента в сырой руде ужесточают в условиях рыночной экономики требования к качеству и количеству сырья. В этой связи повышение объемов извлечения минерального сырья обуславливает необходимость вовлечения в добычу оставшихся в подработанном массиве горных пород запасов руд, в том числе в поддерживающих налегающую толщу целиках.

Интенсивность, глубина и масштабы горных работ, а также длительность разработки месторождения приводят к росту величин сдвижения горных пород. При этом смещаются большие объемы массива, изменяется геометрия пустот в массиве за счет роста объема разрушенных горных пород (целиков, кровли, налегающей толщи, иногда и земной поверхности). Последние, в свою очередь, создают условия для возникновения техногенных катастроф геотехнической природы.

В таких условиях для противодействия операционному риску необходим мониторинг процессов добычи и геотехнических процессов, приводящих к чрезвычайным геодинамическим событиям - техногенным землетрясениям, горным ударам, обрушениям и выбросам пород.

В целях обеспечения безопасности горных работ необходимо своевременно регистрировать проявления геомеханических процессов, следить за их развитием и оценивать степень их опасности. Возникает актуальная необходимость организации и проведения геомеханического мониторинга за состоянием массива горных и пород и за сдвижением земной поверхности [1, 2].

По исследованиям профессора М.А. Иофиса [3] и профессора А.Б. Макарова [4, 5], система геомеханического мониторинга включает в себя следующие обязательные компоненты [6-8]:

- изучение геомеханического состояния массива горных пород: физико-механических свойств пород и руд; природных напряжений горного массива на основе геоинформационных исследований формирования тектонических структур и натуральных определений напряжений в горных выработках; потенциальной удараопасности горных выработок и другие;
- разработку физико-математических моделей горных выработок и контролируемых геомеханических процессов на основе выявленных закономерностей их геомеханического состояния в период разработки месторождения;
- обоснование опасных участков месторождения, выбор и расчет параметров устойчивых элементов систем разработки;
- организацию на рудниках службы геомеханического мониторинга (службы сдвижения, горного давления, прогноза и профилактики горных ударов);
- проектирование и закладку наблюдательных станций напряженно-деформированного состояния в конструктивных элементах систем разработки на опасных участках;
- разработку методов и методик инструментальных наблюдений, выбор приборов и инструментов;
- проведение инструментальных и визуальных наблюдений на наблюдательных станциях службами геомеханического мониторинга;
- текущий контроль устойчивости горных выработок и очистных камер, потенциальной удараопасности на опасных участках с целью своевременного принятия технических мер по

предотвращению вредных процессов горного давления и горных ударов, предупреждения экологических катастроф;

- контроль реализации принятых технических мер и их корректировку с целью обеспечения повышения безопасности и эффективности разработки месторождений, снижения уровня потерь полезного ископаемого при рациональном использовании недр.

Система геомеханического мониторинга земной поверхности и горных пород должна содержать в своем составе следующие базовые методы [9]:

- сейсмический мониторинг;
- методы предварительной диагностики массива горных пород;
- методы скважинной рефлектометрии;
- визуальный мониторинг подвижек горных пород;
- повторное высокоточное нивелирование;
- другие методы инструментальных наблюдений на региональных и локальных участках;
- спутниковые геодезические методы, в первую очередь, методы интерферометрии.

Таким образом, анализ изученности геомеханических процессов показал, что для обеспечения безопасности и повышения эффективности ведения горных работ при отработке оставшихся в подработанном массиве запасов руд, необходимо проводить геомеханический мониторинг.

Процессы добычи полезных ископаемых приводят к изменению сейсмического режима территорий, выражающемуся в формировании наведенной сейсмичности, в усилении проявлений горного давления в выработках и целиках. Последние, в свою очередь, создают условия для возникновения техногенных катастроф.

Для сейсмического мониторинга используется система мониторинга - сеть сейсмических станций, равномерно распределённая на площади месторождения.

В результате локации сейсмических источников и определения их параметров (времени в очаге, координат эпицентра, глубины гипоцентра и магнитуды) появляются данные о сейсмических процессах и явлениях.

Методы скважинной рефлектометрии TDR (Time Domine Reflectometry) основаны на использовании коаксиального кабеля в качестве детектора деформации горных пород. Для этого кабель опускается в пробуренную скважину и прикрепляется к окружающей его породе расширяющимся цементным раствором. По кабелю пропускают электромагнитный сигнал.

При этом, изучению подлежат элементы залегания каждой трещины в нескольких точках, плановая и высотная привязка точек замера, характер поверхности трещин и заполняющий их материал.

В таблице 1 представлен обзор методов измерения сдвижений земной поверхности и их точности.

Таблица 1: обзор методов измерения сдвижений земной поверхности

Метод	Результаты	Диапазон измерений	Точность измерений
Измерительные рулетки	$\Delta$ Расстояние	< 30 м	0.5 мм/30 м
Фиксированный проволочный экстензометр	$\Delta$ Расстояние	< 10-80 м	0.3 м/30 м
Стержень для раскрытия трещины	$\Delta$ Расстояние	< 5 м	0.5 мм
Смещения от базовой линии	$\Delta H, \Delta V$	< 100 м	0.5-3 мм
Геодезическая триангуляция	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$	< 300-1000 м	5-10 мм
Теодолитные ходы	$\Delta X, \Delta Y$	Изменяемый	5-10 мм
Геометрическое нивелирование	$\Delta Z$	Изменяемый	2-5 мм/км
Высокоточное геометрическое нивелирование	$\Delta Z$	Изменяемый	0.2-1 мм/км
Электронные дальнометры (ЭДМ)	$\Delta$ Расстояние	Изменяемый (обычно 1 – 14 км)	1-5 мм + 1-5 ppm
Наземная фотограмметрия	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$	В идеале < 100 м	20 мм от 100м
Аэрофотограмметрия	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$	$H_{\text{высота}} < 500 \text{ m}$	10 см
GPS	$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$	Изменяемый (обычно менее 20 км)	5-10 мм + 1-2 ppm

Радар устойчивости склона (SSR)	Δ Расстояние	Изменяемый	< 1 см
---------------------------------	--------------	------------	--------

Систематизация технических средств для геомеханического мониторинга состояния массива горных пород представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Технические средства измерений для геомеханического мониторинга состояния земной поверхности и горного массива

Методика	Достоинства	Недостатки	Примечания
Оптические инструменты	Низкая стоимость оборудования; Достаточная изученность; Разработанные инструкции обработки результатов.	Трудоемкость измерений. Требования к погодным условиям.	Методика проведения замеров принята в качестве нормативной на предприятиях.
Электронные тахеометры	Высокая частота измерений; Возможность организации непрерывного наблюдения; Простота использования.	Ограниченное количество точек наблюдения. Высокая стоимость оборудования.	Возможность долговременных наблюдений и раннего выявления деформационных процессов.
Системы спутникового позиционирования (GPS)	Высокая частота измерений; Автоматизированная система расчета координат. Погрешность в пределах 2 мм.	Недостаточная точность кинематической съемки. Нет методики оценки, полученных данных для решения задач устойчивости.	При разработке методики оценки данных целесообразно внедрение для оценки устойчивости горных массивов.
Цифровая фотограмметрия	Простота использования. Охват достаточно широкого участка.	Погрешность до 20 мм; Низкая информативность данных	Обосновано внедрение как дополнительной методики наблюдения.
Лазерное сканирование	Высокая скорость измерения до 10000 точек/сек. Точность сканирования 20-50 мм на 500 м <sup>2</sup> . Возможность непрерывного наблюдения.	Требование к погодным условиям; Ограниченная дальность измерений до 1000 м.	Передовая методика наблюдений. Возможно применение для системы раннего оповещения.
Радарный контроль	Высокая точность, погрешность не выше 1 мм; Работает при любых погодных условиях, Высокая дальность измерения.	Высокая стоимость; Затруднение применения для долгосрочных наблюдений.	Основная методика наблюдений при создании системы раннего оповещения.

Обзор технических средств, используемых для выполнения маркшейдерских работ на земной поверхности рудных месторождений, показал, что развитие новых технологий привело к появлению достаточного количества инновационных подходов к геомеханическому мониторингу горных массивов. Однако недостаточно развито направление автоматизированной оценки получаемых данных. Разработка и внедрение систем раннего оповещения на геомеханически сложных участках, позволит повысить экономическую эффективность и общую безопасность ведения подземных горных работ.

### Литература

1. Сосновская Е.Л. Мониторинг геомеханического состояния при освоении жильных месторождений. Вестник ИрГТУ, № 11, 2013 г. С. 1-4.
2. Козырев А.А., Каспарьян Э.В., Федотова Ю.В. Концепция единой системы комплексного геомеханического мониторинга при ведении горных работ в скальных массивах горных пород // Горный информационно-аналитический бюллетень, № 4, 2016 г. С. 168-191. ISSN 0236-1493.
3. Иофис М.А., Негурица Д.Л. Мониторинг состояния сооружений при деформировании их основания. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), семинар №2. 2006 г. С. 138-143.
4. Макаров А.Б. Практическая геомеханика. Пособие для горных инженеров. — М.: Горная книга, 2006. — 391 с. — ISBN 5-98672-038-5 (пер.).
5. Бирючев И.В., Макаров А.Б., Усов А.А. Геомеханическая модель рудника. Часть 1. Создание. Горный журнал России № 1, 2020 г. ISSN 0017-2278. С. 42-48.

6. Леонтьев А.В. Геомеханический мониторинг как элемент горной технологии. Журнал Интерэкспо ГЕО-Сибирь, Том: 2. Номер: 2, 2017 г. С: 329-335

7. Сосновская Е.Л. Геоинформационное моделирование напряженно деформированного состояния конструктивных элементов систем разработки крутопадающих жильных месторождений // Вестник ИрГТУ. 2010 г. № 1. С.155.

8. Орлов Г.В. Сдвигение горных пород и земной поверхности под влиянием подземной разработки. Учебное пособие, 2017 г., 3-е издание, ISBN: 978-5-98672-468-3.

**Б.Б. Садықов, А.А. Алтаева**

#### **Кенорындарының аумағында геомеханикалық бақылау**

**Андатпа.** Жер асты кен орындарын игеру кезінде геомеханикалық мониторингті ұйымдастыру және жүргізу мәселелері қаралды. Тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында геомеханикалық процестердің көріністерін уақтылы тіркеу, олардың дамуын бақылау және олардың қауіптілік дәрежесін бағалау қажет. Тау жыныстары массивінің жай-күйіне және жер бетінің жылжуына геомеханикалық мониторингті ұйымдастыру мен жүргізудің өзекті қажеттілігі туындайды.

**Түйін сөздер:** геомеханикалық мониторинг, сейсмикалық мониторинг, нивелирлеу, визуалды мониторинг.

**B.B. Sadykov, A.A. Altayeva**

#### **Geomechanical monitoring of the territory of ore deposits**

**Abstract.** Consideration of organization issues and conduct of geomechanical monitoring during underground development of mines. In order to ensure the safety of mining operations, it is necessary to timely register the manifestations of geomechanical processes, monitor their development and assess the degree of their danger. It raises the urgent need of the organization and the conduct of geomechanical monitoring for the condition of the massif of rocks and rocks and for the movement of the Earth's surface.

**Keywords:** geomechanical monitoring, seismic monitoring, leveling, visual monitoring.

УДК 62

**М.А. Сайлыгараева**

*Научный руководитель – Байгурин Ж.Д., д.т.н., профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[mariya\\_23365@mail.ru](mailto:mariya_23365@mail.ru)*

### **ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЕФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ВЫСОТНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**Аннотация.** В статье освещаются такие понятия, как мониторинг деформационных процессов высотных зданий и сооружений геодезическими методами, цели геодезического мониторинга, приведены основные этапы мониторинга, координатно-временная основа и виды деформаций, определяемых в ходе мониторинга, а также результаты проведенных работ и формы отчетов.

**Ключевые слова:** геодезический мониторинг, деформационные процессы, высотные здания, уникальные здания, осадок, просадок, подъем, сдвиг, крен.

Во всем мире, где производятся строительство высотных и уникальных зданий и сооружений, уделяется огромное значение вопросам надежности и безопасности их эксплуатации на длительный период сосуществования. Для этого применяется геодезический мониторинг, который является одним из важнейших инструментов обеспечения надежности и безопасности высотных и большепролетных зданий и сооружений в период их строительства и эксплуатации.

Мониторинг геодезическими методами - это комплекс периодических инженерно-геодезических измерений, выполняемых с целью определения количественных параметров общих деформаций зданий и сооружений, их несущих ограждающих конструкций, фундаментов, оснований фундаментов и грунтов, на всех стадиях строительства и в процессе эксплуатации.

Измерения деформаций (наблюдения за осадками) оснований фундаментов зданий и сооружений, а также деформаций земной поверхности (мониторинг деформационных процессов), выполняют в целях:

-определения фактических количественных величин деформаций и сравнения их с расчетными;

- выявления причин возникновения и степени опасности деформаций для безаварийной эксплуатации зданий и сооружений;
  - принятия своевременных мер по борьбе с возникающими деформациями или устранению их последствий;
  - уточнения расчетных данных физико-механических характеристик грунтов;[1]
- На рисунке 1 изображено наблюдение за осадками методом геометрического нивелирования.



Рисунок 1 - Наблюдения за осадками методом геометрического нивелирования

Геодезический мониторинг производится в обязательном порядке на начальном этапе строительства зданий и сооружений - в период выемки грунта (разработки котлована). В этом случае отслеживаются деформации строящихся (реконструируемых) объектов, уровень подземных вод, состояние грунтового массива, а также зданий, сооружений и надземных и подземных инженерных коммуникаций, которые попадают в зону влияния будущей застройки.

Кроме того, мониторинг необходим при возведении надземной части здания или сооружения. На этом этапе специалистами отслеживаются вертикальные перемещения (осадки) и отклонения от вертикали (крен) строящегося объекта. Геодезический мониторинг проводится в течение одного года после ввода здания в эксплуатацию. На данном этапе осуществляется оценка горизонтальных и вертикальных смещений.

Измерения деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, следует проводить в случае появления недопустимых трещин, раскрытия швов, а также резкого изменения условий работы здания или сооружения.[2]

Этапы проведения геодезического мониторинга

Перед началом проведения работ составляется специальная программа геодезического мониторинга, которая содержит описание исследуемых объектов, геологической обстановки и других параметров, оказывающих влияние на виды и точность геодезических работ.

Наблюдения за вертикальными перемещениями осуществляются с помощью высокоточных электронных нивелиров методом геометрического нивелирования по деформационным маркам, устанавливаемым по всему периметру здания, а при необходимости и внутри него. Для измерения крена требуется установка геодезических знаков на верхней и цокольной части объектов. В зависимости от необходимой точности, задач и условий строительной площадки, выбирается оптимальный метод проведения исследований: с помощью цифрового тахеометра или прочего оборудования. Для измерения горизонтальных перемещений подпорных стен, ограждения котлована, отдельных конструкций зданий и прочих объектов мониторинга, по периметру осуществляется установка деформационных марок.

Деформационный мониторинг трещин подразумевает проведение периодических осмотров зданий с целью фиксации дефектов (сколов, трещин и пр.). На выявленных трещинах проводится установка деформационных маяков для проведения периодических наблюдений за их раскрытием (фиксации ширины, длины и направления). В результате составляется дефектная ведомость.[3]

Таким образом, геомониторинг подразумевает циклические измерения деформаций. В ходе проведения исследований инженеры получают данные, необходимые для расчетов деформационных характеристик, определения скорости их изменений и сравнения с предельными значениями. В результате составляется технический отчет, содержащий детальную информацию о полученных деформациях (фотографии, ведомости, схемы расположения марок и пр.), выводы и при необходимости рекомендации.

В ходе мониторинга деформаций оснований фундаментов определяют (отдельно или совместно) величины:

- вертикальных перемещений (осадок, просадок, подъемов);
- горизонтальных перемещений (сдвигов);
- кренов.

Деформации вычисляют по результатам периодических геодезических измерений (циклов наблюдений), которые продолжаются с заданной периодичностью в течение длительного времени.

Мониторинг геодезическими методами можно изобразить в виде схемы работ:

- 1) рекогносцировка (предварительное инженерное обследование участка);
- 2) составление детального технического задания и разработка программы мониторинга;
- 3) установки реперов, создание геодезической основы;
- 4) установка деформационных марок. Проведение первого цикла геодезических исследований;
- 5) проведение периодического мониторинга: периодических наблюдений, контроля стабильности и сохранности геодезической основы.
- 6) формирование кратких технических заключений (промежуточной отчетности).
- 7) составление итогового отчета по результатам всех исследований.
- 8) разработка рекомендаций по предупреждению разрушений.

Координатно-временной основой мониторинга являются исходные реперы и деформационные марки. Положение исходных реперов принято считать стабильным в пределах строго обоснованного допуска. Они используются в качестве исходной основы, относительно которой определяют перемещения деформационных знаков.[4]

Деформационные марки устанавливают на зданиях и сооружениях. В каждом цикле измерений определяются их положения с помощью высокоточных геодезических приборов: тахеометров и нивелиров.

Результаты работ

По завершении работ составляется технический отчет, включающий в себя:

- характеристику объекта, методику проведения геодезических работ (полевых и камеральных), перечень используемого оборудования и точность измерений;
- общие ведомости деформационных характеристик (включают в себя вычисленные значения по всем циклам наблюдений и результаты оценки точности измерений);
- итоговое значение деформаций (по каждой отдельно взятой точке наблюдения). Вычисляется на основе показателей, полученных в ходе измерений первого и последнего циклов исследований.
- анализ результатов, сопоставление с предельно допустимыми и расчетными значениями.
- выводы и рекомендации.
- схема расположения деформационных марок. На нее наносятся пронумерованные контрольные точки с указанием суммарных и текущих значений деформационных характеристик по каждой из них.

Также отчет может содержать: чертежи объекта с линиями равных деформаций, графики деформаций и эпюры распределения осадок по периметру объекта (если это было предварительно указано в техническом задании).

## Литература

1. Пискунов М.Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений. М.: Недра, 1980.
2. <http://leica.geometer-center.ru/msystems/monitoring>
3. Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений. МДС 13-22.2009/000 «ТЕКТОПЛАН». — М.: ОАО «ЦПП», 2010. - 76 с..
4. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1975.

## М. А. Сайлыгараева

### Биік және ерекше ғимараттар мен құрылыстардың деформациялық процестерін геодезиялық бақылаудың негізгі кезеңдері

Аңдатпа. Мақалада геодезиялық әдістерді қолдана отырып, биік ғимараттар мен құрылыстардың деформациялық процестерін бақылау, геодезиялық бақылаудың мақсаттары, бақылаудың негізгі кезеңдері,

бақылау кезінде анықталған деформациялардың координаталық-уақыттық негіздері және түрлері сияқты ұғымдар көрсетілген. орындалған жұмыс нәтижелері және есеп беру формалары.

**Түйін сөздер:** геодезиялық бақылау, деформация процестері, көп қабатты ғимараттар, ерекше ғимараттар, қоныстану, шөгу, көтерілу, ауысым, шиыршық

**М.А. Saylygaraeva**

### **The main stages of geodetic monitoring of deformation processes of high-rise and unique buildings and structures**

**Abstract.** The article highlights such concepts as monitoring the deformation processes of high-rise buildings and structures using geodetic methods, the goals of geodetic monitoring, the main stages of monitoring, the coordinate-time base and types of deformations determined during monitoring, as well as the results of the work performed and the forms of reports.

**Keywords:** geodetic monitoring, deformation processes, high-rise buildings, unique buildings, settlement, subsidence, rise, shift, roll

ӘОЖ 622.271.3

**Б. Сақанов**

*Ғылыми жетекшісі - ассоц. профессор Сандибеков М.Н.*

*Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*

[bekarys.sakanov@mail.ru](mailto:bekarys.sakanov@mail.ru)

### **САЯҚ КАРЬЕРІНДЕГІ БҰЗЫЛҒАН ЖЕРЛЕРДІ РЕУЛЬТИВАЦИЯЛАУ ЖҰМЫСТАРЫН МАРКШЕЙДЕРЛІК ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ**

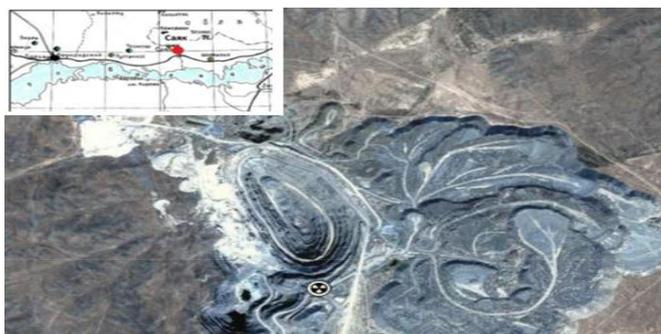
**Андамна.** Мақалада Саяқ мыс кен орнының географиялық орны, геологиялық- жағдайы және тау-кен жұмыстары жайлы мәлімет келтірілген. Саяқ кен алқабының Орталық Қазақстан аумағының дамуындағы алар орнына көңіл аударылған. Карьерлердегі тау-кен жұмыстарының әсерінен бұзылған жерлерді қалпына келтіруге, яғни рекультивациялық жұмыстарды маркшейдерлік қамтамасыз ету туралы мәлімет берілген.

**Түйін сөздер:** кенорны, геология, тау жыныстары, тау-кен жұмыстары, бұзылған жерлер, рекультивация, маркшейдерлік жұмыстар.

**Кіріспе.** Қазақ халқының ұлы ғұлама ғалымдары Қ.И.Сәтбаев пен А.Ж.Машанов қажымайталмай жер қойнауын зерттеген жандар. Жылда сәуірдің 12жұлдызында сәттегі дәстүрлі Халықаралық Сәтбаев оқуларылары, біріншіден Қаныш Имантайұлының туған күні, екіншіден Қазақстандағы ғылым күніне арналған. Биылғы жылы осы атаулы конференция аясында ҚазПТИ (қазіргі ҚазҰТЗУ) дың «Маркшейдерия» кафедрасын 30 жыл басқарған және әл-Фараби мұраларын зерттеуден әлемге әйгілі болған Ақжан әл-Машанидің туғанының 115 жылдығы атап өтілуде. Осындай атаулы ғалымдардың өмір жолдарына арналған конференцияға қатынасу, еңбектерін насихаттау, осы саладағы ғылым мен техниканың жетістіктерінен хабардар болу біз үшін зор мақтаныш.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** Саяқ кен орны Қарағанды облысының Ақтоғай ауданына жатады. Саяқ мыс кені кен орны - Балқаш кен-металлургия комбинатының шикізат базасы. Бұл рудалық алқап бірнеше мыс-молибденді минералды шоғырлардан түзілген, олар: Саяқ аймағындағы ірі кен орындары Саяқ – 1,2,3,4, Тастау және Молдыбай.

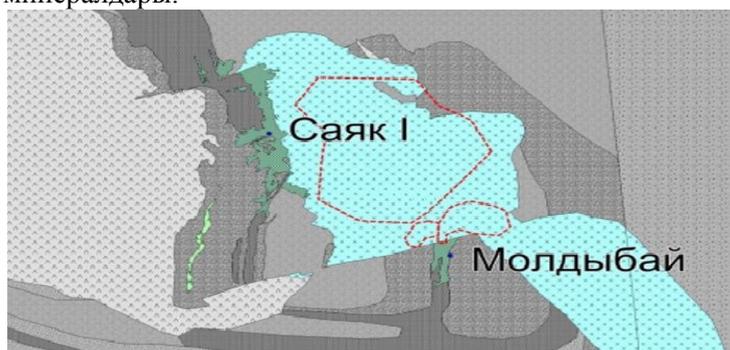
және т.б. (1-сурет). Саяқ-1 карьерінің өлшемдері 1300–780 м, ал тереңдігі - 1 карьер 255–кұрайды.



Сурет 1 - Саяқ рудалық алқабының географиялық орны және ғарыштық суреті

Саяқ кен орнын 1930 жылдары атақты геолог Н.Наковник ашқан, оның жалпы көлемі мыңнан аса квадрат километр. 1950 жылы Қазгеологиялық басқармасы Саяқ геологиялық барлау партиясын ұйымдастырып, сол ауданда ауқымды геологиялық түсіру жұмыстары басталды. 1971 жылдың 6 желтоқсанында жаңа кенішті комбинатпен темір жол байланыстырды. 1997 жылы Саяқ кенішінің «Саяқ - 3» участкесінде жер асты өңдеу басталды.

Негізгі өнеркәсіптік маңызы мыс; екінші реттік-молибден, кобальт, висмут, селен, теллур, магнетит түріндегі темір. Тау жыныстарын құрайтын минералдардың ішінде ең көп тарағандары-халькопирит, магнетит, борнит, пирротин, арсенопирит, кобальтин; пирит, молибденит, сфалерит, галенит,марказит, т мельниковит-пирит, сирек кездесетін алтын, электрум, калаверит, петцит, силванит және висмут минералдары.



Сурет 2 - Саяқ және Молдыбай кен орындарының геологиялық картасының схемасы

Саяқ мыс кені кен орны - Балқаш кен-металлургия комбинатының шикізат базасы. Саяқ-1 карьерінің өлшемдері 1300–780 м, ал тереңдігі - 1 карьер 255– құрайды. Саяқ-1 карьерінің солтүстік және оңтүстік жақтарының көлбеу бұрыштары 30,5 ° және 32 ° -ке тең, батысы - 43 °, ал шығысы - 45 ° ... Орындықтардың беткейлері 60 ° -тан 75 ° -қа дейін өзгереді.

Осындай бір кенді алқапты бірнеше карьерлер іске Бұзылған жерлерді рекультивациялауды маркшейдерлік қамтамасыз ету

Қазақстан Республикасының Жер кодексінің 121-ші бабына сәйкес пайдалы қазындыны өндіру және өңдеу жұмыстары кезінде кәсіпорындар өздеріне белгіленген жерлерді тиімді пайдалануға және қорғауға қажетті шараларды қамтамасыз етуі керек.

Бүгінгі таңда еліміздің барлық жерінің 66% әр түрлі дағдарысқа ұшыраған. Тау-кен өнеркәсібі бұзған жерлердің құнарлығын қалпына келтіру жұмыстарының уақытында орындалмауы - ашық карьерлердің ауыл шаруашылығына тигізетін экологиялық-экономикалық зиянын бағалауда қабылданған біркелкі әдістеменің жоқтығы және оған көңіл аударылмауынан деп түсіндіруге болады.

Кен орнын ашық әдіспен игеру кезіндегі кемшіліктерге жердің бұзылуы жатады. Пайдалы қазындыны қазғандағы бұзылған жерлерге жасыл жамылғысынан айырылған, тау-кен қандылықтары үйінділенген және бастапқы құнарлылығын жоғалтқан жерлер жатады. Жер кодексіне сәйкес тау-кен кәсіпорындары тау-кен жұмыстары барысында барлық бұзылған жерлерді рекультивациялау жобаларына сәйкестендіріп пайдалануға ыңғайлы жағдайға келтіруі тиісті. Осыған орай жарамсыз жерлерді қайта қалпына келтіру проблемасына тау-кен өнеркәсібінде көңіл бөлінбейтіне назар аударуға тура келеді.

Бұзылған жерлерді рекультивациялау – маркшейдерлік қамтамасыз етумен тығыз байанысты және ол бұзылған жерлердің өнімділігі мен халық шаруашылығына жарамдылығын қайтадан қалпына келтіруге, сондай-ақ қоршаған табиғи ортаның жағдайын жақсартуға бағытталған кешенді жұмыстар.

Бұзылған жерлерді рекультивациялаудың техникалық кезеңінде төмендегідей жұмыстар жасалынады:

- 1) бұзылған жерлердің бетін дайындау;
- 2) топырақтың құнарлы қабатын қазып алу, тасымалдау және қоймалау;
- 3) тау-кен жыныстарын үйінділерге сұрыптап қалыптастыру;
- 4) үйінділер және карьер ернеулері беткейлерін кесіп еңістетуге немесе террасалау;
- 5) рекультивацияланатын жерлер бетін тегістеу;

6) рекультивацияланатын учаскелердің жоғарғы қабатын құрайтын тау-кен жыныстарының химиялық және физикалық қасиеттерін жақсартуға бағытталған мелиоративтік кешенді шараларды жүргізу;

7) жол, гидротехникалық және мелиоративтік құрылыстарды салу;

8) рекультивацияланатын үйінді беттеріне топырақтың қабатын төгу.

Рекультивацияның техникалық кезеңін орындау кезінде топырақтың құнарлы қабатын рекультивацияланатын жерлерді әзірлеп болғанша, оларды уақытша қоймаларда сақтауға арнайы талаптар қойылады. Мысалы, құнарлы топырақты жыраларда және беткейлерде үймелеуге болмайды, өйткені олар жауын шашын кезінде және жер беті суларымен жуылып кетуі мүмкін, сондай-ақ оларды қайта тиеу кезінде қолайлы жағдайлар тумайды.

Құнарлы топырақтың өсімдіктің өсуіне жарамды физикалық-механикалық қасиеттерін сақтау мақсаттарымен, олардың уақытша қоймалардың биіктігін 5 м-ден асырмау қажет. Биіктігі артық болса, топырақтағы микробиологиялық процестер сөнеді де, ол тығыздалады және оның қасиеттері төмендейді. Құнарлы топырақтың уақытша қоймаларының беттеріне су және жел эрозияларынан сақтау мақсатымен біржылдық немесе көпжылдық шөптер егеді.

Кен орнын ашық әдіспен қазған кездегі бұзылған жерлерді рекультивациялауды уақытылы жүргізу тау-кен жыныстарының рекультивациялауға жарамдылығына сәйкес оларды үйіндіде сұрыптап қалыптастырып үймелеуге байланысты болады (3 – сурет).

а

ә



Сурет 3 - Рекультивациялаудың техникалық кезеңіндегі жұмыстар:

а- топырақтың құнарлы қабатын қазып алу; ә- алаңын тегістеу

Қазіргі кезде бұзылған жерлерді рекультивациялау, техникалық және биологиялық кезеңдерден тұрады. Техникалық рекультивациялау кезеңі бұзылған жерді алдағы уақытта халық шаруашылығында өз мақсатында пайдалануға әзірлеуді көздейді. Оған жерді тегістеу, үйінді беткейін еңістетуге, топырақтың құнарлы қабатын жинап алып, рекультивацияланатын жерге тасымалдап төгу жұмыстары жатады.

Ал биологиялық рекультивациялау кезеңі техникалық рекультивациялаудан кейін жүзеге асырылатын және топырақтың құнарлылығын қалпына келтіру шараларын қамтиды. Рекультивацияның техникалық кезеңінің соңғы жұмыстарына үйіндінің рекультивацияланатын учаскелеріне құнарлы топырақты төгу болып табылады. Осыған байланысты үйіндінің рекультивацияланатын беті толық тегістелуі тиісті. Тегістеу жұмыстарын жүргізу алдында үйінді беті түсіріліп, қырқалар мен шұңқырларға тасымалданып төгіледі. Рекультивацияланатын үйінді бетін тегістеудің тиімді варианты тау жыныстарын тасымалдаудың экономикалық үлгісін шешу негізінде жасалған тегістеу құжатын қолданғанда болады.

Тегістеу жұмыстарын жүргізбей рекультивацияға жарамды жер бедерін жасау мүмкін емес, сондықтан тегістеу кезінде маркшейдерлік қадағалауды уақытылы жүргізген жөн.

Тегістеу жұмыстары біткеннен кейін, үйінді шөгуді тоқтаған соң үйінді бетіне құнарлы топырақ төгіледі. Үйінді бетінің көлбеулік бағыты нивелирдің немесе теодолиттің көмегімен беріледі. Тегістеу жұмыстары біткеннен кейін, үйінді шөгуді тоқтаған соң үйінді бетіне құнарлы топырақ төгіледі. Үйінді бетіне төгілетін құнарлы топырақтың қалыңдығы рекультивацияның таңдалған бағытына қарай 0,1-0,5 м болады.

Бұзылған жерді рекультивациялаудың ең тиімді бағытын таңдау, жергілікті жердің табиғаты, ауа райы, жер бедері және топырақ жамылғысының ерекшеліктеріне негізделі жүргізіледі де, осындай жақсы нәтижеге қол жеткізу төмендегі бағыттар ішінен қолайлысын таңдау мен шешіледі:

- ауылшаруашылық – бұзылған жерлерде ауыл шаруашылығында пайдаланылатын алқаптарды дайындау (4, а –сурет);

- орман шаруашылық – арнайы және өндірістік мақсаттарда ағаш отырғызу(4, ә- сурет);



Сурет 4 - Рекультивациялаудың биологиялық кезеңіндегі жұмыстар: а -арнайы өсімдіктер егу; ә-ауыл шаруашылығында пайдаланатын алқаптар даярлау

- балық шаруашылық – балық өсіруге жарамды су қоймаларын жасау (5-сурет) ;

- рекреациялық – бұзылған жерлерде түрлі демалыс орындарын салу;

- табиғат қорғау және санитарлық – эстетикалық бұзылған жерлер, үйінділер және қалдық қоймалар беттерін биологиялық немесе техникалық қорғау;

- құрылыс – бұзылған жерлерді өндірістік және тұрғын үй тұрмыстық құрылыстарды салу бағытында дайындау.



Рекультивацияға дейінгі

Рекультивациядан кейінгі

Сурет 5 - Рекультивациялау нәтижесі

Жоғарыда аталған бағыттардың тиімдісін таңдау бұзылған жерді одан әрі пайдалану, бірнеше факторлардың әсері негізінде анықталады, солардың ішінен жердің құндылығын, жерді пайдаланушының мүддесін, ауданның даму болашағын ескеру қажет, ең маңыздысы, өсімдік өсуге жарамдылық деңгейін көрсететін, құнарлы топырақтың сапасы және пайдаланылуы болып саналады.

**Қорытынды.** Сөйтіп, пайдалы қазбаларды ашық әдіспен игеру кезіндегі тозған жерлерді дер кезінде қалпына келтіру үшін, әрбір кәсіпорында рекультивация жұмыстарының құрамын анықтау және оларды орындау барысында материалдық ресурстарды жұмылдырудың, жоспарлаудың, үйлестіру мен басшылық етудің методологиясын қолдану арқасында рекультивациялау тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік туады және зор жетістіктерге жетуге болады.

Әдебиет

1. Нұрпейісова М.Б. Жер қойнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі (монография) - Алматы: КазҰТЗУ, 2016.- 436 б.
2. Нұрпейісова М.Б. Маркшейдерлік іс (оқулық).-Алматы: Дәуір», 2015.-400б.
3. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков К.Б. Маркшейдерлік және геодезиялық аспаптар (оқулық). –Астана: Фолиант, 2013.- 258 б.

**Б. Саканов**

#### **Маркшейдерское обеспечение рекультивационных работ на карьере Саяк**

**Аннотация.** В статье представлены сведения о географическом положении, геолого - географическом положении и горных работах Саякского медного месторождения. Обращено внимание на роль саякского рудного поля в развитии территории Центрального Казахстана. Приведены сведения о рекультивационном обеспечении рекультивационных работ, рекультивационных работ, рекультивационных работ, рекультивационных работ на карьерах.

**Ключевые слова:** месторождение, геология, горные работы, нарушенные земли, рекультивация, маркшейдерские работы.

**B. Sakanov**

#### **Mine surveying for remediation works at Sayak open pit**

**Abstract.** The article presents information about the geographical location, geological - geographical location and mining of the Sayak copper deposit. Attention is drawn to the role of the Sayak ore field in the development of the territory of Central Kazakhstan. Information about the reclamation support of reclamation works, reclamation works, reclamation works, reclamation works in open pits is given.

**Keywords:** deposit, geology, mining, disturbed lands, recultivation, mine surveying.

ӘОЖ 622.271

**М. Сатанов**

*Ғылыми жетекшісі – Сарыбаев Н.О. лектор  
Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан  
[Satanov.mamyr@mail.ru](mailto:Satanov.mamyr@mail.ru)*

### **СОКОЛОВ –САРЫБАЙ КАРЬЕРЛЕРІ БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН МАРКШЕЙДЕРЛІК ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУ**

**Аннотация.** Кен игерудегі ашық тәсілдің даму үрдісінде карьерлердің тереңдігінің, көлемінің және өндірістік қуатының артуына байланысты, карьерлер беткелейлерінің орнықтылығын қамтамасыз ету міндеті маңызды мәселеге ие болады. Осыған байланысты, карьер беткелейлері деформацияларын маркшейдерлік мониторинг жүргізіп қадағалап отыру қажеттігі туындайды. Мақалада Соколов, Сарыбай карьерлеріндегі аспаптық бақылаулардың әдістері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** темір кен орны, геология, тау-кен жұмыстары, карьер беткелейлері, орнықтылық, деформациялар, маркшейдерлік бақылаулар, бақылаудың түрлері.

Кіріспе. Қаныш Имантайұлы Сәтбаевтың есіміне ие болып отырған Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің студенті болғанымыз, қазақ халқымыздың ұлы перзенті Сәтбаевтың туған күнінде өткізлетін дәстүрлі конференцияға және де жер қойнауын Қ.И.Сәтбаевпен бірге жүріп, қажымай-талмай зерттеген ғалым Ақжан Машановтың туғанына биыл 115 жылдығына арналған іс-шараларға қатынасқанымыз біздер үшін зор қуаныш деп білеміз. А.Машанов жер қойнауын, Қ.И.Сәтбаевпен бірге жүріп, қажымай-талмай зерттеген ғалым. Оның мамандығы тау-кен инженері-геолог болғанымен, ғылыми жұмысы маркшейдер мамандығына жақын болды және ол ұзақ жыл уақыт ҚазПТИ дың (қазіргі ҚазҰТЗУ) «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасын басқарды.

Жұмыстың негізгі мазмұны. Қазақстанның темір рудалары бойынша қоры негізінде Қостанай облысында шоғарланған. Олар «Соколов–Сарыбай тау-кен байыту өндірістік бірлестігі» қоғамы (бұдан әрі – "ССКӨБ" АҚ қарасты Соколовс, Сарыбай, Кашар және Қоржынкөл кенорындары. Юдан басқа Орталық Қазақстана Кентөбе және Қаражал темір рудаларының қоры бар.

«ССКӨБ" АҚ - Қазақстан мен ТМД елдерінің темір кендерін өндіру, қайта өңдеу және байыту саласындағы жетекші кәсіпорны. «ССКӨБ» АҚ негізгі өнімі - неофлюсованные железорудные окатыши және железорудный концентрат. Әлемдік стандарттарға сәйкес келетін домна өндірісі үшін

бұл жоғары сапалы шикізат өнімі Қазақстан Республикасына (Қарағанды МК), Ресейге (Магнитогорск МК), сондай-ақ Қытайға жеткізеді.

Соколов кен орны Қостанай қаласынан 40 км оңтүстік-батысқа қарай орналасқан. Карьердегі тау-кен жұмыстары 1959 жылы басталған, 1965 жылдан бастап өндірістік қуаты 9,5 млн.т. жеткен. 2010 жылғы мәлімет бойынша Соколов карьерінің ұзындығы 3400 м, ені 2000 м, тереңдігі 520м құрайды (1-сурет).



Сурет 1 - Соколов карьеріндегі тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы

Кен орнындағы 9 км созылып жатқан, ені 100 метрден 600метрге дейінгі аралықтағы негізгі рудалық зонаның тереңдігі 1600 м.

Сарыбай кен орны Қостанай облысындағы Рудный қаласынан 10 км жерде орналасқан. Карьердің өлшемдері ұзындығы (оңтүстіктен солтүстікке қарай)-1300м, ені (шығыстан батысқа қарай) -2400м, тереңдігі 560 м (2-сурет).

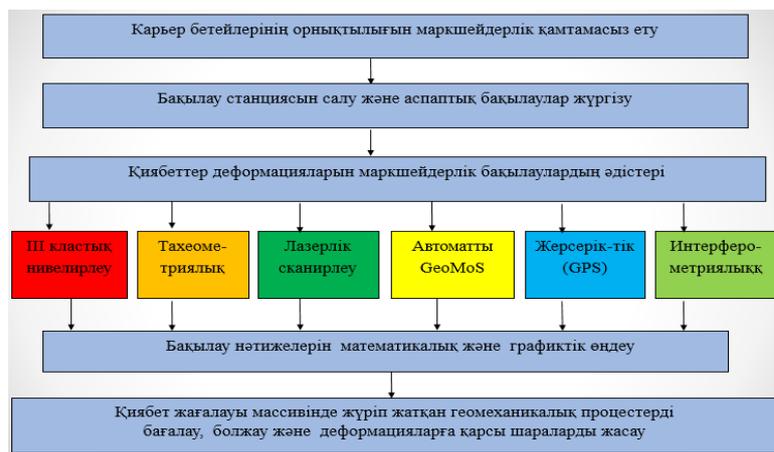


Сурет 2 - Сарыбай карьеріндегі тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы

«ССГПО» АҚ-ның Сарбай және Соколовский темір рудаларының кен орындарын қоршаған ортаға, ең алдымен тау жыныстарының стресс-деформация күйіне әсер ету масштабы тұрғысынан игеруі ауыр апаттарды тудыруы мүмкін ірі техногендік әсер санатына жатады. үйінділердегі үлкен көшкіндер, карьерлердегі жергілікті және ауқымды құлдырау, кеніштердегі жер қыртысының теңгерімсіздігінен туындаған техногендік жер сілкіністеріне дейінгі жыныстардың жарылуы сияқты апатты құбылыстар.

Жобада қабылданған карьер кертпештері параметрлерінің технологиялық шешімдерінің дұрыстығы, бірыңғайлы кешенді жүйеге кіретін маркшейдерлік аспаптық бақылаулар арқылы тексеріліп жүзеге асырылады.

Сөйтіп, мониторингтің басты мақсаты – пайдалы қазбалар кенорындарын ашық әдіспен игеруде, жарықшақты жартасты, жартылай жартасты, сазды және құмдақты–сазды тау жыныстары массивінен түзілген карьер кертпештері мен беткейлерінің орнықтылығын сенімді қамтамасыз ету(3-сурет).



Сурет 3 - Карьер беткейлерінің орнықтылығын маркшейдерлік қамтамасыз ету

Бүгінде қолданыстағы техникалық аспаптардың біршама кемшіліктері бар. Біріншіден, олар тау жыныстары массивінде жүріп жатқан нақтылы геомеханикалық процестерді дәл бейлеп көрсете алмайды, сондықтан да дәстүрлі аспаптық бақылауларға негізделген болжаулық бағаларды сенімді деу жеткіліксіз. Екіншіден, оларды жүргізу өте көп еңбек сіңіруді қажет ететіндіктен, жер бетінің деформациялануы туралы деректерді қажетті мезгілде алуға мүмкіндік болмайды. Осы айтылған кемшіліктерді электрондық тахеометрлерді қолдану арқылы жоюға болады. Соколов және Сарбай карьерлер беткейлеріндегі тау жыныстарының жай-күйін қадағалау Leica Geosystems (Швейцария) фирмасының TCA 120 роботталған электронды тахеометрі арқылы жүзеге асырылады. Себебі электронды тахеометрі пайдалану барлық өлшеу процестерін автоматтандырады және шағылдырғыш призмаларды қолдануд жойылады (сурет. 4,а).

Карьер қиябеттерінің опырыла құлауларын, жарықшақтылығын (4,ә-сурет) және деформациялануын жылжуын лазерлік сканермен жүзеге асырған өте қолайлы.

Лазерлік сканирлеудің мақсаты карьер қиябеттерінде пайда бола бастаған жылжымалар мен отырылуларды дер кезінде табу және күні бұрын ескерту, сонымен қатар адамдардың өміріне қауіпті және кәсіпорнына экономикалық зиян келтіретін деформацияларға қарсы шараларды жасауға мүмкіндік туғызу. Тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерттеуде «Leica Geosystems» (Швейцария) фирмасының HDS4400 тау-кен сканерін қолдану 4,б-суретте келтірілген. Бақылау нәтижелерін өңдеу арнайы I – Site Studio бағдарламасы арқылы жүзеге асырылады



Сурет 4 - а-тахеометрмен бақылау; ә) беткей деформациясы; б)лазерлік сканерлеу

Маркшейдерлік бақылауларда жерсеріктік жүйелерді қолдану. Ғылым мен техниканың соңғы 10-15 жыл ішінде қарқынды дамуы геодезия мен маркшейдерияға координаталарды анықтаудың жер серіктік жүйесі атты жаңа әдісін дүниеге әкелді. Жер серіктері арқылы алынған координаталарды геодезистер кез келген уақытта пайдаланып, тұрған жерінің орнын анықтай алады.

Сөйтіп, 20 ғасырдың соңында дүниеге келген ғылым мен техниканың маңызды жетістіктерінің бірі - Ғаламдық позициялау жүйесі (GPS). Ғаламдық позиционирлеу жүйесін геомеханикалық мониторингта қолданудың бірден бірден бір бағыты карьерлерде маркшейдерлік тірек торларын құру және карьер беткейлері таужыныстарының жай-күйін мониторингтауда қолдану (5-сурет).



Сурет 5 - а) карьердегі GPS құрылымдары; ә) карьердегі GPS бақылаулар

Қазіргі таңда GPS-мониторинг қызметі отандық ірі тау-кен өндірісі кәсіпорындарында табысты қолданыс табауда және геодинамикалық полигондарда және кеніштер аймағында геомеханикалық мониторинг жүргізу үшін жаңа технологияларды енгізу, қазіргі заманауи геодезиялық аспаптармен және бағдарламалық өнімдермен қамтамасыз ету жұмыстары жүргізіліп жатыр.

**Қорытынды.** Қорытындылай келе, "ССГПО" АҚ - Қазақстан мен ТМД елдерінің пайдалы қазбаларды өндіру және өңдеу саласындағы жетекші кәсіпорны. Ол технология саласында өте дамыған және Қазақстандағы ең үздік кәсіпорындардың бірі. Мұнда пайдалы қазбаларды өндіру, оларды тасымалдау және маркашайдер жұмыстарында озық технологиялар қолданылады.

#### Әдебиет

2. Жер қойнауын игердің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі (монография) - Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016. - 430 б.
2. Нұрпейісова М.Б. Геомеханика. Оқулық. - Алматы: ЖООҚ «Дәуір», 2000. - 124 бет.
3. Нурпейсова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов. Монография. - Алматы: КазНТУ, 2014. - 280 с.

#### М. Сатанов

##### Маркшейдерское обеспечение устойчивости бортов Соколовско-сарбайского карьеров

**Аннотация.** В процессе развития открытого подхода к освоению руды, в связи с увеличением глубины, объемов и производственных мощностей карьеров, важной проблемой становится задача обеспечения устойчивости откосов карьеров. В связи с этим возникает необходимость проведения маркшейдерского мониторинга и мониторинга деформаций откосов карьера. В статье рассмотрены методы инструментальных наблюдений на Соколовском, Сарбайском карьерах.

**Ключевые слова:** железорудное месторождение, геология, горные работы, карьерные откосы, устойчивость, деформации, маркшейдерские наблюдения, виды наблюдений.

#### M. Satanov

##### Surveyor support for the stability of the sides of the Sokolov-Sarbay sky quarries

**Abstract.** In the process of developing an open approach to the development of ore, due to the increase in the depth, volume and production capacity of quarries, the problem of ensuring the stability of the slopes of quarries becomes an important problem. In this regard, there is a need to conduct survey monitoring and monitoring of deformations of the slopes of the quarry. The article considers the methods of instrumental observations at the Sokolovsky and Sarbay quarries.

**Keywords:** iron ore deposit, geology, mining operations, quarry slopes, stability, deformations, surveying observations, types of observations.

ӘОЖ 622.271.3

#### А. Тайжанов

*Ғылыми жетекші – Сарыбаев Н.О. лектор  
Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан  
[arman.tajzhan@mail.ru](mailto:arman.tajzhan@mail.ru)*

### ВАСИЛЬКОВ КАРЬЕРІ БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН АВТОМАТТЫ ТҮРДЕ БАҚЫЛАУ

**Аннотация.** Қазақстан әлемдік деңгейдегі минералды-шикізат базасына ие. Оның ішінде қатты пайдалы қазбалардың кен орындарын игерудің ашық әдісіне ерекше орын берілген. Мұндағы карьер

қиябеттерінің орнықтылығын қамтамасыз ету өте күрделі мәселе. Осыған орай, пайдалы кен қазбаларын игеру кезінде карьер бекейлерінің орнықтылығын басқару, оны түзіп тұрған тау жыныстарының геологиялық құрылымының әрқилылығына және кен қазу тереңдігіне қарай өзгеретіндіктеріне және т.б. жағдайларға байланысты маркшейдерлік аспаптық бақылаулар жүргізіледі. Осындай аспаптық бақылаулардың ішінде карьер беткейлерінің орнықтылығын автоматты түрде бақылау өзекті мәселе болып есептеледі.

**Түйін сөздер:** алтын кен орны, геология, тау-кен жұмыстары, карьер беткейлері, орнықтылық, деформациялар, маркшейдерлік бақылаулар, бақылаудың түрлері.

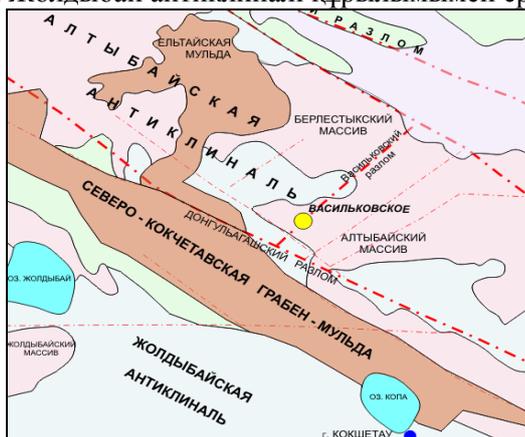
Халқымыздың ұлы перзенті, заманымыздың заңғар ғалымы Қ.И.Сәтбаевтың туған күніне орай 12 сәуірде өткізілетін жас ғалымдардың дәстүрлі Халықаралық конференциясына қатысу Satbayev University студенттері- біздер үшін қуанышты сәт. Сонымен қатар, «Сәтбаев оқулары -2021» аясында, аты әлемге мәшкүр Ақжан Машановтың туғанына биыл 115 жылдығына арналған «Әл Машани көзқарасындағы жер қойнауының үйлесімдігі» атты секцияға өз үлесімізді қосу парыз деп білеміз.

Бүгінде алтыннан басқаның барлығы бос қиял. Валютаның дүниежүзілік бағасы төмендеп, финанстық кризистер туындап жатқанда, адамдар жасыл қағаз-долларды еске алады, ал алтын кез-келген жағдайда бағасын жоғалтпайды. Қазақстанның асыл металдармен байлығында шек жоқ, оны тек қана Солтүстік Қазақстанда ашылған 41 кен орнынан байқауға болады. Солардың бірі бүгінгі «Altyntau Kokshetau» ЖШҚ қарасты Васильков алтын кен орны.

Оның негізгі акттері Қазақстанда орналасқан, әлемнің ең ірі және тез өсіп келе жатқан алтын өндірісшілерінің бірі. Компания өндіріс, «Good Delivery Rules» London Bullion Market Association (LBMA) сәйкес алтын кенін шығарудан тазартылған алтын құймасын шығаруға дейін толық циклді қамтып отыр

"Altyntau Kokshetau" (бұрынғы Васильков тау-кен байыту комбинаты) — Қазақстанның Ақмола облысында Васильков алтын кен орны негізінде орналасқан ірі алтын өндіру компаниясы(тау-кен байыту фабрикасы) , Қазақстандағы ең ірі алтын кен орны — Васильковское кен орнын игеруде, оның қоры шамамен 360 тоннаны құрайды (басқа деректер бойынша 500 тоннадан астам). Қазақстандық мырыш, қорғасын, мыс, алтын және күміс өндіруші "Қазмырыш" ЖШС 100% еншілес компаниясы болып табылады.

Кендік алқап құрылысының негізгі ерекшелігі интрузивті түрлердің ала-ала болып келуі. Кенорны негізгі рифей түрі Алтыбай интрузивті массивіне қарай тартылады. Геологиялық-құрылымдық планы бойынша Васильков кенорны Донғылағаш тектоникалық жарылымы тіліп жатқан Көкшетау мұльдасы мен Жолдыбай антиклиналі құрылымымен ерекшеленеді(1-сурет).

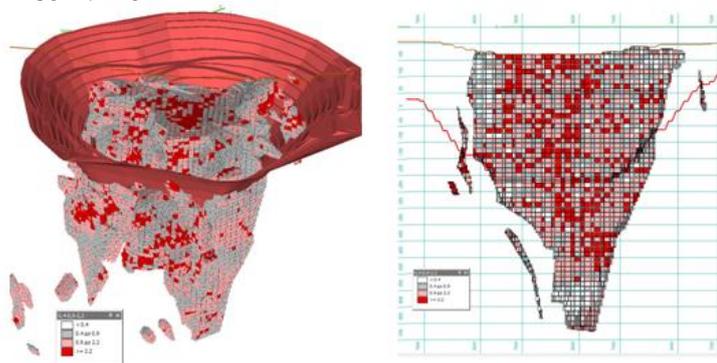


Сурет 1 - Васильков кен орны ауданының шолу картасы және структуралық сұбасы

Қорлардың соңғы есебі (ҚР № 749-08-К хаттамасы 2008 жылдың 23 қазанында) жүргізілді және ашық жұмыстар үшін балансты фабрикалық рудалардың қорлар бекітілді.

Алынған сынамаларда тау жынысындағы алтынның массасы аз мөлшерде – 0,4 г/т бастап 2,2 - 9 г/т дейін ауытқып отырады. Фазалық сараптаманың бойынша анықталған алғашқы кендерді 90 % -ға, яғни 0.074 мм ірілікке дейін ұсақтаған кезде алтынның негізгі массасы жойылады да, цианирлеу әдісі

арқылы алынады. Блоктық модельдеудегі алтын мөлшері таралуының көлемдік түрі( 2,а –сурет) мен кимадағы сипаттамасы(2,ә –сурет) берілген.



Сурет 2 - Алтынның көлемдік моделі және профиль бойынша таралуы

Васильков кен орнының бірден-бір ерекшелігі – ондағы алтын қорының көлемінде. Табиғат Васильков кенішіне 350 тонн жуық, Менделеев жүйесіндегі 79 нөмірлі элементті қоймалаған. Бұл деген дүниежүзілік үлкен көрсеткіштердің бірі. Мұндағы алтын рудасы 500 метр теңдікке дейін барланған, карьердің ауданы 1210мың. м<sup>2</sup>, ұзындығы 1300 м, ені -1200 м(3-сурет және 1-кесте). Дәл кәзір карьердің терендігі 200 м болса да, әрі қарай бұл алтын кенін жерасты әдіспенен игеру жобаланып отыр.

Бұл карьер алтынға толы терең -жер тостағаны тәрізді. Карьердің үстіңгі жағында көкшенің көк аспанында құстар ұшып жүрсе, төменгі жағында, яғни карьер ішінде самосвалдар алтын құрамды тау жыныстарын тасуда. Егер де Қазқстанда алтынға толған тостаған бар десек, ол мына Сіздердің назарларыңызға ұсынылып отырған Васильков карьерінің бейнесі.



Сурет 3- Васильков карьерінің жалпы бейнесі

Кесте 1 - Карьердің негізгі парметрлері

Көрсеткіштері	Өлшем бірлік.	Мөлшері
Жер бетінде алып жатқан ауданы	тыс.м <sup>2</sup>	1 300.0
Карьердің ені (батыстан шығысқа қарай)	м	1210.0
Карьердің ұзындығы (солтүстіктен оңтүстікке)	м	1290.0
Карьердің терендігі- Н	м	350.0
Кеннің қалыңдығы – m	м	250
Кеннің созылымды қ ұзындығы- L	м	950
Кемер биіктігі -h	м	30
Кемер беткейінің бұрышы- α	градус	60
Пайдалы қазындының тығыздығы- γ	т/м <sup>3</sup>	2,7

Карьер беткей кемерлері қиябеттерінің орнықтылығын қамтамасыз ету және қадағалап отыру маңызды мәселе. Бұл мәселені шешу - карьер қиябеттері жағдау массивтерінің жай-күйіне маркшейдерлік бақылаулар жүргізу арқылы жүзеге асырылады. Карьер беткейлерінің деформацияларын маркшейдерлік бақылаулар көптеген әдістері және оларға тән аспаптары бар,

нивелірлеу, тахеометриялық, лазерлік сканерлеу, жерсеріктік(GPS), автоматты түрде, интерферометриялық сияқты әдістері бар.

Солардың ішінде карьер беткейлері тау жынысарының жылжуы жайлы деректерді GeoMoS жүйесі автоматты түрде алу Васильков карьерінде жүзеге асырылған.

GeoMoS жүйесі сенсорларды толығымен автоматты режимде алыста тұрып-ақ басқарады және өңдей алады. Бұл жүйе барлық өлшеулерді өте жоғары жылдамдықпен жүргізе алады және адам факторымен байланысты қателіктерді жойып отырады. Оператор тек қана бақылауларға қажет аспаптарды лайықты жерге орналастырады, бірыңғай жүйеге қосады және алынған мәліметтерге сапалы түрде талау жасайды. Васильков карьеріндегі автоматты бақылау жүйесі тәулік бойы кемер таужыныстарының деформациясын бақылап отырады(4-сурет).

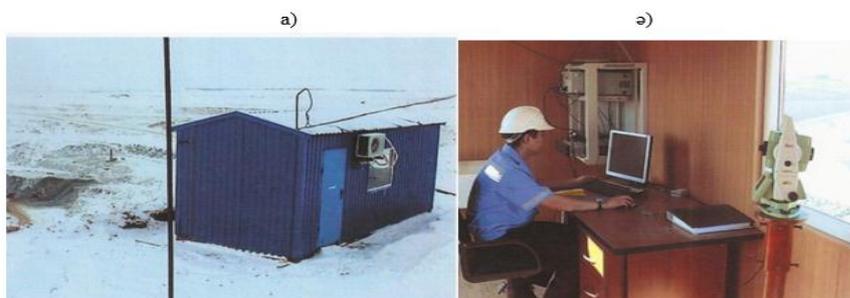


Сурет 4 - Карьердің жалпы көрінісі және GeoMoS жүйесінің күресі

Автоматтандырылған жүйенің әсерлі жұмыс істеуі үшін, бағдарламалық кешендерден басқа, бірнеше техникалық жағдайлар орындалуы тиісті:

- аспапты орнатылатын арнайы күрке (өлшеулер жүргізілетін пункт) орнын таңдау және орнату;
- аспап орнатылатын тұғырлықтың (бағананың) конструкциясы;
- бақыланатын және қадағалау нүктелерін дұрыс жерлерге орнату.

Өлшеу күркесі аспапты қоршаған орта әсерінен қорғау және дәлдігін жоғарлату үшін қолданылады (5,а-сурет). Аспаптық бағана (5,ә-сурет) металдан немесе бетоннан жасалады. Оның биіктігі 2,2 ден 2,5 метр аралығында, 1,0 метр тереңдікке бетондалып бекітілген. Бағананың үстіңгі жағында аспапты бекітетін винт және призмалық шағылдырғышы бар горизонталь алаңша орнатылады.



Сурет 5 - Васильков карьеріндегі автоматтандырылған GeoMoS жүйесі  
а - тұрақты станцияның күркесі; ә - күркенің ішкі көрінісі

Деректерді автоматты түрде алу үшін арнайы бағдарламалық кешен пайдаланылады. Ол Microsoft басшылығымен жұмыс істейтін: Windows 95/98, Windows 2000 операциялық жүйедегі CREDO бағдарламасы, өйткені бұл кәзіргі кездегі ең қолайлы, заманауи графиктік интерфейс бар операциялық жүйе. Бұл жүйе Қазақстанда 2010 жылдан бастап тек «Алтынтау-Көкшетау» АҚ қарасты Васильков карьерінде ғана егізіліп өз нәтижесін беруде.

Геология және тау-кен салаларында тұрған өзекті мәселелерге кен орындарын игерудің жаңа тәсілдерін, әдістері мен технологияларын әзірлеу қажеттілігін анықтайды. Сондықтан да, минералдық ресурстарды басқару жүйесін дамытудың барлық кезеңдерінің қажетті құрамдас бөлігі жүргізілетін жұмыстардың дәлдігін және жер қойнауын пайдаланудың тиімділігін арттыруды қамтамасыз ететін инновациялық геодезиялық сүйемелдеу болуға тиіс.

## Әдебиет

3. Жер қойнауын игердің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі(монография)- Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016.-430 б.
2. Нұрпейісова М.Б. Геомеханика. Оқулық.- Алматы: ЖООҚ «Дәуір», 2000.-124бет.
3. Нурпейсова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов. Монография. -Алматы: КазНТУ,2014.-280с.

**А. Тайжанов**

**Наблюдение за устойчивостью бортов Всильковского карьера в автоматическом режиме**

**Аннотация.** Казахстан обладает минерально-сырьевой базой мирового масштаба, где место отводится открытому способу разработки месторождений твердых полезных ископаемых. При открытой разработке обеспечение устойчивости бортов карьера является сложной проблемой. В связи с этим управление устойчивостью карьеров при разработке полезных ископаемых, изменение геологического строения горных пород, составляющих его, и глубины отработки и т.д. В зависимости от обстоятельств проводятся изыскательские инструментальные проверки. Среди таких инструментальных средств контроля актуальной является автоматический мониторинг устойчивости откосов карьера.

**Ключевые слова:** месторождение золота, геология, разработка месторождений, откосы карьеров, устойчивость, деформации, геодезические методы контроля, виды контроля.

**A. Taizhanov**

**Monitoring the stability of the walls of the Vasilkovsky open pit in automatic mode**

**Abstract.** Kazakhstan possesses a mineral-raw-material base of the world scale. This is the future of its economy and prosperity, almost the only indicator of the diversification of production, the departure from the commodity orientation to the high-tech industry. Therefore, ensuring the stability of the sides of the quarry is a complex problem. In this regard, the management of the stability of open pits in the development of minerals, changes in the geological structure of the rocks that make up it, and the depth of mining, etc. Exploratory instrumental checks are carried out depending on the circumstances. Among such control tools, automatic monitoring of the stability of open pit slopes is relevant.

**Keywords:** gold deposit, geology, mining, quarry slopes, stability, deformation, geodetic control methods, types of control.

УДК 622

**К. Такиева**

*Научный руководитель - Айтказинова Ш.К. ассоц.профессор  
Satbaev University, г.Алматы, Республика Казахстан,  
[kamillatakieva4@gmail.com](mailto:kamillatakieva4@gmail.com)*

## ИЗУЧЕНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКЖАЛ

**Аннотация.** В статье рассматриваются общие краткие сведения о цинковом месторождении Акжал, его роли в развитии горнодобывающей промышленности. Представлены геологические, структурные и тектонические особенности месторождения, существующее положение карьера и рудника. Несмотря на то, что месторождение «Акжал» относится к разряду неизученных по процессу сдвижения горных пород, приведены угловые параметры сдвижения, принятых при проектировании подземного рудника

**Ключевые слова:** месторождение, Акжал, проект, руды, Центральный карьер. Восточный карьер, подземные выработки.

12 апреля - день казахской науки! Сегодня в день рождения нашего великого соотечественника, мы отмечаем большой вклад Каныша Сатпаева в развитии науки, производства и нашего КазГМИ-КазПТИ-КазНТУ-КазНИТУ! С законной гордостью отмечаем величайшую заслугу К.Сатпаева в создании прогнозной металлогенческой карты полезных ископаемых Центрального Казахстана. Работая по этой карте, геологи до сих пор продолжают открывать богатства недр нашей республики. Одним из многочисленных месторождений Центрального Казахстана является тема моего доклада-цинковое месторождение Акжал.

Административное месторождение «Акжал» и одноименный рудничный поселок расположены в Шетском районе Карагандинской области в 240 км к юго-востоку от областного центра. Ближайшие

железнодорожные станции находятся соответственно в 80 км юго-западнее (Мойынты) и в 110 км северо-западнее (Акадыр).

В 12 км восточнее проходит автотрасса Алматы - Астана (рис.1). Ближайшим горнопромышленным центром является г. Балкаш, расположенный в 130 км к юго-востоку.

Акжалское месторождение было открыто в 1880 году, добыча руды началась в 1935 г. Полномасштабная добыча началась с разработки месторождения открытым способом и с пуском в 1951 году обогатительной фабрики на 600 тыс. тонн руды в год.

В 1959 году выпущен технический проект карьера рудника институтом «Среднеазиатским Гипроцветмет», на основании которого велись горные работы открытым способом.

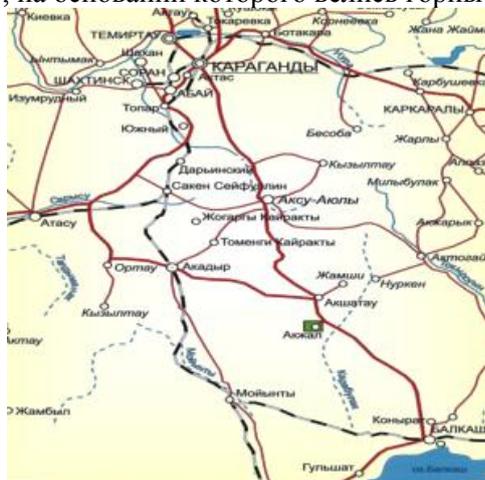


Рисунок 1 - Обзорная карта района

Месторождение Акжал разрабатывалось раздельно одноименными карьерами: карьеры Западный и Центральный, которые в начале 70-х годов соединены горными работами в один карьер – Центральный и Восточный карьер заложен в 1981 году по проекту института СПКТБ Казминцветмета на глубину 165м.

Начиная с 1997 года правом на проведение добычи свинцово-цинковых руд месторождения Акжал владеет управляющая швейцарская фирма «Nova Trading & commerce AG». Добычу и переработку руды ведет СП ТОО «Nova-Цинк», а с 2006г. - ТОО «Nova-Цинк» (смена собственника управляющей фирмы). ТОО «ПИЦ по горным работам» РГП «НЦ КПМС РК» 2002-2010 г. (г.Алматы) разработан проект Реконструкции Центрального карьера до отметки 315 м на базе переоцененных запасов месторождения Акжал до 2021 года. ТОО «Nova-Цинк» отрабатывает месторождение открытым способом разработки (промплощадка №1). С 2016 года предприятие перешло на комбинированный способ отработки открыто-подземным. В 2020 г. отработка месторождения открытым способом заканчивается. Промплощадка №2 – перевалочная база является вспомогательным участком рудника Акжал, необходима для производства отгрузки продукции потребителю и доставки моварно-материальных ценностей.

Месторождение прослеживается на 5,5 км, рудные тела в центральной части месторождения имели выход на дневную поверхность, залегание рудных тел на глубину до 600м, ширина рудной зоны до 350м, падение в Центральной части крутое, на Восточном участке – пологое (до 20-30°). Мощность рудных тел весьма изменчива, характеризуется наличием отдельных пережимов, раздувов и разветвлений[1].

По минеральному и химическому составу руды практически идентичны. Руды комплексные, основные компоненты: цинк и свинец; попутные – серебро и кадмий. Повсеместно руды содержат также барит, но содержание его низкое, не позволяющее рассматривать барит в качестве еще одного попутного компонента, имеющего промышленное значение.

Рудная зона характеризуется сложным внутренним строением, распределение цинка неравномерное и весьма неравномерное, а свинца – весьма и крайне неравномерное, встречаются пластообразные и седловидные рудные тела и залежи прожилково-вкрапленных руд, рудные тела не выдержаны по падению и простиранию, имеют пережимы и раздувы, разветвляются и соединяются вновь. Рудоносная и вмещающая толщии представлены скальными породами: массивными, изредка скарнированными и ороговикованными, известняками, алевролитами, порфиритами, известковистыми песчаниками (рис.2).

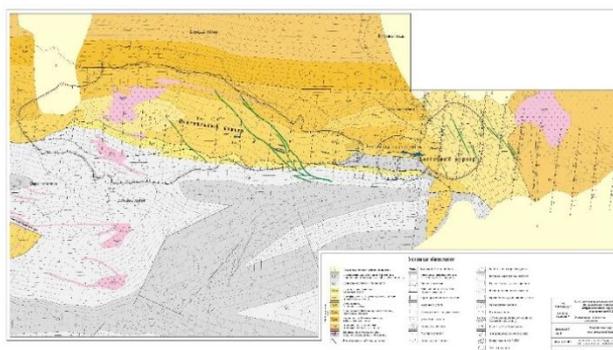


Рисунок 2 - Геологическая карта района месторождения Акжал

Помимо пликативных нарушений наблюдается большое количество дизъюнктивных, сформировавшихся в дорудное, внутрирудное и пострудное время; они отличаются своими размерами, амплитудами смещений и интенсивностью, сопровождающей их трещиноватостью и рассланцеванием пород. В настоящее время неглубоко залегающие руды Центрального участка отрабатываются одноименным карьером с завершением работ (Рис. 3).



Рисунок 3 - Состояние горных работ на карьере «Центральный»

Подкарьерные запасы месторождения «Акжал» в соответствии с горнотехническими условиями разработки, принятой схемы вскрытия, порядка отработки запасов и рекомендациями заказчика предусматривается отрабатывать системами подэтажного принудительного обрушения с боковым и торцевым выпуском руды при устойчивых и среднеустойчивых рудах и вмещающих породах со средней мощностью до 20 м и выше средней[2,3].

Месторождение «Акжал» относится к разряду неизученных по процессу сдвижения горного массива. Средний угол падения рудных тел для Восточного участка ( $\alpha=19^\circ$ ), для Центрального участка ( $\alpha=85^\circ$ ). Коэффициент крепости по шкале М.М. Протоdjаконова составляет: для руд  $f=6$ , для пород  $f < 8$ .

Границы зон влияния подземных разработок определены согласно разделу III «Временных правил охраны сооружений и природных объектов...».

Числовые значения нормативных угловых параметров сдвижения составляют:

- для Центрального участка
- а) по висячему боку  $\beta - 65^\circ$ ;
- б) по лежащему боку  $\gamma - 65^\circ$ ;
- в) по простиранию  $\delta - 70^\circ$ ;
- для Восточного участка
- а) по висячему боку  $\beta - 70^\circ$ ;
- б) по лежащему боку  $\gamma - 70^\circ$ ;
- в) по простиранию  $\delta - 70^\circ$ .

В 2011 году КГЦМ разработал технико-экономическое обоснование вскрытия и отработки подземным способом.. Техническое задание на проектирование «Проекта промышленной разработки запасов месторождения «Акжал» подземным способом выдано институту «Казгипроцветмет»[4]. Согласно проекту 2013 года, отработка Центрального участка месторождения предусматривалась с выделением пускового комплекса: штольнями, механизирован-ным восстающим № 1 и автотранспортным уклоном. В карьере «Центральный» расположены порталы штолен 465 м и 425 м (рис.3).



Рисунок 3 - Портал штольни

Планом горных работ предусматриваются системы поэтажного обрушения с применением дизельного самоходного оборудования.

Определены основные технико-технологические показатели, соответствующие передовым достижениям отечественных и зарубежных предприятий и предусмотрены профилактические мероприятия по созданию безопасных условий труда подземных рабочих и промышленной санитарии.

Размещение проектируемых поверхностных объектов выполнено на основе технологических решений, вне границы зоны опасных деформаций (предполагаемая зона сдвижения от горных работ), с учетом существующих застройки, транспортных коммуникаций и селитебной территории. Решения по генеральному плану выполнены с соблюдением требований Технического регламента, требований СН РК 3.01-03-2011, СП РК 3.01-1-3-2012, СН РК 3.03-22-2013, СП РК 3.03-122-2013.

#### Литература

1. Байбатша А.Б Модели месторождения благородных металлов. Монография/ Байбатша А.Б.- Алматы, КазНТУ.2014г.
2. Поречин А. А., Красиков В. Н., Дергачев Е. В. и др. «Отчёт о результатах геологоразведочных работ за 2007–2008 гг. в пределах Восточного участка свинцово-цинкового месторождения Акжал с подсчётом запасов по состоянию на 01.10.2008 г.» – ТОО КПК «Геолсервис», Алматы, 2008.
3. Красиков В.Н., Поречин А.А., Дергачев Е.В. и др. «Отчет о результатах доразведки глубоких горизонтов Центрального участка свинцово-цинкового месторождения Акжал с пересчетом запасов по состоянию на 01.01.2009». – Алматы: ТОО КПК «Геолсервис», 2010. - 74 с.
4. Проект помышленной разработки запасов месторождения Акжал подземным способом. - Усть-Каменогорск, Казгипроцветмет, 2013, т.2.

**К. Тәкиева**

#### **Акжал кенорнының кен-геологиялық жағдайын зерделеу**

**Андағпа.** Мақалада мырышты Акжал кенорнының жалпы жағдайы және оның тау-кен өнеркәсібі дамуындағы ролі жайлы жайлы қысқаша мәлімет берілген. Кен орнының геологиясы, құрылым, тектоникалық ерекшеліктері, карьер мен кеніштің қазіргі жағдайы туралы мәлімет келтірілген. Акжал кен орны жылжу процесі зерттелмеген кен орындрының қатарына жатса да, жер асты кенішін жобалағанда қабылданған жылудың бұрыштық параметрлері берілген.

**Түйін сөздер:** кен орны, Акжал, жоба, руда, Орталық карьер, Шығыс карьер, жерасты қазбалары.

**K. Takieva**

#### **Study of mining and geological conditions of the Akzhal deposit**

**Abstract.** The article discusses general brief information about the Akzhal zinc deposit, its role in the development of the mining industry. The geological, structural and tectonic features of the deposit, the existing position of the open pit and mine are presented. Despite the fact that the Akzhal deposit belongs to the category of rocks that have not been studied by the process of displacement of rocks, the angular parameters of displacement are given, which were adopted in the design of an underground mine.

**Keywords:** deposit, Akzhal, project, ores, Central open pit. Eastern quarry, underground work.

**М.А. Таңірбергенова**

*Ғылыми жетекшісі - - Г.М. Қыргызбаева т.ғ.к., доцент*  
*Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан*  
[madina.tanirbergenova.98@mail.ru](mailto:madina.tanirbergenova.98@mail.ru)

## **ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫНА ЖАҚЫН КОНТУРЛЫҚ МАССИВ ДЕФОРМАЦИЯСЫНЫҢ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН АНЫҚТАУ**

***Аңдатпа.** Тау жыныстарының бұзылуы жағдайында олардағы дамып келе жатқан кернеулердің әсерінен жарықшақтар пайда болады. Жарықшақтардың өсуімен беріктік пен деформация сипаттамалары төмендейді. Жарықшақтардың болуы тау жыныстарының контурлық массивінің бұзылуына әкеледі. Тау-кен қазбаларының тұрақтылығын, кеніштің қауіпсіз және тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін техникалық және технологиялық шешімдерді негіздеу үшін тау-кен қазбаларына жақын контурлық массив деформациясының пайда болу заңдылықтарын анықтау қажет. Бұл мақалада осындай заңдылықтарды анықтау үшін «Ақжал» кен орнында жүргізілген жұмыстар баяндалатын болады.*

***Түйін сөздер:** Ақжал, деформация, бақылау реперлері, горизонт, тау-кен қазбалары, карьер.*

Қазіргі таңдағы тау-кен өндірісінің даму кезеңінде Қазақстан Республикасында пайдалы қазба кен орындарын игеру ашық және жерасты әдістерімен қарқынды жүргізілуде. Сондықтан пайдалы қазба кен орындарын игеру барысында қауіпсіз және тиімді игеру жұмыстарына ерекше назар аудару қажет.

Бүгінде тау-кен өндіру өндірісінің ауқымы терең зерттеуді және жер қыртысының тепе-теңдігінің бұзылуына байланысты тау-кен массивінде пайда болған геомеханикалық процесстерді үнемі аспаптық бақылауды (мониторингті) қажет етеді.

Бұл мәселе кен орнын игерудің барлық кезеңінде өзекті және қазіргі кезде кен игеру аралас әдіспен жүргізіліп жатқан «Ақжал» кен орнында да қатысты. [1, 2]

Тау жыныстары мен жер бетінің жылжуын зерделеудің көпжылдық тәжірибесі осы процеске массивтің механикалық қасиеттері, әсіресе жарықшақты тектоникасы елеулі ықпалын тигізетіндігін айқындады. Сондықтан қазіргі кезде массивтің құрылымдық ерекшеліктерін зерттеу тау жыныстарының жылжуы саласындағы жүргізілетін ғылыми-зерттеу жұмыстарының негізгі пункті болып келеді. [3, 4]

Жер асты тау-кен қазбаларын зерттеу кезінде 01.07-04.07.2020 ж. тау-кен қазбаларының контурға жақын массив жыныстарының ығысуына аспаптық бақылау жүргізу кезінде тау-кен қысымының жарықшақтары түріндегі көріністері және тау-кен массасы кесектерінің құлауы анықталмады. Тек орталық учаскенің 465 м горизонтындағы және шығыс учаскенің 505 м горизонтындағы кен қазбалардың шатыры бойынша көлемі 0,1\*0,2\*0,1м ден 0,4\*0,7\*0,15м дейін тау жыныстары кесектерінің қырындылары және қабыршақтануы бар.

Ақжал кенішінің жерасты тау-кен қазбаларының тау-кен жыныстары массивінің жай-күйіне қалыптасқан геомеханикалық жағдайды талдау мақсатында, кеніштің тау-кен қазбаларына жақын контурлық массив деформациясының заңдылықтарын анықтау үшін жоғары дәлдікті аспаптық бақылаулар жүргізу қажет болып табылады.

Ол үшін екі кезеңде келесі жұмыстар жүргізілді:

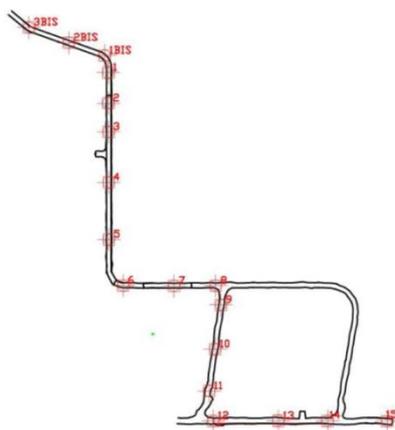
I кезең (2020 жылғы шілде):

- Шығыс учаскенің 505 м горизонтындағы көлік қуақызында саны 15 дана реперлік станцияларды тахеометрлік түсіру; (Сурет 1)

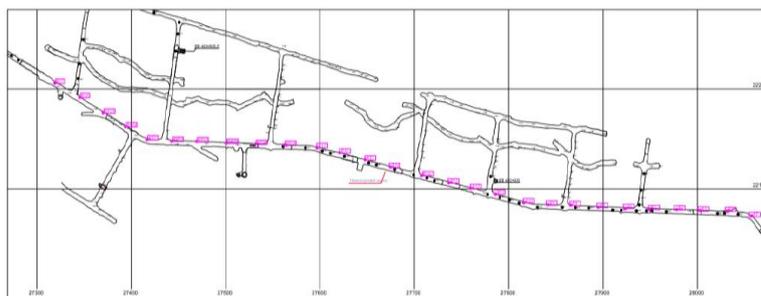
- 465 м горизонтындағы көлік қуақызында бір-бірінен 30-35 м қашықтықта 27 дана мөлшерінде реперлік бақылау станцияларын салу, содан кейін оларды түсіру. (Сурет 2)

II кезең (2020 жылғы қазан):

- орталық учаскенің 465 м горизонтындағы және Шығыс учаскенің 505 м горизонтындағы көліктік қуақызында реперлік станцияларды тахеометриялық түсіру.



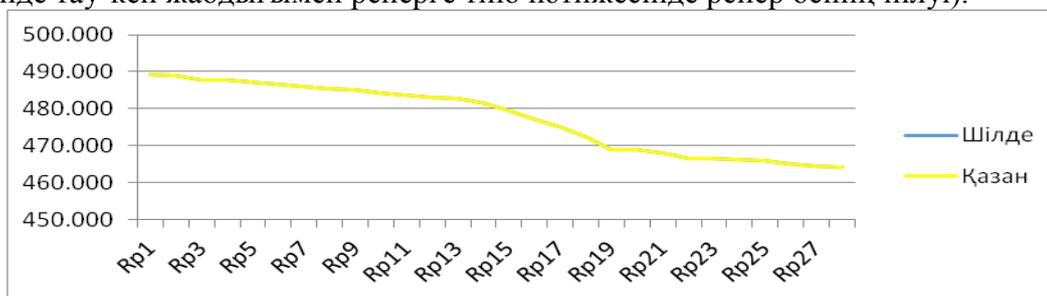
Сурет 1 - 505 м горизонттағы көлік куақазында реперлердің орналасуы



Сурет 2 - 465 м горизонттағы көлік куақазында реперлердің орналасуы

Жер асты тау-кен қазбаларында мүмкін болатын деформация шамасын өлшей отырып, реперлік бақылау станцияларын салу және мерзімді түсіру арқылы тау-кен қазбаларының контурға жақын массиві жыныстарының ығысуын аспаптық бақылауларды талдау, бұл жағдайда келесі факторлар әсер ететін салыстырмалы шама екенін көрсетеді:

- жер асты суларының маусымдық ауытқуы;
- физикалық факторға байланысты репердің бастапқы орналасуына қатысты ығысуы (жүру кезінде тау-кен жабдығымен реперге тию нәтижесінде репер өсінің иілуі).



Сурет 3 - 465 м горизонттағы реперлердің вертикаль деформациясының графигі

Жалпы алғанда, "Ақжал" кен орнының тау-кен массивінің табиғи кернеулі жағдайын бағалай отырып, шілде және қазан айлары аралығында аса қатты деформациялар анықталмады. Минималды деформация -1мм болса, максималды деформация шамасы -5мм-ді құрады. (Сурет 3) Осыған байланысты шатырдың мінез-құлқында тұрақты өзгерістер байқалмайды.

545 горизонтты өңдеу бойынша жүргізілген жер асты тау-кен жұмыстарының нәтижесінде тау жыныстарының қалыңдығында бос кеңістіктер пайда болды. Дегенмен соған қарамастан тау-кен жұмыстары қарқынды жүргізілуде. Тау-кен қазбаларының шатырындағы жыныстар жер бетіндегі үйінділердің ауырлық күші әсерінен тау-кен қысымын қозғалысқа келтіреді. Нәтижесінде ол барлық кен денесі мен жер бетінің жылжуына себепші болып, жер бетіндегі үйінді маңында Центральный және Восточный карьерлерінің ортасында опырылудың пайда болуына әкеп соқтырды. (Сурет 4)



а) Қазба шатырындағы



б) Қазба бүйіріндегі

Сурет 4 - Қазбадағы опырылулар

Жер бетінің аймағы жерасты тау-кен қазбаларының әсерімен жылжу мұльдасы арқылы қозғалады. Тау жыныстарының жылжу процесінің толық дамуымен сырғу мұльдасында құлау аймағы пайда болады. Бұл, кенеттен құлау шұңқырларының пайда болуы мүмкін мұльданың ең қауіпті бөлігі. Ашық тау-кен жұмыстарынан жер асты жұмыстарына ауысқан кезде құлама бүйір жыныстарының созылымы бойынша қарқынды құлауы орын алады.

Құрама ашық-жерасты қазу жұмыстары кернеулердің қайта таралуына алып келеді, бұл олардың карьер түбінен төменде концентрациясының жоғарылауына және тау жыныстарының өндірілген кеңістікке қарай жылжуына алып келеді. Карьер ернеулерінің деформациясы жерасты қазбалардың айналасында кернеу күйін өзгертуі және оларды өндіруді қиындатуы мүмкін.

Кен орындарын қауіпсіз және тиімді аралас игеруді қамтамасыз ету үшін тау-кен массивінің геомеханикалық жағдайын үнемі бағалау, осы жағдайдың өзгеруін болжау, деформациялық процестердің дамуын бақылау және оларды параметрлерді реттеу, тау-кен жұмыстарын жүргізудің өзара жағдайы, тәртібі мен ұйымдастырылуы, сондай-ақ тау-кен массивінің тұрақсыз учаскелерін жасанды нығайту арқылы басқару қажет.

#### Әдебиет

1. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. –Л.: Изд.ВНИМИ, 1990.
2. Проект помышленной разработки запасов месторождения Акжал подземным способом. - Усть-Каменогорск, Казгипроцветмет, 2013.
3. Нұрпеисова М.Б. Геомеханика.-Алматы: АВ, «Дәуір»,2015.
4. Нурпеисова М.Б., Алибаев О.К., Солтабаева С.Т., Шалдунов Н.П. Опыт проведения геомеханического мониторинга в условиях рудника «Нова-цинк» // Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых: матер. 14.

#### М.А. Танирбергенова

##### Определение закономерностей деформации контурного массива вблизи горных выработок

**Аннотация.** В случае разрушения горных пород под действием развивающихся в них напряжений образуются трещины. С ростом трещин снижаются прочностные и деформационные характеристики. Наличие трещин приводит к разрушению контурного массива горных пород. Для обоснования технических и технологических решений, обеспечивающих стабильность горных выработок, безопасную и стабильную работу рудника, необходимо определить закономерности возникновения деформаций контурного массива вблизи горных выработок. В данной статье будут освещены работы, проведенные на месторождении «Акжал» для выявления таких закономерностей.

**Ключевые слова:** Акжал, деформация, контрольные реперы, горизонт, горные выработки, карьер.

#### М.А. Tanirbergenova

##### Determination of the regularities of deformation of the contour array near the mine workings

**Abstract.** In the case of the destruction of rocks under the influence of the stresses developing in them, cracks are formed. With the growth of cracks, the strength and deformation characteristics decrease. The presence of cracks leads to the destruction of the contour rock mass. To justify the technical and technological solutions that ensure the stability of the mine workings, safe and stable operation of the mine, it is necessary to determine the regularities of the

occurrence of deformations of the contour array near the mine workings. This article will cover the work carried out at the Akzhal field to identify such patterns.

**Keywords:** Akzhal, deformation, control benchmarks, horizon, mining, quarry.

ӘОЖ 574.6

**Ж.Б. Төлеуханова**

*Ғылыми жетекшісі – Б.Жақыпбек, ассоц. Профессор, Сәтбаев Университеті, Қазақстан,  
Алматы қаласы*

[toleukhanova.zh97@gmail.com](mailto:toleukhanova.zh97@gmail.com)

## **АЛМАТЫНЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ КАРТАСЫН ҚҰРАСТЫРУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІН ТАЛДАУ**

***Аңдатпа.** Мақалада туристік Алматы қаласының экологиялық мәселесінің маңыздылығы қарастырылған. Қаланың қоршаған ортасының ластануына баға беру және оның экологиялық картасын жасаудың әдістемесі келтірілген. Сонымен қатар, зерттеулер нәтижесінде басқа мегаполистерде алынған карталардан мысал келтірілген.*

***Түйін сөздер:** Алматы, қала экологиясы, әдістеме, зерттеу, баға беру, экологиялық карта, картография.*

Экологиялық проблемалар кешенінде мегаполистік қалалар ерекше орын алады. Қазір бүкіл әлемде қала халқының үлесі артуда. 2017 жылғы дерек бойынша Қазақстан халқының 57,4 %-ы қалаларда тұрады.

Антропогендік әсерлердің бүкіл түрінің шектелген аумақта әсер етуі және халықтың үлкен тығыздығы қоршаған ортаның барлық компоненттерінің (ауа, өсімдік жамылғысы, топырақ, су объектілері) экологиялық қатерге ұшырауына әкеліп соғады. Мұндай жағдай миллион халық тұратын қалаларда анық байқалады [1].

Алматы – Қазақстанның ең үлкен қаласы. Қаланың аумағы – 682 шаршы километр. Тұрғын саны 1,7 млн-нан астам. Халық тығыздығы 1 шаршы километрге мыңнан көп. Алматы сияқты ірі және күрделі нысанның экологиялық жағдайына толыққанды баға берудің қиын болуының себептері:

- баға берудің барлық аудандар мен өндірістер, өнеркәсіптік аймақтар, магистральдар, байланыс жүйелері, рекреациялық алаңдар және т.б. бойынша көптеген факторларды ескеруі тиістігі;
- алынған ақпараттар жүйеленіп, қолдануға ыңғайлы жүйеге келтірілуі керектігі;
- ақпарат жинау және бар ақпаратты жалпылаудың әзірше ортақ ғылыми тұжырымдамасының жоқ болуы.

Алматы қаласының тұрғындары экологиялық ыңғайсыз жағдайларда өмір сүруде. Қаланың әр бөлігінің ластану деңгейі әртүрлі. Алматы, аймақта ірі өндірістік нысандардың болмауына қарамастан, республикада тыныс алу жолдары мен эндокриндік жүйелер аурулары, қан аурулары, рак және бронхтық астма саны бойынша бірінші орында.

Ауа сапасы жағынан Алматы әлемдегі ең ластанған Нью-Дели, Хошимин, Каир сияқты қалалармен қатар тұр. Ауаны ластаушы негізгі көздер: ЖЭО, автомобиль көліктері және жеке сектор. Жылына атмосфераға көптеген зиянды заттар тасталады, олардың көлемі бір алматылыққа ондаған килограмға жетеді. 1-суретте Алматы қаласының үстіндегі смог көрсетілген.

Су көздерінің жағдайы қаланың көп көлемде су пайдалануымен және ағын сулардың ластану деңгейімен сипатталады. Алматыдағы су пайдалану 1 тұрғынға тәулігіне 100 литрді құрайды. Қаладағы су ресурстары ұтымды пайдаланылмайды, судың 20 %-ы қолданылмай ағып кетеді. Қаланың сарқынды сулары биологиялық тазалауға түспейді, су қоймаларына құм, тұз, қышқыл және жылы су түседі [2].

Қала аумағының топырағы осы табиғи аймақтағы топырақтан ерекшеленеді. Бірінші кезекте атмосферадан кальций және магний карбонаттарының түсуімен байланысты рН мөлшерінің 6-7 деңгейіне дейін көтерілуін айта кетуге болады. Сонымен қатар топырақ органикалық заттармен де ластанған, соның ішінде күйемен 5 %-ға дейін (2-3 % орнына). Ауыр металдардың мөлшері фондықтан 4-6 есе көп.



Сурет 1 - Алматы қаласының үстіндегі смог

Жасыл екпелер қала аумағының 30 %-ын алып жатыр, бірақ бұл көрсеткіш күннен күнге қысқаруда. Ағаштардың 30-40 %-ы әртүрлі аурулардың әсерінен өздігінен қалпына келу қасиетінен айырылған.

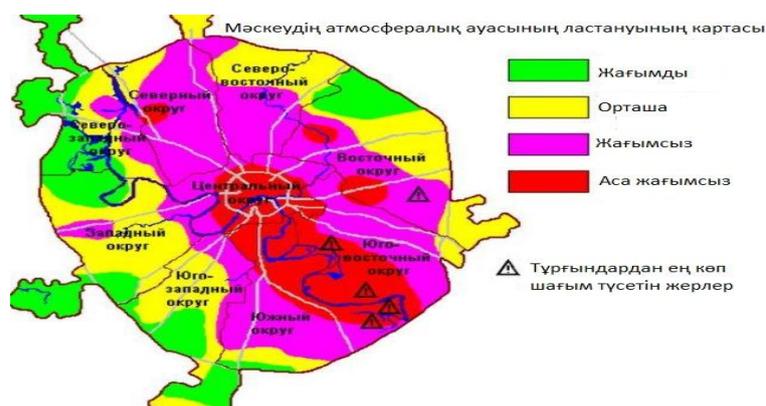
Жыл сайын Алматы, басқа миллионер қалалар сияқты, жақын жатқан аудандарға 3,5 млн т қатты және концентрацияланған қалдықтар шығарады. Алматы жақын жатқан аудандарға айтарлықтай әсер етеді: атмосфералық ластану солтүстікке қарай ондаған шақырымға, жылулық ластану және жауын-шашын түсуінің режимінің бұзылуы 90-100 шақырымға, жасыл массивтердің бұзылуы 30-40 шақырымға дейін байқалады.

Экологиялық картографияның артып жатқан практикалық маңыздылығы және аймақтағы зерттеулердің ортақ кешенді әдіс-тәсілінің жоқ болуы табиғи немесе әлеуметтік бөлінген аймақтық құрылымдар үшін картографиялық анализдің әдістерін жасауды қажет етеді.

Карталар кеңістіктік айырмашылықтар және байланыстарды зерттеуде ең қажет құрал. Карталар экологиялық зерттеулердің көптеген бағыттарында қолданылады және қорытынды құжат болып табылады. Соңғы уақытта экологиялық карталарға мамандар ғана емес, қоғам да қызығушылық танытуда.

Заманауи картографияның экологиялық-географиялық проблемаларды зерттеудегі орны ерекше. Кеңістіктік-уақыттық модельдеу принциптерімен құрылған карталар табиғи кешендерді, олардың уақыт бойынша өзгеруін және кеңістіктік қатынастарды зерттеуге мүмкіндік береді.

Экологиялық-географиялық зерттеудің барысында аналитикалық және кешенді мазмұнды карталар жиынтығы немесе экологиялық карталар сериясы жасалады. Экологиялық карталар әдістемесі бойынша да, тақырыбы мен мазмұнының элементтері бойынша да біркелкі емес. Олардың мазмұны мақсатына, өлшемі мен зерттеу масштабына, территорияның экологиялық жағдайына байланысты әртүрлі болады. Зерттеу нәтижесінің бір бөлшегі атмосфералық ауаның ластануының картасының үлгісі ретінде Мәскеу қаласының ауасының ластану картасын келтіруге болады (2-сурет) [3].



Сурет 2 - Мәскеу қаласының атмосфералық ауасының ластану картасы

Кешенді экологиялық картографиялау келесілерді бірге бейнелейді:

- табиғи және әлеуметтік-экономикалық жүйелердің арасындағы экологиялық қарым-қатынас дамып жатқан географиялық орта (ландшафт);
- антропогендік және техногендік әсерлер және ортаның жауап реакциясы;
- әсерлердің нәтижесіне баға (яғни, табиғи орта элементтерінің экологиялық жағдайы).

Картографияның объектісі ортаның қазіргі немесе болжалды жағдайы болуы мүмкін.

Қорыта келе айтсақ, экологиялық карта жасау халықтың денсаулығы мен қоршаған ортаны қорғаудағы алғашқы үлкен қадамдардың бірі. Экологиялық картаны қолдана отырып, оған талдау жүргізіліп, келешекте жасалынатын шаралар анықталады.

### Әдебиет

1. Стурман В.И. Экологическое картографирование. - М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.
2. Берлянт А.М. Картография. - М.: Аспект Пресс, 2001. – 336 с.
3. Эколого-географическое картографирование городов. Макаров В.З., Новаковский Б.А., Чумаченко А.Н. - М.: Научный мир, 2002. – 176 с.

### Ж.Б. Толеуханова

#### Анализ методики составления экологической карты Алматы

**Аннотация.** В статье рассмотрена актуальность экологической проблемы туристического города Алматы. Приведена методика оценки загрязнения окружающей среды города и составления ее экологической карты. А также, по результатам исследований приведен пример с карт, полученных в других мегаполисах.

**Ключевые слова:** Алматы, городская экология, методика, исследование, оценка, экологическая карта, картография.

### Zh.B. Toleukhanova

#### Analysis of the methodology for drawing up the ecological map of Almaty

**Abstract.** The article considers the relevance of the ecological problem of the tourist city of Almaty. The method of assessment of environmental pollution of the city and drawing up its ecological map is given. And also, according to the results of the research, an example is given from maps obtained in other megacities.

**Keywords:** Almaty, urban ecology, methodology, research, assessment, ecological map, cartography.

ӘОЖ 622.271.3

### Ә. Умаров

*Ғылыми жетекшісі - Сандибеков М.Н. асоц.профессор*

*Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*

[bekarys.sakanov@mail.ru](mailto:bekarys.sakanov@mail.ru)

## СЫРЫМБЕТ КАРЬЕРІ БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫНА ӘСЕР ЕТЕТІН ФАКТОРЛАР

*Аннотация. Мақалада Сырымбет кен орнының географиялық орны, геологиялық-жағдайы және тау-кен жұмыстары жайлы мәлімет келтірілген. Сырымбет кен орнының*

Солтүстік Қазақстан аумағының дамуындағы алар орнына көңіл аударылған. Карьерлердегі тау-кен жұмыстарының әсерінен карьер беткейлерінің деформациялануы және оған әсер ететін факторлар туралы мәлімет берілген.

**Түйін сөздер:** кенорны, геология, тау жыныстары, тау-кен жұмыстары, беткей деформациялары, факторлар, беткей орнықтылығы.

**Кіріспе.** Университет қабырғасында оқыған үш жылдың ішінде геологияның, тау-кен өнеркәсібінің, ғылымының дамуына үлкен үлес қосқан Қ.И.Сәтбаев, Ө.А.Байқоңыров және А.Ж. Машанов сынды ұлы ғалымдардың есімдері аталмаған күндер болған емес. Міне биыл дәстүрлі «Сәтбаев оқулары-2021» қатыса отыра, аты әлемге мәйгілі Ақжан әл-Машанидың туғанына 115 жылдығына өз үлесімізді қосудамыз. Әл-Машани жер қойнауын, Қ.И.Сәтбаевпен бірге жүріп, қажымай-талмай зерттеген ғалым. Оның мамандығы тау-кен инженері-геолог болғанымен, ғылыми жұмысы маркшейдер мамандығына жақын болған және ол ұзақ жыл уақыт ҚазПТИ дың (қазіргі ҚазҰТЗУ) «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасын басқарған жан. Сондықтан өткізіліп отырған конференцияның мақсаты, біріншіден, ғалымның өмір жолын насихаттау, екіншіден осы саладағы ғылым мен техниканың жетістіктерінен хабардар болу деп білеміз.

**Жұмыстың негізгі мазмұны** Сырымбет кен орны Солтүстік Қазақстан облысында Айыртау ауданында орналасқан (1-сурет).



Сурет 1 - Сырымбет кен орнының географиялық орны

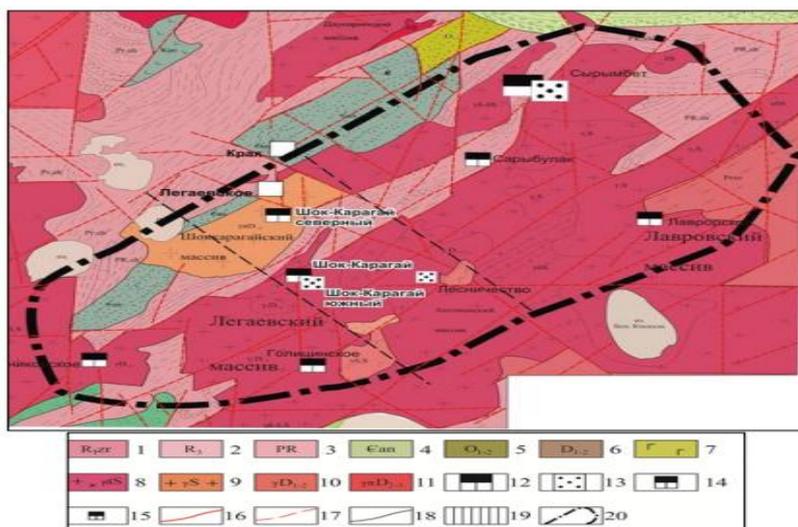
"Сырымбет" АҚ Тау-кен компаниясы 1998 жылы 2017 жылдың ортасында құрылды. Компанияның негізгі активі - "Сырымбет" кен орны. Жоба аясында "Сырымбет" қалайы кен орнын игеру және Қазақстан Республикасында тау-кен металлургия кешенін салу жоспарлануда. Жетекші инжинирингтік — жобалау компанияларының бірі ТЭН (Definitive Feasibility Study-DFS) орындау бойынша бас мердігер тартылды;

Сырымбет кен орны әлемдегі ең ірі игерілмеген қалайы кен орны болып табылады. Сырымбет кен орны сирек металды-вольфрам-қалайы геохимиялық формацияға грейзендік геологиялық-өнеркәсіптік типке, атап айтқанда оловудтық интрузивті грейзендер кен орындарына жатқызылған;

Сырымбет кен алаңының шегіндегі өнеркәсіптік кендену оксидті және сульфидті кендермен ұсынылған;

Негізгі өнеркәсіптік минералынан басқа бастапқы кендерде 70-тен астам минерал бар;

Сырымбет кен орны қорғасын мен мырыштың, сурьма мен асыл металдардың жоғары құрамы қолайлы литологиялық және құрылымдық учаскелерде байқалатын кешенді сирек металды-полиметалды объект (Sn, W, Ta, Nb, Mo, Be, Bi, Cu) болып табылады. Сырымбет кен алаңы Көкшетау орта массивінің солтүстік-батыс бөлігінде орналасқан (2-сурет).



1-зеренді сериясы; 2-шарык свитасы; 3-кварциттардан түзілген қабат; 4-андреев свитасы; 5-алевролиттер; 6-қышқыл лавалар; 7-габбролар; 8 – гранодиориттер; 9 – граниттер; 10 – порфириттер; 11 – кварцты порфириттер; 12 –15 - қалайы кен орындары; 13 – ірілері, 14 – орташалары, 15 –ұсақтары; 16-17- региондағы тектоникалық жарылымдар; 18 – тау жыныстары шекарасы; 19 – Сырымбет қалайы аймағы; 20 – рудалық аймақтың шекарасы

Сурет 2 - Сырымбет рудалық алқабы (масштаб 1:200000)

Қалайы кенденуіне қатысты метасоматикалық өзгертілген Шарык свитасының жыныстары кешені Кен сыйымды болып табылады. Сырымбет және Сарыбұлақ массивтерінің гранитоидтары қалайы кенденуіне қатысты кенді генерациялайтын және ішінара кен сыйымды болып табылады. Тантал-ниобаттар үшін кен сыйымды және кен түзуші түзілім гранитоидтар болып табылады. Олар солтүстік-шығыс кеңістіктегі тарақ тәрізді дайқа тәрізді денелер түрінде байқалады.

"Tin One Mining (Тин Уан Майнинг)" ақ геологиялық бөлу контурына кіретін Сырымбет кен алаңының бір бөлігі шегінде: оңтүстік-батыс, орталық және Солтүстік-Шығыс учаскелерінен тұратын Сырымбет қалайы кен орны, сондай-ақ Тантал-ниобаттардың Сарыбұлақ учаскесі Орналасқан. Осы есепте Оңтүстік-батыс, орталық және Солтүстік-Шығыс учаскелердің қалайы кендерінің қорларын есептеу ұсынылған(3-сурет).



Сурет 3 - «Сырымбет» кен орны

Кенорнын игеру кезінде карьер қиябеттерінің орнықтылығына әсер ететін көптеген факторлар белгілі болады және оларға қарсы шаралар қолданылады. Карьер беткеіндегі тау жыныстарының деформациялары бірнеше түрге ажыратылады: *Қорымдар (төгілу)* деп карьер кертпешінің жоғарғы жағынан төменгеі қарай тау жыныстарының үгіліп және бұзылуынан пайда болған кесек тастардың құлап, үйіліп жатуын айтады ( 4-сурет).



Сурет 4 - а)опырыла құлаулар; ә)отырулар немесе шөгулер; б) сусымалап

Опырулар деп жылжу бет арқылы жыныстарды тез сырғуын айтады. Мұнда жылжу бетке геологиялық бұзылулармен жарық шақтар арқылы әлсіреген көлбеу жақтар жатады.

Жылжудың қарқынды кезеңі көзді ашып-жұмғанша лезде өтеді, сондықтан да адам өмірі мен механизмдерге өте қауіпті болып келеді.

Тау жыныстарын жылжудан, опырылудан сақтау үшін жиектік учаскілердің геологиялық қасиеттері мұқият зерттеліп, соған сәйкес кемерді нығайту жұмыстары жүргізіліп отырылады.

Шөгулер деп карьердің жиектік учаскілеріндегі жұмсақ жыныстардың жылжымай тік бағытта төмен қарай түсулерін атайды. (4,ә-сурет). Олар бос тау жыныстарының нығыздалуы және жауын-шашыннан ылғалдануы нәтижесінде пайда болады.

Карьер кемерлерінің орнықтылығы тек тау жыныстарының беріктілік қасиеттеріне ғана емес, келесідей табиғи және технологиялық (5-сурет) факторлар да тікелей байланысты.



Сурет 5 - Карьер беткейлерінің деформациялануына әсер ететін факторлар жиынтығы

Карьер кемерлерінің орнықтылығына басты әсер ететіндері:

1) климаттық фактор: ол жауын – шашын мөлшеріне климаттық зонаға, ауа-райы жағдайына т.б. байланысты.

2) геологиялық фактор: ол жыныстардың марфологиясына, құрамына, табиғи беріктілігіне, тектоникалық бұзылыстар, кен мен оны қоршап тұрған тау жыныстарының құлама бұрыштарына, карьер алаңындағы жер бедеріне байланысты.

3) гидрогеологиялық фактор: ол жер бетіндегі грунттық сулардың шығуына, тау жыныстарының су өткізгіштік қасиеттеріне байланысты.

4) кен – техникалық фактор: ол кен орнын игеру әдісіне бұрғылап-жару, қопару жұмыстарын жүргізу тәсілдеріне және де тасымалдау бермаларының ендеріне байланысты.

5) уақыт факторы: ол кенді игерудің ұзақтығына байланыстылығы.

**Қортынды.** Карьер беткейлерінің орнықтылығын қамтамасыз ету- тау-кен ісі саласындағы ең маңыздысы мәселе және бкарьер иябеттерін басқару бірінен кейін бірі жүріп отыратын екі кезеңнен тұрады. Олар: біріншіден, карьер қиябеттерінің бұрыштарын дұрыс есптуе, және екіншіден, қиябеттерді беріктейтін жанама әдістер мен жабдықтарын жасау. Сондықтан да, тау-кен кәсіпорындарын ең жоғарғы экономикалық көрсеткіштерге жеткізу және ауылшаруашылық жерлерін сақтау үшін карьер беткейлері қиябеттерінің орнықтылығын басқара білуді естен шығармайық.

#### **Әдебиет**

1. Нұрпейісова М.Б. Жер қойнауын игерудің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі (монография) - Алматы: КазҰТЗУ, 2016.- 436 б.

2.Нұрпейісова М.Б. Карьер беткейлерінің орнықтылығын басқару(оқулық).-Алматы: Дәуір», 2015.-250б.

#### **А. Умаров**

##### **Факторы, влияющие на устойчивость откосов карьера Сырымбет**

**Аннотация.** В статье представлены сведения о географическом положении, геолого - географическом положении и горных работах Сырымбетского месторождения. Обращено внимание на роль месторождения Сырымбет в развитии территории Северного Казахстана. Приведены сведения о деформации откосов карьера под действием горных работ в карьерах и влияющих на нее факторах.

**Ключевые слова:** месторождение, геология, горные породы, горные работы, деформации ,факторы, устойчивость бортов.

#### **A. Umarov**

##### **Factors affecting the stability of the slopes of the Syrymbet quarry**

**Abstract.** The article presents information about the geographical location, geological and geographical location and mining operations of the Syrymbetskoye field. Attention is drawn to the role of the Syrymbet deposit in the development of the territory of Northern Kazakhstan. The information about the deformation of the slopes of the quarry under the influence of mining operations in the quarries and the factors affecting it is given.

**Keywords:** deposit, geology, rocks, mining operations, deformations, factors, stability of boards.

ӘОЖ 528.48

#### **Ғ.М. Уразбаев**

*Ғылыми жетекшісі – Қожаев Ж.Т. PhD докторы*

*Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан*

[galymzhan2203@mail.ru](mailto:galymzhan2203@mail.ru)

#### **ЖЕРДЕГІ ЛАЗЕРЛІК СКАНЕРЛЕРДІ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ҚҰРЫЛЫМДАР МЕН ҒИМАРАТТАРДЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ**

**Аңдатпа.** Биік ғимараттар мен құрылыстардың деформациялық процестерін геодезиялық бақылауды әзірлеу және негіздеу, бұл оларды салу мен пайдалану кезінде қауіпсіздікті арттыруға мүмкіндік береді.

*Жұмыстың идеясы жердегі лазерлік сканерлеу технологиясын қолдану болып табылады, ол таңдалған кластерлер үшін бақылау циклдарының нәтижелерін өңдеу және салыстыру алгоритмін*

*қамтиды және оның бүкіл бетіндегі объектінің деформацияланған күйін басқаруды қамтамасыз етеді.*

**Түйін сөздер:** *деформация, геометриялық нивелирлеу, лазерлік сканерлеу, антропогендік фактор, мониторинг.*

Деформацияларды анықтау проблемасының жағдайы. Деформациялардың пайда болуына әсер ететін факторлар. Ғимараттар мен құрылыстардың деформацияларының типтері. Ғимараттар мен құрылыстардың деформацияларын өлшеу әдістерін талдау. Тік жылжуларды өлшеу әдістері. Горизонтальды ығысуларды өлшеу әдістері. Рулондарды өлшеу әдістері. Фотограмметриялық әдіс көлденең және тік жылжуларды және шиыршықтарды өлшеу. Аумақтың қысқаша инженерлік-геологиялық сипаттамалары. Зерттеудің мақсаты мен міндеттері туралы. Шоғынды бақылау Тапсырмалар және құрылымдардың деформациясының далалық бақылауларын ұйымдастыру. Геометриялық нивелирлеу әдісімен ғимараттардағы елді мекендерді бақылау. Нивелирлеу нәтижелерін өңдеу. Жердегі лазерлік сканерлеуді қолдану. Ескерткішті жердегі лазерлік сканерлеу технологиясы. Шөгінділер мен деформацияларды зерттеудің фотограмметриялық әдісі.

Деформацияларды анықтау проблемасының жағдайы Ғимараттардың, сәулет ескерткіштері мен инженерлік құрылыстардың деформацияларын анықтау өте маңызды міндет болып табылады. Деформация шамаларын анықтау әртүрлі ғимараттар мен құрылыстардың құрылысы мен жұмысында басты рөл атқарады. Ғимараттар мен құрылыстардың әр түрлі осьтері бойынша орын ауыстыруды анықтау кезінде геодезиялық жұмыстың дәлдігін арттыру мәселесіне ерекше назар аударылады. Бұл мәселені шешу үшін қолданыстағы әдістерді жетілдіру және жаңа өлшеу әдістерін жасау қажет болды. Ескіні жетілдіру және геодезиялық өлшемдерді өңдеудің жаңа әдістерін жасау геодезиялық жұмыстардың дәлдігі мен өнімділігін арттыру үшін кем емес маңызды болып саналады. Заманауи бағдарламаларды қолдана отырып өлшеу ақпаратын компьютерде өңдеу есептеу операцияларын жылдам орындауға және оларды талдауға мүмкіндік береді, бұл еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Жауын-шашын мен инженерлік құрылымдардың деформациясын бақылау кезінде геодезиялық жұмыстарды орындау әдісі терең зерттелген және кеңестік, ресейлік және шетелдік ғалымдардың, геодезистердің еңбектерінде көрініс тапқан. Осы зерттеулердің нәтижелері нормативтік құжаттамада көрсетілген. Қол жетімді әдебиеттерге қарамастан, бірқатар сұрақтар туындайды, атап айтқанда, жыл сайын көбірек шешіліп келе жатқан зерттеудің математикалық нәтижелері саласында. Мақала геодезиялық өлшеулердің нәтижелерін, жалпы және деформацияларды бақылау кезінде өңдеу мәселелеріне арналған. Қазіргі геодезиялық аспаптардың пайда болуына байланысты, мысалы, жоғары дәлдіктегі сандық деңгейлер, электронды тотальды станциялар, лазерлік сканерлер және түрлі жерсеріктік қондырғылар, деформациялар шамасын анықтау әдістемесін жыл сайын жетілдіруге мүмкіндік туды. Деформацияларды анықтау үшін геодезиялық жұмыстарды орындау процесінде келесі мәселелерді шешу қажет: тік жылжуларды бағалау және геодезиялық желілерді теңестіру; деформацияны анықтау мақсатында зерттеу циклы арасындағы кейбір объектілердің қозғалысының ерекшелігін ескеру; қайталанатын сипаттағы зерттеулерді өңдеу және ақпаратты сақтау мен циклділікті қамтамасыз ететін алгоритмдерді құру; зерттелетін объектілердегі деформациялардың мәндерін математикалық бағалау, сондай-ақ оларды бағалау. Осы және басқа сұрақтардың шешілуі шөгінділердің пайда болу барысы бойынша сенімді нәтижелер алуға, оларды бағалау дәлдігін арттыруға және геодезиялық өлшемдер схемасын орынды таңдауға мүмкіндік береді. Қарастыру керек ғимараттар мен құрылыстардың деформациясын болжау сапасын тек далалық геодезиялық өлшеулер нәтижелері бойынша бағалауға болатындығы. Сонымен қатар, ғимараттың еңбек жағдайлары мен сипаттамаларына байланысты әдістерге қойылатын заманауи талаптар мен геодезиялық өлшемдердің дәлдігін арттыру технологиялар мен өлшеу құралдарын жасау мен жетілдіруге жаңа тәсілдерді қажет етеді. Осыған сүйене отырып, табиғи және антропогендік факторлардың әсерінен деформациясы болжанатын объектіге мониторингтік бақылаулар жүргізу үшін желіні құрудың ұйымдастырушылық-техникалық мәселелерін шешу қажет, деформациялардың пайда болуына әсер ететін факторлар Ғимараттар мен құрылыстардың деформациялары барлық түрдегі табиғи және антропогендік (техногендік) факторлардың әсеріне байланысты туындайды, негізде де, құрылымның өзінде де. Сондай-ақ, іргетастың пішіні, мөлшері және қаттылығы, таралуы.

Лазерлік сканерлеу - бұл әдіс, қоршаған кеңістіктің сандық моделін құруға мүмкіндік беріп, оны кеңістіктік координаталары бар нүктелер жиынтығы ретінде көрсетеді. ЭТ-ден басты айырмашылығы

көпжогары өлшеу жылдамдығы, автоматты түрде айналатын сервожетектің болуы құрылғының бөлігін көлденең және тік жазықтықта және бастысы жылдамдық (5000 өлшемнен бастап) секундына және тығыздығы (онға дейін нүктеге дейін) 1 см<sup>2</sup> беті). Өлшемдерден кейін алынған объект моделі болып табылады және нүктелер жиынтығы (жүз мыңнан бастап дәлдігі бірнеше миллиметр болатын координаттары бар бірнеше миллион). Лазерлік сканерлеу технологиясының мәні - бұл зат бетіндегі нүктелердің кеңістіктік координаттарын анықтау. Бұл лазерлі шағылыстырғышсыз қашықтық өлшеуіштің көмегімен анықталатын барлық нүктелерге дейінгі қашықтықты өлшеу арқылы жүзеге асырылады. Берілген өлшеу технологиясын тәжірибеде жүзеге асыратын құрылғы деп аталады. Лазерлік сканер. Жұмыстың нәтижесі сканер - үш өлшемді координаттары есептелген нүктелер жиынтығы. Мұндай нүктелер жиынтығы әдетте бұлт деп аталады нүктелер немесе сканерлеу. Әдетте ұпай саны бір бұлтта бірнеше жүз мыңнан бірнеше миллионға дейін өзгеруі мүмкін.

Құрылғының барлық басқаруы арнайы бағдарламалық жасақтамасы бар ноутбуктің көмегімен жүзеге асырылады. Қабылданды нүктелер координаттарының мәндері сканерден компьютерге беріледі және арнайы мәліметтер базасында жинақталады. Лазерлік жер сканерлері көбінесе кеңістіктік координаттарды анықтау принципіне сәйкес жіктеледі импульсті, фаза және триангуляция.

Импульстік сканерлер негізделген қашықтықты анықтау әдісі транзит уақытын дәл анықтау импульс мақсатқа және артқа. Содан бері әдіс жеңіл импульсті қолданады қашықтықты тікелей өлшеу, содан кейін мұндай сканерлердің басты артықшылығы ұзақ өлшеу диапазоны (бірнеше жүздеген метр). Фазалар диапазоны сканерлер 100 м-ге дейін шектелген қашықтық типі шығарылған және шағылысқан сигналдардың фазалық ығысуын өлшеу негізінде анықталады. Себебі бұл әдіс модуляцияланған жарық сигналын қолданып, қашықтықты анықтайды импульс әдісінен, жоғары қуат лазер қажет емес, сондықтан қашықтықты бірнеше мм қателікпен өлшеуге болады. Фазалық сканерлерді өлшеу жылдамдығы импульстік сканерлердің жылдамдығынан бірнеше рет асып түседі. Триангуляция әдісі жоғары дәлдіктегі сканерлерде жүзеге асырылады. Сканерлердің осы түрінің дизайн ерекшелігі - эмитент және сигнал қабылдағышын белгілі бөлек қашықтық (негіз). Бұл сканерлер мүмкіндік береді миллиметрдің оннан, тіпті жүзден бір бөлігінде, бірақ қысқаша өлшеу дәлдігіне қол жеткізу қашықтық (бірнеше метр) (кесте 1). Жұмыс реттілігі лазерлік сканерлеу көрсетеді.

Кесте 1 - қашықтықты өлшеу принципі бойынша жердегі лазерлік сканерлердің жіктелуі

Өлшеу принципі	Максималды өлшенген қашықтық, м	Қашықтықтың дәлдігі, мм	Лазерлік сканерлерін өндірушілер түрі
Импульс әдісі	50-300	10	Callidus, Leica, Trimble, Optech, Riegl
Импульс әдісі	1000 дейін	20	Optech, Riegl
Фазалық әдіс	100 дейін	10	IQSun, Leica, Vismage, Z+F
Оптикалық триангуляция	5 дейін	1	Trimble, Minolta

### Әдебиет

1. Геодезические методы исследования деформаций сооружений / Зайцев А.К., Марфенко С.В., Михелев Д.Ш. и др. – М. Недра, 1991
2. Наземное лазерное сканирование. Введение в технологию. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gsi.ru/catalog.php?id=1>
3. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии.
4. Жуков Б.Н., Карпик А.П. Геодезический контроль инженерных объектов промышленных предприятий и гражданских комплексов.- Новосибирск: СГГА, 2003.

**Г.М. Уразбаев**

### Геодезический контроль деформаций конструкций и зданий с использованием наземных лазерных сканеров

**Аннотация.** Разработка и обоснование геодезического контроля деформационных процессов высотных зданий и сооружений, что позволит повысить безопасность при их строительстве и эксплуатации.

Идея работы заключается в использовании технологии наземного лазерного сканирования, которая включает алгоритм обработки и сравнения результатов контрольных циклов для выбранных кластеров и обеспечивает управление деформированным состоянием объекта на всей его поверхности.

**Ключевые слова:** деформация, геометрическое нивелирование, лазерное сканирование, антропогенный фактор, мониторинг

**G.M. Urazbayev**

### **Geodetic control of deformations of structures and buildings using ground laser scanners**

**Abstract.** Development and justification of geodetic control of deformation processes of high-rise buildings and structures, which will improve safety during their construction and operation.

The idea of the work is to use ground-based laser scanning technology, which includes an algorithm for processing and comparing the results of control cycles for selected clusters and provides control of the deformed state of the object on its entire surface.

**Keywords:** deformation, geometric leveling, laser scanning, anthropogenic factor, monitoring.

ӘОЖ 528.48

**Ғ.М. Уразбаев**

*Ғылыми жетекшісі – Қожаев Ж.Т. PhD докторы Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан*  
[kozhaev\\_zh@mail.ru](mailto:kozhaev_zh@mail.ru)

## **ТҰРҒЫН ҮЙ КЕШЕНДЕРІН САЛУДАҒЫ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР**

**Аңдатпа.** Кез-келген инженерлік құрылыстың құрылысы нақты топографиялық түсірілімсіз және онымен байланысты геодезиялық жұмыстарсыз жүзеге асырыла алмайды. Сондықтан геодезиялық жұмыстар құрылысты жүргізуге арналған іздестіру кешеніне кіреді және аз қабатты құрылыстан көп қабатты үйлерге, сондай-ақ өндірістік инженерлік құрылымдарға дейін тұрғын үйлер мен тұрғын емес ғимараттар салуда міндетті компонент болып табылады.

**Түйін сөздер:** геодезиялық жұмыстар, құрылыс, ғимараттар мен құрылыстар.

Қазіргі мағынадағы тұрғын үй кешені дегеніміз функционалдық мақсаты бойынша (тұрғын үй, мемлекеттік және әкімшілік мекемелер) әр түрлі, бірақ бір композициялық және жоспарлау тұжырымдамасымен біріктірілген құрылымдардың немесе олардың топтарының жиынтығы. Ондағы функционалдық процестер бір-біріне тәуелсіз жүреді. Кешендердің мөлшері, тығыздығы, функционалдық мазмұны қала құрылысының нақты шарттарымен байланысты анықталады және қазіргі күннің талаптарымен тікелей байланысты. Осындай кешендерді пайдалану кезінде жерді біріктіріп пайдаланудың артықшылықтары, оларды көп мақсатты пайдалану мүмкіндігімен, коммуникацияларды қысқартумен, тұрғын үйдің болуына байланысты бірінші кезектегі инвестицияларды тез өтеуімен байланысты болды. қоғамдық және тұрғын үй кешені айтарлықтай танымал болды. Тұрғын үй кешендерінің пайда болуы бірқатар объективті себептерге ие болды: қалалық жерлердің қымбаттауы, үйдің әлеуметтік оқшаулануымен және «өлі» іскери аймақтардың қалыптасуымен байланысты әлеуметтік патология құбылыстарының өсуі [1, 2].

1-суретке сәйкес көп деңгейлі тұрғын үй кешендері соншалықты жан-жақты болғандықтан, олар әртүрлі қала құрылысы жағдайларында сәтті болып, мөлшерін, функционалды элементтер жиынтығын, қабаттарын өзгертті, бірақ әрдайым принципті, аумақты пайдаланудың жоғары коэффициентін, функцияларды тік аймақтарға бөлуді, жаяу жүргіншілер мен көлікті түбегейлі бөлуді сақтап қалды. Қазіргі заманғы тұрғын үй кешендері күрделі инженерлік идеялар мен ашылулар болып табылады, олар күрделі конфигурациялар мен формаларға ие.



Сурет 1 - Қазіргі заманғы тұрғын үй кешендері

Геодезия тұрғын үй кешендерін салу процесінде маңызды рөл атқарады және жобалау кезеңінен бастап құрылыс кешенінің өзін пайдалануға беруге дейінгі барлық дерлік кезеңдерге қатысады. Геодезиялық жұмыстар алдында құрылыс процесін сүйемелдейді және аяқтайды. Қазіргі заманғы ғимараттардың ешқайсысы геодезиялық жұмыстарсыз жасай алмайды. Құрылыс алаңындағы геодезиялық жұмыстар жалпы іздестіру кешеніндегі бірінші кезектегі жұмыстар қатарына жатады [3]. Ірі масштабтағы топографиялық жоспарды түсіру нәтижесінде алынған құрылыс алаңының бас жоспары әзірленеді, онда ғимараттар, құрылыстар, көлік жолдары, инженерлік желілер және т.б. жобаланады. Топографиялық жоспар, сонымен қатар, тік орналасудың жұмыс сызбаларын, ғимараттардың, құрылыстардың және әртүрлі инженерлік желілердің сәулеттік-құрылыс сызбаларын жасау үшін бастапқы материал ретінде қызмет етеді. Құрылыс барысында әртүрлі бақылау өлшемдері жасалады, олар бөлу жұмыстарымен қатар ғимараттар мен құрылыстардың жобаланған өлшемдері мен пішіндеріне сәйкес салынуын қамтамасыз етеді.

Азаматтық құрылыста темірбетон конструкцияларын қолдана отырып, геодезиялық жұмыстар ерекше мәнге ие болады. Мұндай жағдайларда орнатылған құрылымдық элементтердің дұрыстығын күнделікті және үздіксіз тексеру қажет. Құрылыс аяқталғаннан кейін сызбаларды дайындау үшін геодезиялық түсірілім жүргізіледі, оның негізінде аяқталған құрылыс объектісінің атқарушы бас жоспары жасалады. Геодезиялық әдістермен жүргізілген бақылаудың көмегімен құрылыс ақауларын анықтауға және жоюға болады. Құрылыс алаңындағы Геодезиялық жұмыстарды дұрыс бағаламау құрылыстың кешеуілдеуіне, қайта жасалуына және оның сапасының төмендеуіне әкеледі. Схема тұрғын үй кешенін салу кезіндегі геодезиялық жұмыстардың бүкіл процесін көрсетеді. Оған қарап, геодезия құрылыстың кез-келген кезеңінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады, объектінің орналасқан жерін таңдаудан бастап атқарушы бас жоспарды құруға дейін [4-6].

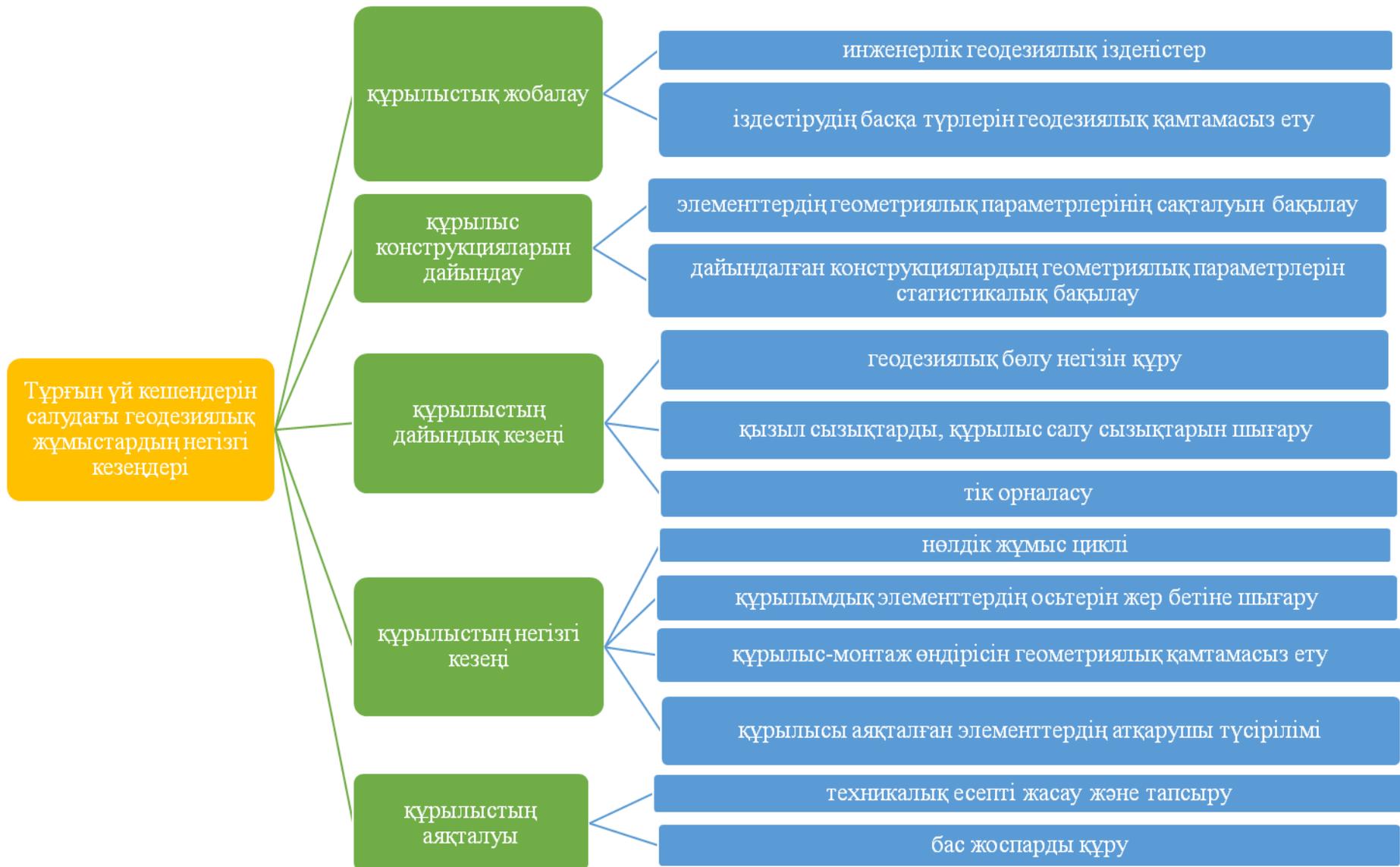
Құрылысты бастамас бұрын бірқатар ұйымдастырушылық-техникалық шаралар жүзеге асырылады, олар қажетті технология мен жұмыс дәйектілігін сақтай отырып, құрылыстың жоспарланған көрсеткіштерін қамтамасыз етуі керек. Құрылыс жұмыс учаскесінің контурын бөліп алғаннан кейін және бөлу жұмыстарын орындауды ғана емес, сонымен қатар құрылыстың әсер ету аймағына түсетін салынып жатқан объектілер мен құрылыстардың деформацияларын қажетті бақылауды қамтамасыз ететін бөлу геодезиялық негізін құрғаннан кейін ғана басталуы мүмкін.

Құрылысқа дайындық кезінде олар құрылыстың дайындық және негізгі кезеңдеріне арналған құрылыс жоспарларын және түсіндірме жазбаны қамтитын жобалық құжаттаманы зерттейді. Құрылыс бас жоспарларында міндетті түрде оларға Жоспарлы - биіктік геодезиялық негізінің белгілері салынған ситуациялық жоспарлар болуы тиіс. Түсіндірме жазбада құрылыс жұмыстарын жүргізу сапасына аспаптық бақылауды орындау әдістері, геодезиялық және маркшейдерлік (шахта құрылысы объектілері үшін) жұмыстарды жүргізу мерзімдері мен көлемдері туралы нұсқаулар бар. Пайдаланылуы барлық жоспарланған инженерлік-геодезиялық жұмыстарды қажетті дәлдікпен қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін белгілі бір құралдарға қажеттілік белгіленеді [7].

Нормативтік құжаттар әртүрлі инженерлік құрылымдардың құрылысын толық реттей алмайтындығына байланысты, әр жоба құрылыс ұйымы үшін де, геодезиялық қызмет үшін де жеке болып табылады.

Құрылыс-монтаж ұйымының геодезиялық қызметі басты геодезиялық бөлу негізін қабылдауды жүргізеді: оның нақты бекітілуінің сенімділігі; барлық жоспарланған жұмыстар үшін геодезиялық белгілермен қамтамасыз етілуі; қажет болған жағдайда басты геодезиялық негізді қоюлау туралы шешім қабылдайды және т.б. [8].

Құрылыстағы геодезиялық жұмыстар бірнеше кезең бойынша орындалады (2 сурет).



Сурет 2 - Тұрғын үй кешендерін салудағы геодезиялық жұмыстардың негізгі кезеңдері

Құрылысқа арналған алаңды таңдау кезінде геодезиялық қызмет құрылысты геодезиялық негізмен қамтамасыз етуге қатысты материалдарды жинайды, талдайды және қорытындылайды: геодезиялық пункттер мен нивелирлік желі реперлерінің болуы және жай - күйі; қажетті пункттер саны және т.б. құрылысты жобалау кезеңінде топографиялық-геодезиялық іздестірулер және іздестірулердің басқа түрлерін геодезиялық қамтамасыз ету жүргізледі. Құрылыстың дайындық кезеңінде геодезиялық бөлу негізін салу, аумақты инженерлік дайындау (жоспарлау жұмыстары, кірме жолдар мен жерасты коммуникацияларын салу), басты және негізгі осьтерді натураға шығару жүргізледі. Құрылыстың негізгі кезеңінің кезеңінде құрылымдық элементтердің осьтері, құрылыс - монтаж өндірісінің геометриялық қамтамасыз етілуі, аяқталған құрылыс элементтерін түсіру және тиісті құжаттаманы жасау жүзеге асырылады. Құрылыс аяқталғаннан кейін орындалған геодезиялық жұмыстардың нәтижелері туралы техникалық есеп жасалады және тапсырылады, атқарушы бас жоспар, арнайы атқарушы инженерлік жоспарлар, профильдер мен разрездер жасалады.

Құрылыс жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз ету құрылыс индустриясының ажырамас және маңызды бөлігі болып табылады. Өз кезегінде, құрылыс адамзат дамуының ажырамас бөлігі болып табылады және ел дамуының индикаторы ретінде қызмет етеді. Тәуелсіздік жылдары ішінде біздің жас мемлекетіміз құрылыс саласында үлкен серпіліс жасады, сол арқылы әлемдік қауымдастыққа елдің экономикалық қуаттылығын дәлелдеді. Мемлекет басшысы тұрғындарды баспанамен қамтамасыз етуге үлкен мән береді, оны жылына жалға берілген шаршы метр тұрғын үй көлемінен байқауға болады.

### **Әдебиет**

1. Михелева Д.Ш. Инженерная геодезия. Учебник для Вузов. – М.: «Высшая школа», 2001 – 464 с.
2. Ананян И. И., Богак Л. М., Кузнецов С. Г. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Планирование городов», издание второе, том 1., ДонНАСА, 2006. - 51 с.
3. Косьюков Б.И., Хренов Л.С. Ганвисин В.Н. Геодезические работы в строительстве. Учебник – М.: «Стройиздат», 1984 – 447с.
4. Ellmann, A.; Kala, V. 2010. Geodetic Surveying I: Guides for Laboratory exercises. Tallinn University of Technology (in Estonian).
5. Ellmann, A.; Kala, V. 2011a. Geodetic Surveying II: Guides for Laboratory exercises. Tallinn University of Technology (in Estonian).
6. Ellmann, A.; Kala, V. 2011b. Geodetic Surveying: Guides for field survey camp. Tallinn University of Technology (in Estonian).
7. Casaca, J. (2001) – “O Método da Variação das Coordenadas na Observação Geodésica de Barragens”. LNEC, ITB21, Lisboa.
8. Casaca, J. et Henriques, M. J. (2002) – “The Geodetic Surveying Methods in the Monitoring of Large Dams in Portugal”. FIG XXII International Congress, Washington D.C.

### **Ғ.М. Уразбаев**

#### **Геодезические работы при строительстве жилых комплексов**

**Аннотация.** Строительство любого инженерного сооружения не может осуществляться без четкой топографической съемки и сопутствующих геодезических работ. Поэтому геодезические работы являются частью геологоразведочного комплекса для строительства и являются обязательной составляющей при возведении жилых и нежилых зданий, от малоэтажных до многоэтажных, а также промышленных инженерных сооружений.

**Ключевые слова:** геодезические работы, строительство, здания и сооружения.

### **G.M. Urazbayev**

#### **Geodetic works in the construction of residential complexes**

**Abstract.** The construction of any engineering structure cannot be carried out without a clear topographic survey and related geodetic works. Therefore, geodetic works are part of a geological prospecting complex for construction and are an obligatory component in the construction of residential and non-residential buildings, from low-rise to multi-storey, as well as industrial engineering structures.

**Keywords:** geodetic works, construction, buildings and structures.

**Г.Г. Устенбекова**

*Ғылыми жетекшісі – Кыргызбаева Г.М. т.ғ.к., қауымдастырылған профессор  
Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан  
[ustenbekova.gulnaz@mail.ru](mailto:ustenbekova.gulnaz@mail.ru)*

## **ГЕОКЕҢІСТІКТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ СЫЗЫҚТЫҚ ОБЪЕКТІЛЕРГЕ АРНАЛҒАН АЛГОРИТМДЕРДІ ІСКЕ АСЫРУДЫҢ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕМЕЛЕРІ**

***Аңдатпа.** Бұл мақалада географиялық ақпараттық жүйенің тұжырымдамасы қарастырылған, оның құрылымы мен жалпыландыру үшін ең танымал ГАЖ шолу жасалды, сызықтық объектілерді жеңілдету алгоритмдері зерттеліп, іске асырылады. Сандық карталардағы ақпараттың 80% - ы сызықтық нысандармен беріледі, бұл тапсырманы өзекті етеді.*

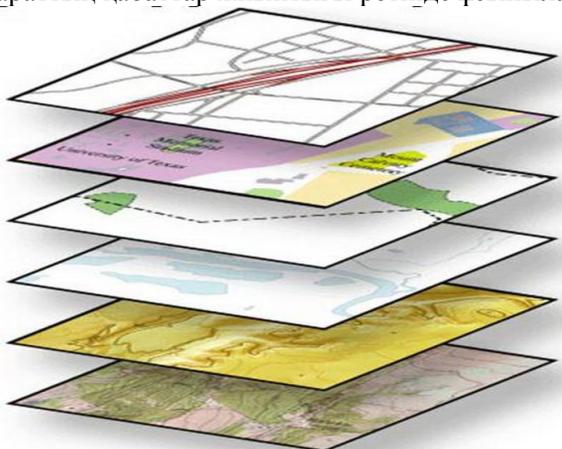
***Түйін сөздер:** алгоритм, жалпылау, ГАЖ, абсолютті белгі, карта ажыратымдылығы.*

Технологиялардың қазіргі даму деңгейі картографиялық ақпаратқа қойылатын талаптардың жаңа сапалық деңгейін қалыптастырады. Американдық GPS, ресейлік ГЛОНАСС сияқты навигациялық құралдар кеңінен қолданылуда, мобильді есептеу жүйелері де қол жетімді.

Тұтынушылар шеңберінің кеңеюіне байланысты пайдаланушылардың картографиялық ақпаратқа деген сұраныстарының ауқымы кеңеюде, сондықтан деректерді өңдеудің әртүрлі құралдарын жасау барған сайын өзекті бола түсуде.

Жер туралы ғылымдарда ақпараттық технологиялар базасында географиялық ақпараттық жүйелер (ГАЖ)-кеңістіктік деректерді және олармен байланысты қажетті объектілер туралы ақпаратты жинаудың, сақтаудың, талдаудың және графикалық визуализацияның ерекше жүйелері құрылған.

ГАЖ құрылымы әдетте ақпараттық қабаттар жиынтығы ретінде ұсынылады (1-сурет).



Сурет 1- географиялық ақпараттық жүйеде ақпараттық қабаттардың орналасу принципі

Жалпылауға арналған ГАЖ шолу. Қазіргі уақытта MosMap – GIS, GeoГраф, ActiveMapGS, GIS 6 Web Edition, GisMapServer, ArcView, MapInfo**Professional**, ПроГео, АРГО, ГИС «Еге», Панорама, ArcGis әзірлемелерін бөлуге болады.

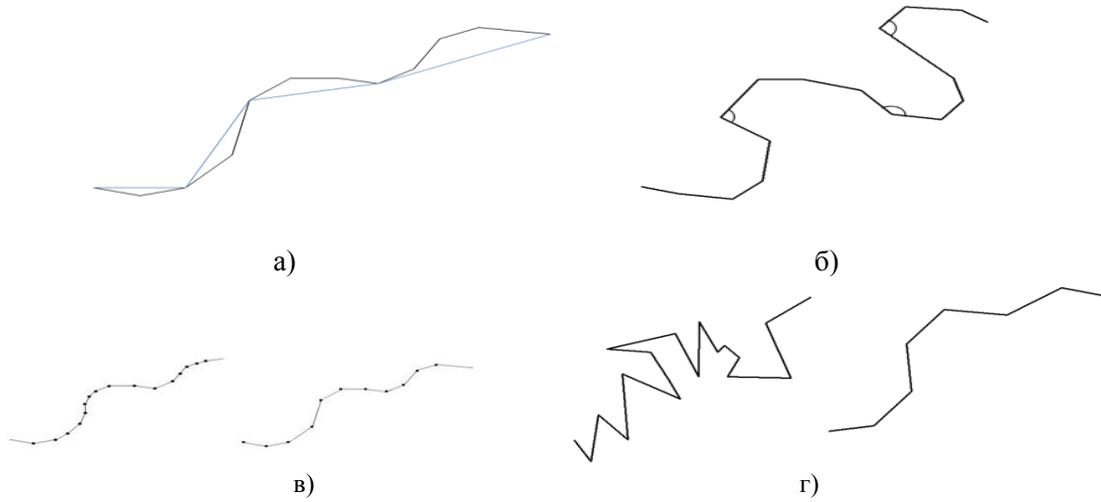
Кеңістіктік деректерді жалпылау-ГАЖ-дағы кеңістіктік объектілер туралы позициялық және атрибуттық деректерді жалпылау операторларын, олардың жиынтығын немесе тізбегін қолдана отырып, автоматты немесе интерактивті режимдерде жалпылау, олардың кейбіреулері картографиялық жалпылау әдістері мен әдістеріне сәйкес келеді. Бұл мәселеге бүкіл әлемде үлкен қызығушылық және осы саладағы зерттеулердің қазіргі деңгейі бұл проблема туралы анықтамадан гөрі кеңірек айтуға мүмкіндік береді.

Сызықтық жалпылау элементтері. Сызықты жалпылау - бұл модельдің жалпы жалпылау мәселесінің бөлігі, бірақ өте маңызды бөлігі. Жалпылау операторлары X–y координаталық жұптарының жолдарын

өңдейді. МакМастер (1983, 1986) сандық картографияға шаралар енгізген алғашқы зерттеушілердің бірі болды. Ол шаралардың 7 түрін қамтитын жіктеуді ұсынды: тығыздық өлшемдері, таралу өлшемдері, ұзындығы мен орамдық өлшемдері, пішін өлшемдері, қашықтық өлшемдері, кескін өлшемдері (Gestalt) және дерексіз шаралар.

МакМастер бұл өлшеу категорияларын сәйкесінше "бір нүктелік өлшеу" және "офсеттік өлшеу немесе салыстырмалы өлшеу" деп атады [1]. Зерттеушілердің көпшілігі өлшемдердің төрт категориясына назар аударады: ұзындық, тығыздық, бұрыштық және қисық сызық (2 сурет):

- ұзындықты бағалау
- сызық ұзындығы-тығыздықты өлшеу
- бұрыштықты бағалау
- қисықтықты бағалау [2].



Сурет 2 - өлшем категориялары. а) жеңілдету кезінде сызық ұзындығын азайту,

б) тығыздығының азаюы, в) сызықтардың әртүрлі бұрышы, г) қисық бұрылыс бағытын өзгертетін бұрыштар көрсетілген

Барлық сызықты жеңілдету алгоритмдері бастапқы сызықтан ауытқуды тудырады –  $\epsilon$  жеңілдету қатесі. Олардың мақсаттары бойынша жеңілдету алгоритмдерін 2 бөлуге болады:

- min-# проблемасы деп аталатын осы  $\epsilon$  қатесімен шыңдар санын азайту;
- min- $\epsilon$  мәселесі деп аталатын шыңдардың белгілі бір санымен жуықтау қатесін азайту [3].

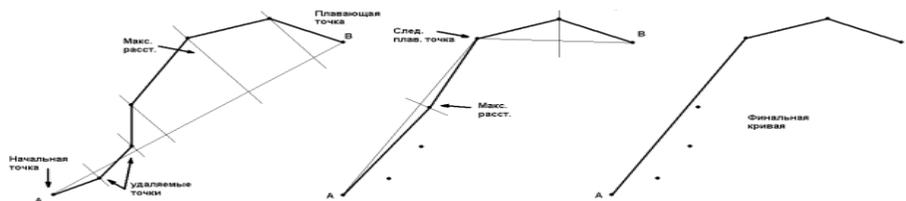
Алгоритмдерді сызықтық жеңілдету үшін олардың сипаттамаларын анықтау, сонымен қатар олар жүргізетін жеңілдетудің сапасын анықтау үшін жиі қолданылатын бірнеше алгоритмдер жүзеге асырылады, соның ішінде ең танымал алгоритмдердің бірі деп Douglas and Peucker (1973), көптеген коммерциялық бағдарламаларда қолданылады.

Алгоритмнің структурасы келесі қадамдардан тұрады:

1-қадам: Бірінші және соңғы нүктелерді түзу сызықпен жалғау;

2-қадам: Әр шыңнан осы түзу сызыққа дейінгі қашықтықты салыстыру. Егер қашықтық шекті мәннен аз болса, онда бұл шыңды алып тастауға болады;

3-қадам: Тік шыңнан ең алыс жерді табу. Бұл шың жаңа өзгермелі нүкте болады. Алгоритм шекті мәннен жақын шыңдар қалғанша жалғасады (3-сурет).



Жұмыс барысында эксперименталды түрде расталған кейбір тұжырымдар:

- Нүктенің маңыздылығы оның ағымдағы өзгермелі сызыққа қатысты жағдайына байланысты. Салыстырмалы геометриялық маңыздылыққа ешқандай мән берілмейді, енді нүкте орналасқан элементтің ерекшеліктері туралы, сондай-ақ оның көршілерге қатысты орналасуы туралы айтпағанда.

- Нүктелер белгілі бір жолмен бағаланады деп болжанады. Масштабтың ықтимал әсері еленбейді. Рейтинг өзгермелі сызыққа дейінгі қашықтықты бағалауға негізделген. Мұндай ауқымды тәуелсіз тапсырыс беру тұжырымдамасы дау туғызуы мүмкін.

- Жалпылау өзгермелі сызыққа дейінгі қашықтықты сүзгі ретінде қолданылатын белгілі бір шекті салыстыру арқылы жасалады. Берілген шектен тыс қашықтық мәні бар шыңы ғана сақталады. Жалғыз толеранттылық факторын қолдану теңгерімсіз жалпылауға әкелетінін байқадық, бұл әсіресе қисық бөлшектермен қисықтарда байқалуы мүмкін.

- Тіпті әдіс сыншылары бұл әдіс кескін өлшемін жеңілдетудің немесе азайтудың шағын деңгейлерінде жақсы жұмыс істейтінін мойындайды. Бұл алгоритмнің кішігірім, жеңілдетудің үлкен деңгейлерімен салыстырғанда мінез-құлқы әртүрлі екенін қате білдіреді. Өйткені, қабылдау сапасы ішінара адамның қабылдауының әсерінен анықталады[4].

Jenks(1981) сипаттағандай, сызықты жеңілдету нәтижелеріне деген үмітіміз масштабқа байланысты немесе тәуелді болмауы мүмкін күтілетін пайдалануға да байланысты. Дуглас-Пеккер алгоритмі жеңілдетудің тек бір түріне қабілетті. Жеңілдету ауқымының жоғарылауымен әдістің туа біткен әлсіз жақтары көрінеді.

Жалпыланған сызықтар, жіңішке сызықтардан айырмашылығы, ерекшеліктердің белгілі бір түрлерін, әсіресе кішігірім түрлерін толығымен төмендетуге бейім. Бұл сөзсіз жеңілдетілген сызықтың түпнұсқаға қатысты біршама ығысуына әкеледі. Демек, математикалық бағалауға негізделген Дуглас-Пеккер алгоритмінің жоғары тиімділігі (сонымен қатар Мак шебері сипаттаған) алгоритмнің жұқару алгоритмі ретінде индикативті артықшылығы ретінде түсіндірілуі мүмкін, бірақ міндетті түрде оның жалпылау алгоритмі ретінде артықшылығы туралы дәлел бола алмайды.

- Алгоритм өзінің әлсіз жақтарына қарамастан, анықталатын нысандарды шығарады деп айтуға болады. Алайда, тіпті қарапайым есептеу алгоритмдері де анықталатын формаларға әкелуі мүмкін. Әр n-ші нүктені таңдау өте қарапайым екені белгілі. Дегенмен, мысалы, жеңілдетудің 10% деңгейінде мұндай процедура оңай танылатын нысандарды шығара алады. Жеңілдетудің үлкен деңгейлерінде айтарлықтай айырмашылықтар көзге әсер етеді. Осыған байланысты конфигурацияны тану қабілеті сызықты жеңілдету алгоритмінің сәттілігінің жеткіліксіз өлшемі деп қорытынды жасауға болады.

Зерттеудің түпкі мақсаты желілік объектілерді жеңілдету алгоритмдері, желілерді оңайлатуды бағалауға байланысты материалдар, желілік объектілердің нысандарын сандық бағалау жөніндегі материалдар бойынша материалдарды іріктеп алуды орындау; ең танымал картографиялық ГАЗ-ларды, олардың негізгі функциялары мен мүмкіндіктерін қарау болып табылады.

#### **Әдебиет**

1. Васмут А.С., Бугаевский Л.М., Портнов А.М. Автоматизация и математические методы в картосоставлении М.:Недра.
2. Васмут А. С. Моделирование в картографии с применением ЭВМ, -М.:Недра, 1985г.
3. Нурпеисова М.Б. Геодезия, г.Алматы, Эверо, 2005г.
4. Берлянт А.М., Мусин О.Р., Собчук Т.В. Картографическая генерализация и теория фракталов М.: 1998.

**Г.Г. Устенбекова**

#### **Исследования методологии реализация алгоритмов линейных объектов на основе геопространственных технологий**

**Аннотация.**Рассмотрена концепция географической информационной системы, проведен обзор наиболее популярных ГИС для ее структуры и обобщения, изучены и реализованы алгоритмы упрощения линейных

объектов. Существует экспертная оценка, из которой следует, что до 80 % информации на цифровых картах передается линейными объектами, что делает эту задачу актуальной.

**Ключевые слова:** алгоритм, обобщение, ГИС, абсолютный знак, разрешение карты, ценз выбора.

**G.G. Ustenbekova**

**Research methodology for the implementation of algorithms for linear objects based on geospatial technologies**

**Abstract.** The concept of a geographical information system is also considered, the most popular GIS for its structure and generalization is reviewed, and algorithms for simplifying linear objects are studied and implemented. There is an expert assessment, from which it follows that up to 80 % of the information on digital maps is transmitted by linear objects, which makes this task relevant.

**Keywords:** algorithm, generalization, GIS, absolute sign, map resolution, selection qualification.

ӘОЖ 528.48

**Қ.Б. Хожанов**

*Ғылыми жетекшісі – Солтабаева С.Т. т.ғ.к. Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*  
[kuralbekkhozhanov@gmail.com](mailto:kuralbekkhozhanov@gmail.com)

**ВІМ ҚҰРЫЛЫС КЕЗІНДЕ ЛАЗЕРЛІК СКАНЕРДІ ПАЙДАЛАНУ**

**Аңдатпа.** Мақаланың мақсаты - ғимаратты ақпараттық модельдеу технологиясымен құрылыс жүргізудің барлық кезеңдерінде лазерлік сканермен бақылау жүргізу әдістерін қарастыру. Тақырыптың өзектілігі лазерлік сканермен алынған мәліметтер құрылыс уақытын, бюджет шығындарын басқаруға және де технологиялық қателерді ерте кезеңде анықтауға мүмкіндік беруімен сипатталады. Ғимаратты ақпараттық модельдеу (ВІМ) арқылы құрылыс компаниялары өз жобаларын виртуалды кеңістікте құра алады, күрделі мәселелерді болжап, қайта салуды азайтады және де олардың инвестициялық кірістерін жақсартады.

**Түйін сөздер:** құрылыс, заманауи технологиялар, лазерлік сканерлеу, 3D-модель, ВІМ-технологиясы.

ҚазҰТЗУ де жыл сайын өткізілетін дәстүрлі «Сәтбаев оқуларына» қатысу, атқарып жатқан істеріміздің ғылыми жақтарын айтып баяндама жасау – ол есіміне ие болып отырған Қаныш Имантайұлы Сәтбаевқа деген зор құрмет деп білеміз. Қазақстың дархан даласы ХХ-ғасырда көптеген ғалымдарды дүниеге әкелді, солардың арасында К.И.Сәтбаевтың тұлғасы құзыр шыңға ұқсайды. Ол жер қойнауының тылсым сырын аша білген геолог қана емес, өз заманының әйгілі табиғат зерттеушісі, әлем шыңына көтерілген ғұлама ғалым, көрнекті ұйымдастырушы.

Ол техника саласында мамандар даялау үшін, 1934 жылы Қазақ тау-кен-металлургия институтын ашқан, құрылыс, архитектура, автоматика және т.б. мамандықтарды ашуға көмектесіп, оны политехникалық институт дәрежесіне көтерген, өркендеуіне зор үлес қосқан жан. Сондықтан да біздер Сәтбаев есіміне ие болып отырмыз және оны мақтан тұтамыз.

ВІМ құрылысы - сенімді құрылыс. ВІМ технологиясы құрылыста қалай қолданылады? Дәл шешім қабылдау үшін құрылыс индустриясы әрқашан мәліметтерге сүйенеді. Технологияның соңғы жетістіктері құрылыс индустриясын әлдеқайда сенімді етті. Ондаған жылдар бұрын құрылыс компаниялары қысқа уақытта компьютерлердің көмегімен өнімнің құнын және салу мерзімін басқаруды жақсартта алды.

Алғашқы кезде электрондық есептеу бағдарламалар құрылыс компанияларына дәлірек болжам жасауға мүмкіндік берді. Сол уақыттан бастап құрылысты жоспарлау мүмкіндіктері барлық процесті басынан аяғына дейін жеңілдету және жақсартуға мүмкіндік берді.

Бүгінгі күні ВІМ құрылыс деректерін дәлірек етеді. Енді құрылыс компаниялары өз жобаларын клиенттерге дайын өнімнің қалай көрінетіндігін көрсетуден бастап, әртүрлі объектілердің қоршаған ортамен өзара әрекеттесуін миллиметрге дейін жоспарлай алады. Деректер моделі қанша жақсы болса,

компаниялардың күтпеген жағдайға тап болу ықтималдығы соншалықшы аз болады және компанияның болашаққа жоспар жасау процесі жеңілдейді.

Осы уақытқа дейін кеңістіктік объектілер туралы ақпарат алу үшін объектінің дәл үш-өлшемді моделін құру мүмкін болмайтын, еңбек шығынын талап ететін әдістер қолданылды. Соңғы 10 жылда топографиялық-геодезиялық өндіріс практикасына лазерлік сканерлеу технологиясы енгізілді [1]. Лазерлік сканерлеу - кеңістіктік объект туралы дәл және толық ақпарат алудың ең жылдам және тиімді жолы [2].

Ақпаратты жинау процесінің жоғары автоматтандырылуына байланысты оператордың қатысуы тек сканерді жұмысқа сапалы дайындауда болады. Толық сандық деректерді басқа дәстүрлі тәсілмен жасау мүмкін емес.

Лазерлік сканердің өлшем алу аймағы өте кең. Ол сфераның кез келген жерінде орналасқан объектілерді өлшем жасай алады – горизонталь бойынша 360 ° және вертикаль бойынша 270 °. MI SMK 71.12.12 нұсқауларына сәйкес 3D сканермен жұмыс істеу кезінде қашықтықты және RMS өлшеу дәлдігі кестеде келтірілген. Альбедро - объект бетінің шағылысу қабілетінің өлшемі [3].

Кесте 1 - Лазерлік сканердің жұмыс істеу дәлдігі

Арақашықтық	Альбедро 14 %	Альбедро 37 %	Альбедро 80 %
10 м	0,5 мм	0,4 мм	0,3 мм
25 м	1 мм	0,6 мм	0,5 мм
50 м	2,7 мм	1,2 мм	0,8 мм
100 м	10 мм	3,8 мм	2 мм

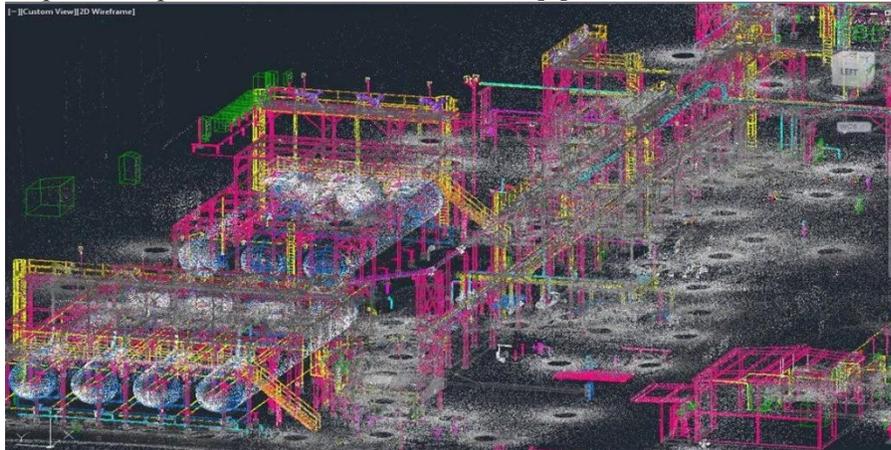


Сурет 1 -Құрылыс объектісінде Trimble TX8 лазерлік сканер көмегімен 3D моделін құру процесі

Өнеркәсіптік ғимараттар құрылысын лазерлік 3D-сканерлеумен бақылау көптеген себептермен тиімді болып табылады. Негізгі аргумент – деректерді алудың жылдамдығы. Объектілер саны көп, тығыздығы жоғары және құрылыс қарқыны жылдам объектілерде күн сайын геодезиялық өлшеулер жүргізетін мамандар бригадасы болуы талап етіледі. Мұндай жұмыстардың қымбаттығынан басқа, адам факторы орын алады, бұл біріншіден, құрылыс уақытының ұзаруына, екіншіден, құрылыс жұмыстарының қымбаттауына әкеледі. Деректерді жинау процесін автоматтандырудың жоғары дәрежесі 3D-лазерлік сканерлеу адам факторының әсерін азайтуға ықпал етеді. Лазерлік сканерлеу көмегімен құрылыс-монтаждау жұмыстарының мониторингі құрылыстың нақты жай-күйі туралы ақпаратты үнемі жаңарту, жоспар жасау процесстерін жеделдетеді.

Құрылыс алаңында жасалған модельді жобалық BIM модельмен біріктіріп салыстыру арқылы, құрылыстың қателіктерін ерте кезеңде анықтауға, құрылыс кестесі мен бюджетінен тыс шығындарды азайтуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, құрылыс-монтаждау жұмыстары барысында тікелей атқарушы ақпараттық модель құру мүмкіндігі бар, оның соңында пайдалануға дайын объектінің дәл және сенімді BIM моделі болады.

Технологиялық жабдықтар тығыз орналасқан өнеркәсіптік ғимараттарды жаңарту кезінде қолданыстағы технологиялық жабдықтар мен құрылыс құрылымдарының кеңістікте орналасуы жайлы ақпарат үлкен маңызға ие. Мұндай ақпаратты қағаз сызбалар түрінде сақтауға және өндеуге болады, алайда олар көбінесе шындыққа сәйкес келмейді. Осы кезде негізгі құрылыс кезінде лазерлік сканердің көмегімен жасалған үш өлшемді модель өте пайдалы болады. Қолданыстағы өндірістің мұндай 3D-моделі қайта құруды дұрыс жобалауға ғана емес, сонымен қатар құрылыс-монтаждау жұмыстары кезеңінде қателерді жоюға жұмсалатын шығындарды өмендетуге ықпал етеді, бұл соңында кәсіпорынды қайта құрудың бүкіл процесін арзандатады және жеделдетеді [4].



Сурет 2 - Мұнай және газ өңдеу зауытында жасалған нүктелер бұлтты

Құрылыста лазерлік сканерлеуді қолдану өте қажет болатын ерекше мәселелер бар.

1. көптеген бақылау параметрлері бар күрделі дизайн
2. құрылыстың бүкіл кезеңін үздіксіз бақылау

Алдағы жылдарда BIM-ді қолданудың дәлдігі мен жеңілдігінде бірнеше керемет жетістіктер болады деп күтілуде. 3D бақылаудың заманауи жұмыстары (жердегі лазерлік сканерлеу) уақыт өте келе ақпараттық модельдеудің келуімен бірге дамиды. Сонымен қатар, болашақта объект туралы нақты ақпаратты тез және дәл жинаудың басқа объективті тиімді тәсілі болмайды.

**Қортынды.** Кейбір құрылыс компаниялары BIM-ді әлі қолданбайды. Себебі BIM қолдану үшін жаңа жүйелер мен процестер қажет. Құрылыс компаниялары жаңа озық технологиялар мен платформаларды зерттеп, қызметкерлерді оқытумен айналысуы керек. Бұл уақытты қажет етеді.

#### Әдебиет

1. Середович В. А., Комиссаров Д. В. Состояние, проблемы и перспективы применения технологии наземного лазерного сканирования // СГГА. 2009. № 4 (29). С. 205–216.
2. Кошан Е. К. Возможности, преимущества и недостатки наземного лазерного сканирования // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. С. 27–30.
3. Hamzah A., Nathan M., Raymond R. Issa. Laser scanning technology and BIM in construction management education // ITcon Vol. 21. 2016. Shanbari et al. P. 206–207.
4. Шевченко А. А., Мелитонян А. А. Методология создания BIM-моделей и творческая составляющая процесса BIM проектирования // Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». 2017. С. 168–172.

**К. Б. Хожанов**

#### Применение лазерного сканирования при BIM строительстве

**Аннотация.** Цель статьи - рассмотреть методы лазерного сканирования на всех этапах строительства с использованием технологии информационного моделирования здания. Актуальность темы характеризуется тем, что данные, полученные с помощью лазерного сканирования, позволяют управлять сроками строительства, бюджетными затратами, а также ранним обнаружением технологических ошибок. Благодаря информационному

моделированию зданий (BIM) строительные компании могут создавать свои проекты в виртуальном пространстве, предвидеть сложные проблемы, сокращать реконструкцию и повышать окупаемость инвестиций.

**Ключевые слова:** стройиндустрия, современные приборы, лазерное сканирование, 3D-модель, BIM-технология.

**К.В. Khozhanov**

#### **Laser scanning in BIM construction**

**Abstract.** The purpose of the article is to consider the methods of laser scanning at all stages of construction using information modeling technology of the building. The relevance of the topic is characterized by the fact that the data obtained by laser scanning allows you to manage construction time, budget costs, as well as early detection of technological errors. Through building information modeling (BIM), construction companies can create their projects in a virtual space, anticipate complex problems, reduce reconstruction, and improve their investment returns.

**Keywords:** laser scanning, 3D-model, BIM-technology.

УДК 528.952

**Р.Шульц,<sup>1</sup> Э.О. Орынбасарова<sup>2</sup>, Г.Н. Махметова<sup>2</sup>, Р.А. Ахметов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Мичиганский технологический университет, Мичиган, США, [rshults@mtu.edu](mailto:rshults@mtu.edu)*

<sup>2</sup> *Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[elmiraorynbassarova@gmail.com](mailto:elmiraorynbassarova@gmail.com)*

### **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены различные методы интерполяции в среде географической информационной системы ArcGIS и оценена их пригодность и точность для создания карт рельефа. Для исследования использовались четыре методов интерполяции: метод обратно взвешенных расстояний, кригинг, сплайн, естественная окрестность. Для оценки точности методов интерполяции применялся метод выборочной проверки, который заключается в удалении части исходных данных и на основе оставшихся данных строится модель интерполятора. Было установлено, что кригинг является наиболее пригодным методом для интерполяции точек рельефа.

**Ключевые слова:** рельеф, интерполяция, геоинформационные системы, метод обратно взвешенных расстояний, метод кригинг, метод сплайн, метод естественная окрестность.

Современное программное обеспечение позволяет интерполировать поверхности по различным исходным данным, сравнивать эти поверхности, анализировать с помощью статистики для выбора наиболее подходящего метода интерполяции в ГИС-программах. Одной из мощнейших ГИС – программ, в настоящее время является ArcGIS. В этой программе были выполнены исследования по интерполяции для создания карты рельефа, на небольшой участок территории Центрального Казахстана. Инструменты интерполяции создают непрерывную поверхность по тем значениям, которые определены в опорных точках. На основании измерений в этих опорных точках прогнозируют значения для всей поверхности в выходном наборе растровых данных, в независимости от того, выполнялось в этих точках измерения или нет.

Существует несколько методов интерполяций для получения прогнозируемого значения в каждой точке. Каждый метод реализует определенную модель интерполяции. Для каждой модели существует целый ряд допущений, которые вытекают из исходных данных [1].

Было рассмотрено четыре метода интерполяции в программе ARCGIS. Естественная окрестность (Natural Neighbor). Алгоритм, используемый инструментом интерполяции «Естественная окрестность», находит самое близкое к запрошенной точке подмножество

входных образцов и применяет к ним веса, основанные на пропорциональных областях, чтобы интерполировать значение (Sibson 1981). Она также известна как интерполяция Сибсона или "захватывающей области". Его основные свойства – то, что являясь местной, он использует только подмножество образцов, которые окружают точку запроса, и то, что интерполированные высоты гарантировано будут в пределах диапазона используемых образцов.

ОВР (IDW) (обратно взвешенные расстояния). Данный использует метод интерполяции, оценивающий значения ячеек посредством усреднения значений образцов точек данных рядом с каждой обрабатываемой ячейкой. Чем ближе оценивается точка к центру ячейки, тем больше влияния, или веса, она имеет в процессе усреднения.

Сплайн. Этот инструмент использует метод интерполяции, который оценивает значения, используя математические функции которые сводят к минимуму общую кривизну поверхности, что приводит к сглаженной поверхности которая проходит точно через входные точки.

Кригинг (Kriging) – улучшенная геостатистическая процедура, генерирующая приблизительную поверхность из рассеянного набора точек со значениями  $Z$ . В отличие от других методов интерполяции, перед выбором оптимального метода оценки, который будет использоваться для построения итоговой поверхности, необходимо сделать исследование пространственного поведения явления, представленного  $Z$ -значениями [2].

Определенные модели лучше подходят для конкретных типов входных данных. Например, одна модель интерполяции может лучше учитывать локальные изменения, другая – давать наиболее сглаженную поверхность. Одни методы интерполяции базируются на заданных математических формулах, которые определяют сглаженность результирующей поверхности. К этим методам относят: метод обратных взвешенных расстояний [3] метод естественной близости [4], метод полиномиальной интерполяции, метод сплайн – интерполяции [5] и другие. Другие методы интерполяции основываются на статистических моделях, включающих анализ автокорреляции моделируемой величины. К таким методам относится метод кригинга [6].

Заранее не известно какой метод будет лучше или хуже. Поэтому выбор метода интерполяции часто осуществляется на основе исследований. Целью таких исследований является оценка точности интерполяции. Обычно для этого используется метод, который основан на принципе удаления одного или нескольких значений в опорных точках и интерполяции связанных с ними значений с использованием данных в оставшихся точках. Таким образом, можно сравнить интерполируемое значение с наблюдаемым и получить невязку, которая характеризует качество модели интерполяции. На практике применяются две разновидности данного метода – метод выборочной проверки и метод перекрестной значимости.

В методе выборочной проверки сначала удаляется часть исходных данных. Затем, на основе оставшихся данных строится модель интерполятора. Выборочная проверка позволяет оценить модель только для некоторого набора данных, но не обеспечивает проверку модели по всем доступным данным.

В методе перекрестной значимости оценка модели интерполятора осуществляется с использованием всех исходных данных. При этом по очереди удаляются все исходные точки и интерполируется связанное значение. Затем выполняется сравнение интерполируемого и исходного значений в месте пропущенной точки. Эта процедура повторяется для всех исходных точек. [7]

Для сравнения методов интерполяции в пакете ArcGIS для получения наиболее подходящего метода для создания карты рельефа были взяты набор точек в системе координат UTM 43N, представленные на рисунке 1. Территория Центрального Казахстана, высохшее русло реки. Высота рельефа от 414,6378 до 417,0282 метров.

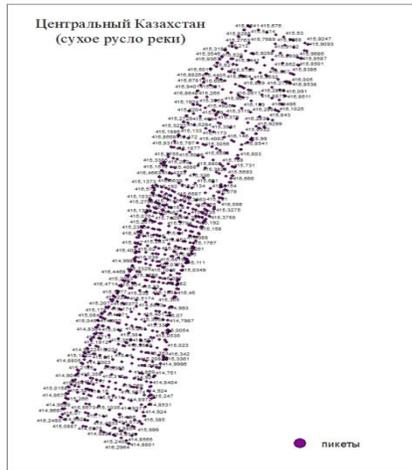
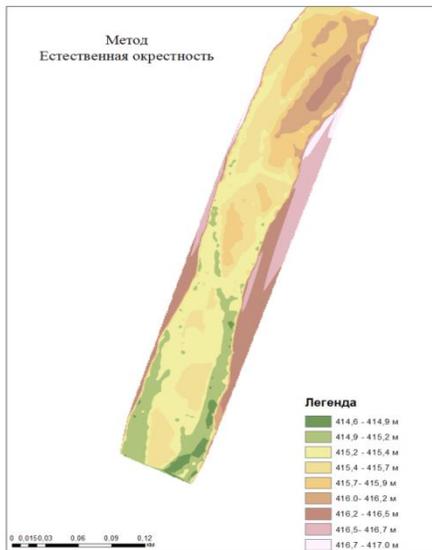


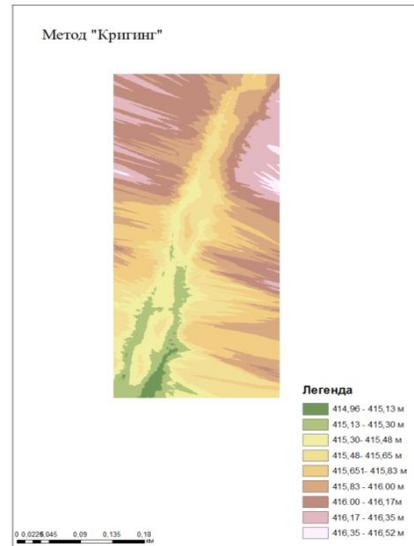
Рисунок 1 - Объект исследования

По этим данным была выполнена интерполяция несколькими методами:

- метод естественная окрестность – рисунок 2а.
- метод кригинга – рисунок 2б.
- метод обратных взвешенных расстояний – рисунок 3а.
- метод сплайн – рисунок 3б.



а



б

Рисунок 2 - Результаты интерполирования а – метод «Естественная окрестность», б- метод «Кригинг»

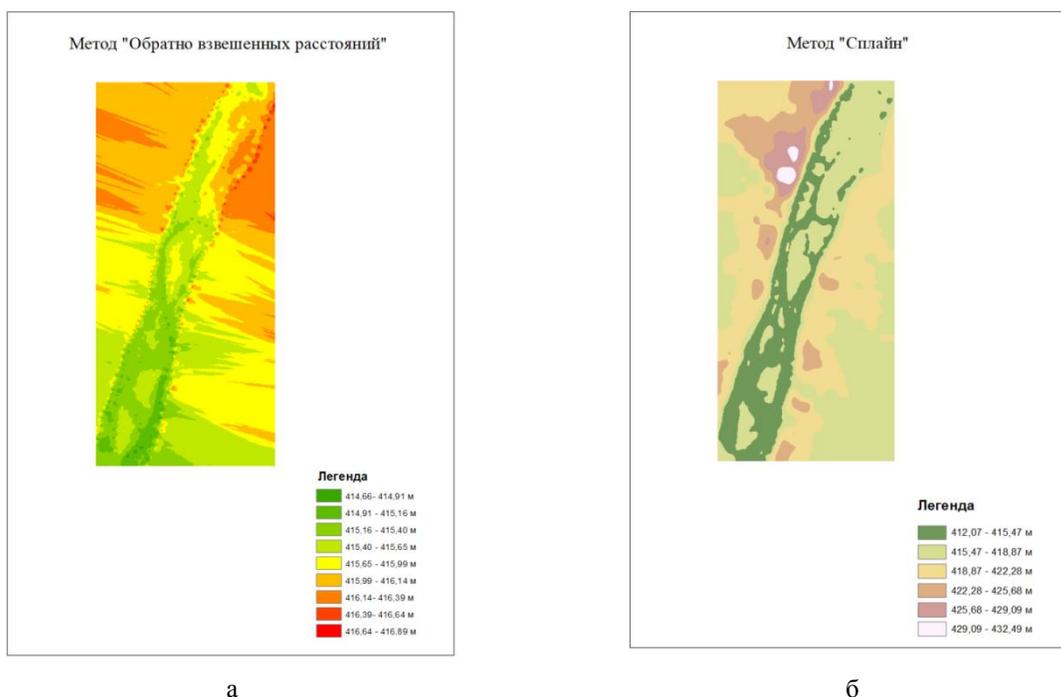


Рисунок 3 - Результаты интерполирования а – метод «Обратно взвешенных расстояний», б - метод «Сплайн»

Затем было произведено сравнение этих методов интерполяции с помощью выборочной проверки, при которой было создано два условия. При первом условии удалили одну точку из набора, а именно точку с высотой 415.858, расстояние между точками составляло 8-9 метров. Во втором условии удалили несколько точек вокруг определяемой, расстояние между точками 17-18 метров, построили снова все модели по всем предыдущим методам, чтобы проверить правильность выполнения интерполяции.

Таблица 1 - Значение точки с высотой 415.858 для двух случаев.

Методы интерполяции	1 (удалена 1 точка)	2 (удалено несколько точек)
Обратно взвешенных расстояний	415,802002	415,814209
Кригинг	415,799469	415,816833
Естественная окрестность	415,818573	415,827087
Сплайн	416,529175	418,227661

Таблица 2 - Значение удаленных точек с высотами, 415,5784, 415,6271, 416,0401 для второго условия.

Методы интерполяции	415,5784	415,6271	416,0401
Обратно взвешенных расстояний	415,726135	415,758514	415,885986
Кригинг	415,759460	415,767609	415,816833
Естественная окрестность	415,713287	415,836273	415,904205
Сплайн	418,613861	416,269684	416,274963

По результатам анализа данных таблиц было выявлено, модели интерполяции, которые имеют наилучшие показатели относительно других и схожие показатели между собой, это метод «Естественная окрестность», метод «ОВР» и метод «Кригинга». На основе детального сравнения этих трех методов в качестве наиболее предпочтительного из них для создания карты рельефа был выбран метод кригинга.

Результаты исследования показали, что методы «Естественных окрестностей» и «ОВР» схожи между собой, так как используют анализ точек, но по разному их трактуют и получают

разные результаты. При методе «Сплайн» - создается сглаженная поверхность проходящая через все точки. Метод «Кригинг»- это пошаговый процесс; он включает поисковый статистический анализ данных, моделирование вариограммы, создание поверхности. Экстраполированные значения данным методом рассчитывает по адаптированным для этого формулам, предназначенным именно для «прогнозирования» значений. Для создания карт рельефа больше подходит метод интерполяции «Кригинг».

### Литература

1. Ходаков П. А. Методика учета влияния глобальных изменений климата на стабильность геодезической основы в районах многолетней мерзлоты Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, с. 70
2. Интернет ресурс: <https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-natural-neighbor-works.htm>
3. Philip, G. M., D. F. Watson, "A Precise Method for Determining Contoured Surfaces". Australian Petroleum Exploration Association Journal 22: 205–212. 1982.
4. Sibson, R. "A Brief Description of Natural Neighbor Interpolation," chapter 2 in Interpolating Multivariate Data. New York: John Wiley & Sons, 1981. 21–36 p.
5. Franke, R. 1982. Discrete data smoothing interpolation by local splines. Journal "Computer and Mathematics with Applications". Vol. 8. No. 4. pp. 273–281. Great Britain.
6. Oliver, M. A. "Kriging: A Method of Interpolation for Geographical Information Systems." International Journal of Geographic Information Systems 4:313–332. 1990.
7. Интернет ресурс: <http://resources.arcgis.com/>

Р.Шультц,<sup>1</sup> Э.О. Орынбасарова<sup>2</sup>, Г.Н. Махметова<sup>2</sup>, Р.А. Ахметов<sup>2</sup>

#### Интерполяция әдістерінің жалпы сипаттамасы мен салыстырмалы зерттеуі

**Андатпа.** Зерттеудің мақсаты төрт интерполяция әдісін қарастыру болып табылады: кері қашықтықта өлшенген әдіс, кригинг, сплайн, табиғи көршілестік және кедір-бұдырлық карталарды құрудың әр әдісінің дәлдігін бағалау. Дәлдікті бағалау үшін іріктеу әдісі қолданылды. Осы әдістің нәтижелері бойынша ең жақсы көрсеткіштерге ие интерполяция модельдері анықталды - бұл табиғи көршілес әдістер, кері қашықтықта өлшенген әдісі және Кригинг әдісі. Осы үш әдісті егжей-тегжейлі салыстыру негізінде бедерлі картаны құрудың қолайлы әдісі ретінде Кригинг әдісі таңдалды.

**Түйін сөздер:** рельеф, интерполяция, геоақпараттық жүйелер, кері қашықтықты өлшеу әдісі, кригинг әдісі, сплайн әдісі, табиғи көршілестік әдісі.

R.Schultz<sup>1</sup>, E.O. Orynbasarova<sup>2</sup>, G.N. Makhmetova<sup>2</sup>, R.A. Akhmetov<sup>2</sup>

#### General characteristic and comparative study of interpolation methods

**Abstract.** The aim of the research is to consider four interpolation methods: inverse distance weighted method, kriging, spline, natural neighborhood and to evaluate the accuracy of each method for creating bump maps. The sampling method was used to assess the accuracy. Based on the results of this method, interpolation models were identified that have the best indicators - these are the natural neighborhood methods, the IDW method and the Kriging method. Based on a detailed comparison of these three methods, the Kriging method was chosen as the preferred method for creating a bump map.

**Keywords:** relief, interpolation, geographic information systems, inverse distance weighted method, kriging method, spline method, natural neighborhood method.

УДК 622.015.016

**З.Р. Юнусова**

*Научный руководитель – Байғұрин Ж.Д. д.т.н., профессор Satbayev University, г. Алматы, Казахстан,  
[east\\_soul@mail.ru](mailto:east_soul@mail.ru)*

**МОНИТОРИНГ БОРТОВ КАРЬЕРА АҚТОҒАЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ GEOMOS**

**Аннотация.** Рассматривается маркшейдерский мониторинг деформационных процессов в массиве пород и степени их влияния при разработке месторождения Актогай открытым способом. Приведены краткие сведения о методах мониторинга и основное внимание уделено на автоматизированный способ наблюдения, т.е. на систему мониторинга Geotos. Приводятся программные подсистемы, аппаратные составляющие, принцип работы и обработка результатов в системе Geotos.

**Ключевые слова:** месторождение Актогай, открытые горные работы, деформация бортов карьера, маркшейдерский мониторинг, виды наблюдений, система мониторинга Geotos.

Современное состояние открытых горных работ на карьере Актогай характеризуется весьма сложными горно-геологическими условиями разработки месторождения, связанными с наличием крупных тектонических нарушений, значительной и всевозрастающей глубиной, а также длительным временем стояния бортов карьера. В данных условиях безопасность горных работ на карьере Актогай обеспечивается системой геодинамического мониторинга, которая осуществляется на основе:

1. Исследования прибортового и отвального массивов инструментальными маркшейдерскими и геофизическими методами с целью выявления зон и участков развития деформаций, оценки их масштабов, возможных последствий для работы карьера и организации на наиболее опасных из них стационарных инструментальных наблюдений.

2. Районирования бортов карьера по устойчивости, основанного на отнесении участков, сходных по геологическому строению и наличию ослабляющих факторов, к неустойчивым, условно-неустойчивым и устойчивым зонам.

3. Прогнозирования возникновения деформаций на основе анализа данных о геологическом строении прибортового массива, полученных в результате мониторинга.

Деформации имеют разную природу, но в наибольшей степени деформированию подвержены участки бортов, приуроченные к зонам разломов, тектонических нарушений, сложенные слоистыми углистыми и слюдястыми сланцами, выветрелыми алеволитами. Установлено, что дополнительными факторами к развитию деформаций является длительное время стояния бортов карьера в предельном положении, воздействие массовых взрывов и землетрясений. Также выявлена зависимость частоты деформаций от времени года (рис. 1).

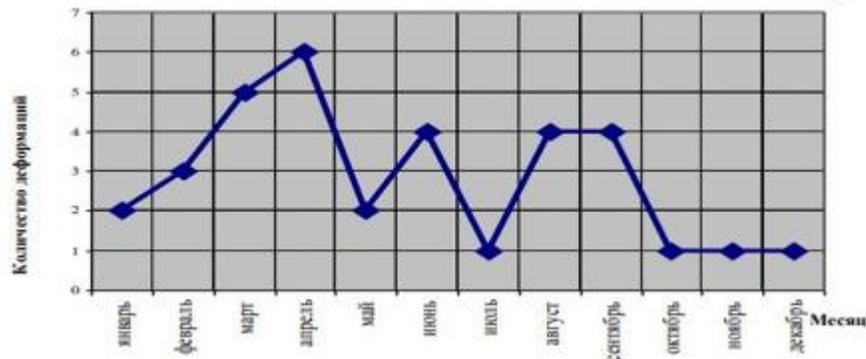


Рисунок 1 - График зависимости частоты деформаций от времени года

Проблема обеспечения устойчивости откосов при разработке сложно-структурных месторождений в скальных породах глубокими карьерами включает два взаимосвязанных аспекта: оценку степени устойчивости на базе геомеханических расчетов и контроль развития деформационных процессов в прибортовом массиве.

При общей протяженности бортов на карьере Актогай, которая измеряется десятком километров, своевременное обнаружение признаков начинающихся масштабных деформаций представляет собой весьма сложную и трудоемкую задачу. Наблюдения за состоянием прибортового массива на карьере Актогай осуществляются маркшейдерским инструментальным и геофизическим методами (рис. 2).

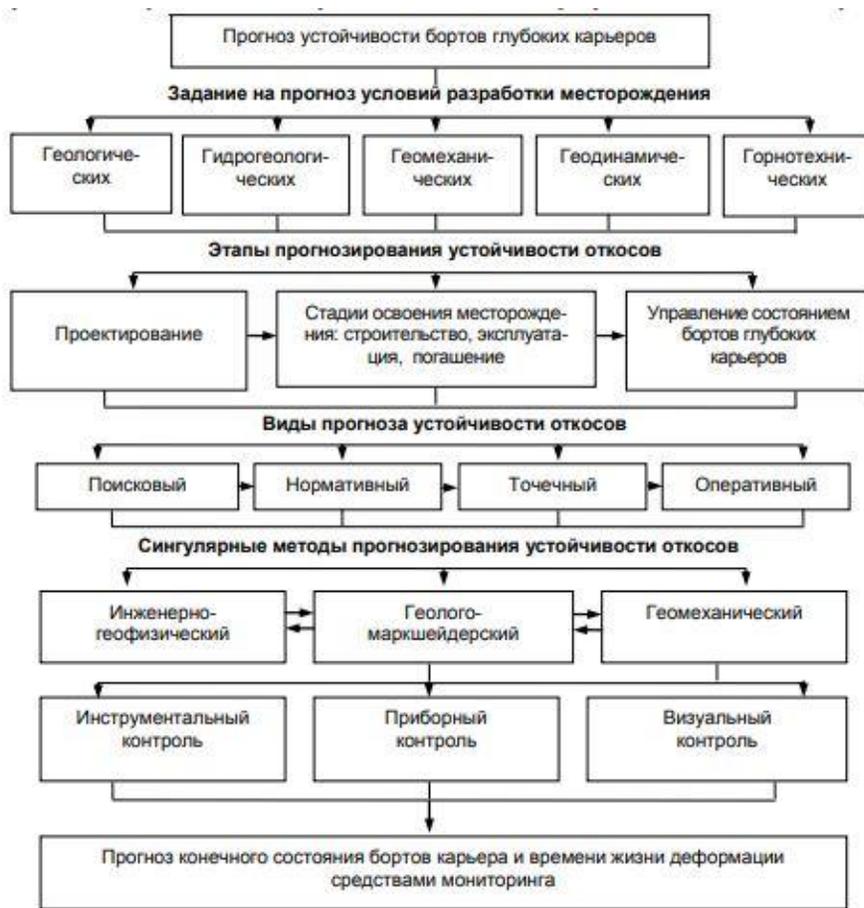


Рисунок 2 - Схема «Прогноз устойчивости бортов глубоких карьеров»

Маркшейдерские инструментальные наблюдения производятся на карьере с целью определения смещения точек массива и их скоростей, величин деформаций сдвига, границ распространения и вида нарушения откосов. Опорные наблюдения начаты до начала формирования отвалов и строительства карьера. Опорная часть состоит из трех реперов, расположенных в одном направлении на расстоянии 100-150 м друг от друга. В створе с опорными реперами заложены рабочие репера, количество которых определяется схемой измерения и условиями их сохранности в течение срока существования карьера. Наблюдения на станциях осуществляются периодически путем нивелирования реперов (геометрическое или тригонометрическое) и измерения расстояний между ними. Периодичность, прекращение и возобновление инструментальных наблюдений зависит от интенсивности ведения горных работ, объекта наблюдения, абсолютного смещения и скорости деформирования отвала или борта.

Система GeoMoS управляет сенсорами в полностью автоматическом режиме, на большом удалении от места сбора и обработки данных. Работающая в автоматическом режиме система позволяет выполнять циклы измерений с высокой скоростью и исключить ошибки, связанные с человеческим фактором. От оператора требуется провести качественный анализ результатов для выбора необходимых средств наблюдений, их расположения и соединения в единую сеть. Имея постоянно обновляемые параметры наблюдаемого объекта можно с высокой степенью достоверности производить прогнозы его состояния, предотвращать возможные аварии.

Система состоит из двух программных подсистем - Monitor (Монитор) и Analyzer (Анализатор). Monitor отвечает за сбор данных в режиме реального времени, контроль измерений и измерительного цикла, представленный на рисунке 3, проверку допустимых значений, мониторинг сообщений.

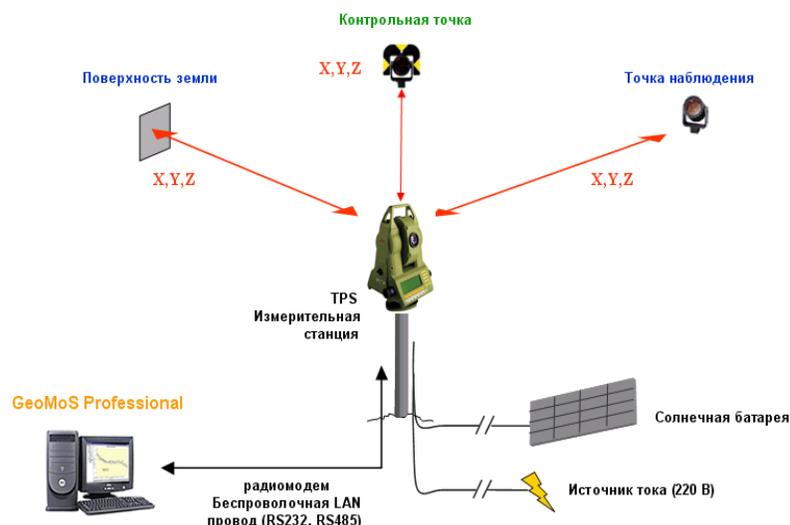


Рисунок 3 - Принцип измерительного цикла подсистемы Monitor

Analyzer отвечает за анализ измеренных данных, составление отчетов, редактирование и пост-обработку. Данные и результаты могут быть представлены в цифровом и графическом виде, как показано на рисунке 4, и экспортированы в различные стандартные форматы.

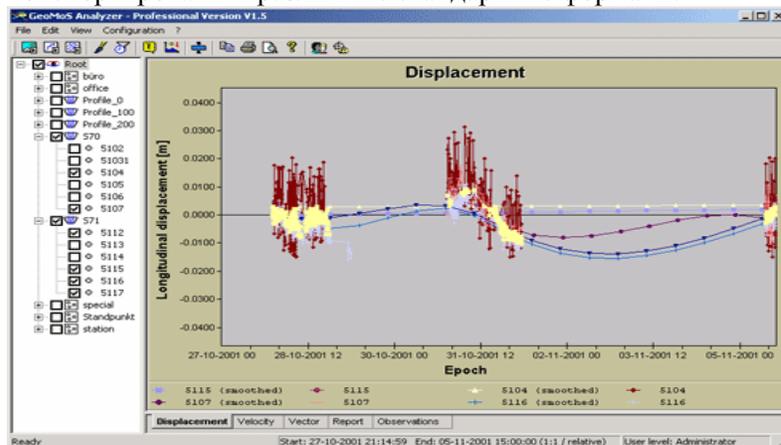


Рисунок 4 - Графическое и числовое представление измерений и результатов подсистемы Analyzer

Аппаратной составляющей системы мониторинга GeoMoS являются различные устройства сбора данных (рис.5,а): тахеометры серий TPS1200, TPS1800 и GPS System 500; метеорологические сенсоры. Прибор располагается в измерительной будке, которая предназначена для защиты инструмента. Конструкция стойки представлена на рис.5, б.



Рисунок 5 - а) принцип сбора данных системы GeoMoS

Измерительная будка обязательно должна быть оснащена климат-контролем для бесперебойного функционирования системы. Климатический контроль важен, для того чтобы избежать экстремальных температур, увлажнения и конденсации.

Основные технические характеристики системы GeoMoS:

- модульная конфигурация от одной до нескольких станций;
- возможность подключения и объединения в одну систему большого количества измерительных станций;
- удаленный доступ для работы и изменения установок;
- сообщения о текущем состоянии системы (превышение критических смещений объекта, отсутствие питания, взлом или разрушение);
- моделирование метеорологической сети вокруг объекта измерений;
- запись производимых изменений во время редактирования и пост-обработки;
- параллельное использование нескольких устройств (тахеометры, GPS, метрологические и геотехнические сенсоры);
- автоматическое регулирование и синхронизация получения данных по кабелю, радиомодему, LAN, WAN или через Internet;
- возможность измерять расстояния на большой дальности (до 5 км);
- мощный набор средств для графического и цифрового анализа данных;
- передача сообщений по электронной почте или цифровому интерфейсу;
- импорт-экспорт в другие системы (ASCII, DGN, WMF, Excel);
- поддержка больших баз данных с интерфейсом (SQL-Server);
- архивация данных.

К особенностям системы GeoMoS следует отнести:

- возможность задания интервалов измерений для групп точек (критические зоны, контрольные точки, и т.д.);
- расчет и построение профиля по заданному пользователем направлению;
- контроль по допускам/предельным значениям;
- полная информация по любому изменению параметров системы;
- подтверждение движений при помощи других датчиков (например, GPS);
- открытая база данных SQL;
- максимальная надежность и точность оборудования Leica (TPS и GPS).

Конечной целью исследований является получение научно-обоснованной информации, позволяющей прогнозировать развитие деформационных процессов, и на основании полученных данных разрабатывать мероприятия по предотвращению опасных деформаций или уменьшению их отрицательного влияния на режим работы карьера для обеспечения максимальной технико-экономической эффективности и безопасности горных работ. Таким образом, реализованная на карьере система геодинамического мониторинга GeoMOS в процессе ведения горных работ позволяет еще на

стадии планирования горных работ составить надежный прогноз устойчивости бортов, установить места возможных деформаций и принять меры по их предотвращению, тем самым обеспечивая высокую безопасность горных работ в условиях непрерывно действующего производства.

### **Литература**

1. Нурпеисова М.Б. Сдвигение горных прод при подземной разработке.-Алматы: КазНИТУ, 2018.-287 с.
- 2.М.Б.Нурпеисова, Г.М.Киргизбаева, А.Бек. Геомеханический мониторинг техногенных систем. Монография. Алматы, 2017.-120 с.
3. Голубко Б.П., Панжин А.А. Маркшейдерские опорные и съемочные сети на карьерах: Учебное пособие. УГГА, 1999.
4. Мурзайкин И.Я. Опорные знаки и визирные цели при высокоточных измерениях. Вестник ТашГТУ. № 3, 2006.

### **З.Р. Юнусова**

#### **Ақтоғай қарьері беткейдерін Geomos жүйесін қолданып мониторингтеу**

**Андатпа:** Мақалада Ақтоғай кен орнын ашық әдіспен игерудегі деформациялық процестер және олардың кен игеру процесіне тигізетін әсерінің дәрежесі қарастырылған. Деформациялық процестерді мониторингтеу әдістерінің ішіндегі автоматты түрде бақылаудың Geomos жүйесіне жан-жақты көңіл аударылған. Geomos жүйесінің бағдарламалық түрлері, аспаптық құрылымы, деректерді жинау және нәтижелерін өңдеу тәсілі келтірілген.

**Ключевые слова:** Ақтоғай кен орны, ашық кен жұмыстары, қарьер беткейлерінің деформациялануы, маркшейдерлік мониторинг, бақылау түрлері, Geomos мониторингтеу жүйесі.

### **Z.R. Yunusova**

#### **Monitoring of the sides of the Aktogay quarry using the Geomos system**

**Abstract.**The article considers the mine surveying monitoring of deformation processes in the rock mass and the degree of their influence during the development of the Aktogay field by open cut. Brief information about the monitoring methods is given and the main attention is paid to the automated method of observation, i.e. to the Geomos monitoring system. The software subsystems, hardware components, the principle of operation and processing of results in the Geomos system are presented.

**Keywords:** Aktogay deposit, open pit mining, deformation of the pit walls, mine surveying, types of observations, Geomos monitoring system.

УДК 622.83

### **Ж.М. Юсупов**

*Научный руководитель – Токтаров А.А. Satbayev University, г. Алматы, Қазақстан*  
[zhoxongir.yusupov@bk.ru](mailto:zhoxongir.yusupov@bk.ru)

## **ОБОСНОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРОВ ПРИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ**

**Аннотация.** Устойчивость бортов карьеров и отвалов является одним из основных вопросов при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. В статье рассматриваются вопросы устойчивости бортов карьеров. Подробно описаны факторы, влияющие на устойчивость откосов, а также излагается методика оценки устойчивости бортов карьеров. Статья предназначена для инженерно-технических работников, ведущих проектирование, строительство и эксплуатацию карьеров; и студентам специальностей открытой разработки полезных ископаемых и инженерной геологии.

**Ключевые слова:** устойчивость бортов карьеров, методы расчетов, расчетная схема, поверхность скольжения, КЗУ, алгебраическое сложение сил.

Одним из важнейших задач при добыче месторождений полезных ископаемых открытым способом является устойчивость бортов карьеров и отвалов. Проектная глубина наиболее крупных современных карьеров составляет 500 – 700 м, на отдельных карьерах нагорного типа высота бортов достигает до 1000 м. При характерных для карьеров скоростях углубления (10–15 м/год) сроки стояния бортов в предельном положении 30–50 лет. В течение этого периода необходимо обеспечить устойчивость бортов в промежуточных и конечных положениях и сохранить ширину транспортных и предохранительных берм.

При большой глубине карьеров изменение предельного угла наклона бортов на 3-4° приводит к изменению объема вскрышных работ на миллионы кубометров; например, при глубине карьера 300 м увеличение угла наклона борта с 30 до 34° приводит к сокращению объема вскрышных работ на 10,8 млн. м<sup>3</sup> на 1 км протяженности борта. Если учесть, что углы наклона бортов в некоторых случаях принимаются на 8-10° меньше допустимых, а протяженность бортов действующих и строящихся карьеров измеряется сотнями километров, то станет очевидным большое экономическое значение определения максимальных углов наклона устойчивых бортов карьеров. [1]

Оптимальные параметры бортов карьеров, при которых обеспечивается их устойчивость, определяются комплексом инженерно-геологических, гидрогеологических и технологических факторов, из которых наибольшее влияние на устойчивость бортов оказывают следующие: прочность слоистость и трещиноватость горных пород, их склонность к выветриванию, набуханию и проявлению ползучести, а также тектонические нарушения и гидрогеологические условия – обводненность пород и положение уровня подземных вод в прибортовой части.

В настоящее время методика оценки устойчивости бортов карьеров имеет два основных направления: развитие методов предельного равновесия и развитие численных методов.

Из инженерных методов расчета устойчивости откосов однородной среды, основанных на условии предельного равновесия, наиболее распространен метод расчета и сравнения сдвигающих и удерживающих сил на круглоцилиндрической поверхности скольжения. Метод основан на предположении, что поверхность возможного скольжения является круглоцилиндрической, а ограниченная ею призма обрушения - монолитным «жестким» клином. [2]

Расчетная схема включает способ построения поверхности скольжения и метод поверочного расчета.

### Построение поверхностей скольжения

1. Вычисляют средневзвешенные механические свойства пород сцепление  $C$  и угол внутреннего трения  $\varphi$  по разведочным скважинам месторождения.
2. В зависимости от характеристики комплекса горных пород и геологических условий выбирают ориентировочное значение угла наклона борта, откоса уступа или отвала.
3. На геологический разрез наносят фактическое положение горных работ, проводят ориентировочное положение поверхности скольжения (рис. 1.) в виде плавной кривой на расстоянии  $(0,2-0,3)*H$  ( $H$  – высота борта). [3]

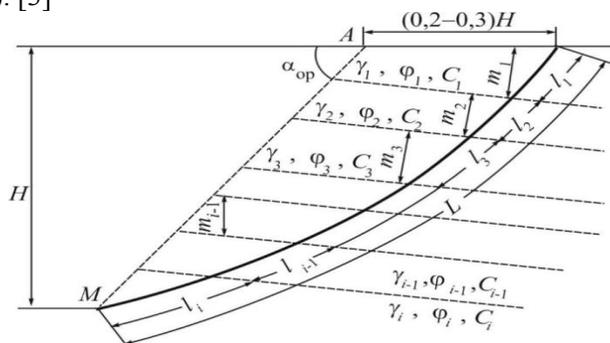


Рисунок 1 - Схема ориентировочной поверхности скольжения

4. Величины сцепления в массиве  $C_m$  для каждой литологической разности пород вычисляются по формуле: [3-6]

Переход от сцепления пород в образце  $C_0$  к сцеплению в массиве  $C_m$  может быть осуществлен с помощью коэффициента структурного ослабления  $\lambda$  (принимается по табличным данным) [6]

$$C_m = C_0 * \lambda; \quad (1)$$

$$C_m = \frac{C_0 - C'}{1 + a' \ln(H/l_T)} + C'. \quad (2)$$

где  $C'$ -сцепление по контактам между блоками пород,  $т/м^2$ ;  $C_0$ -сцепление пород в монолите (образце),  $т/м^2$ ;  $H$  - высота борта, м;  $l_T$  - средний размер блоков, м;  $a'$  - коэффициент, зависящий от сцепления пород в монолитном образце и характера их трещиноватости (принимается по табличным данным) [6]

5. Величины  $\gamma_{cp}$ ,  $\varphi_{cp}$  и  $C_{cp}$  по наиболее напряженной поверхности, не совпадающие с поверхностями ослабления массива, определяются как средневзвешенные: [5]

$$\gamma_{cp} = \frac{\sum \gamma_i * m_i}{\sum m_i}; \quad (3)$$

$$C_{cp} = \frac{\sum C_i * l_i}{\sum l_i}; \quad (4)$$

$$tg \varphi_{cp} = \frac{\sum tg \varphi_i * l_i * \sigma_i}{\sum l_i * \sigma_i}. \quad (5)$$

$$\sigma_i = \gamma_{cp} * \sum h_i * \cos^2 \delta_i. \quad (6)$$

где  $\gamma_i$ - удельный вес пород  $i$ -го слоя,  $м^3/т$ ;  $m_i$ -мощность пород  $i$ -го слоя в пределах призмы возможного обрушения, м;  $l_i$ - длина участка поверхности скольжения в пределах  $i$ -го слоя, м;  $C_i$ ,  $\varphi_i$ - соответственно угол внутреннего трения и сцепления  $i$ -го слоя;  $\sigma_i$ - ориентировочное значение величины нормального напряжения в пределах участка поверхности скольжения, проходящей по  $i$ -му слою;  $\delta_i$ -угол наклона участка поверхности скольжения в пределах  $i$ -го слоя., град.;  $h_i$  – мощность слоя в пределах элементарного блока, определяющегося на участке поверхности скольжения в пределах  $i$ -го слоя, м.

6. В средневзвешенные характеристики сопротивления сдвигу, а также в характеристики сопротивления сдвигу по контактам слоев и по другим поверхностям ослабления вводится необходимый коэффициент запаса устойчивости  $\eta$  (принимается по табличным данным) [6], принимаемый в зависимости от срока службы карьера и этапа освоения месторождения, и определяются расчетные прочностные характеристики пород: [3,4]

$$C_n = \frac{C_{cp}}{\eta}; \quad (7)$$

$$\varphi_n = \frac{\varphi_{cp}}{\eta}. \quad (8)$$

где  $\varphi_n$ - расчетная величина угла внутреннего трения горных пород, град.;  $C_n$ -расчетная величина сцепления пород,  $т/м^2$ .

7. Вычисляют высоту вертикальной трещины отрыва:

В однородном откосе элементарные площадки скольжения возникают с глубины  $H_{90}$ :

$$H_{90} = \frac{2C_n}{\gamma_{cp}} * ctg \varepsilon_n; \quad (9)$$

$$H_{90} = \frac{2C_n}{\gamma_{cp}} * tg \omega_n. \quad (10)$$

В неоднородном откосе они возникают при напряжениях:

$$\sigma_1 = \sigma_0 = 2C_n * ctg \varepsilon_n; \quad (11)$$

$$\sigma_1 = \sigma_0 = 2C_n * tg \omega_n. \quad (12)$$

где  $\sigma_0$  - прочность пород на одноосное сжатие,  $т/м^2$ ;

8. Определение максимальной высоты неослабленного вертикального откоса  $H_B$ :

$$H_B = H_{90} (1 + \sqrt{\frac{\sigma_{\varphi_n}}{C_n} * tg \omega_n}); \quad (13)$$

$$H_B = H_{90} (1 + \sqrt{\frac{\sigma_{\varphi_n}}{C_n} * ctg \varepsilon_n}); \quad (14)$$

$$\varepsilon = 45^\circ - \frac{\varphi_n}{2}, \quad (15)$$

$$\omega = 45^\circ + \frac{\varphi_n}{2}. \quad (16)$$

где  $\sigma_{\varphi_n}$  - расчетная величина удельного сопротивления отрыву горных пород,  $т/м^2$ ;

$\varepsilon$  - угол между направлением наибольшего главного напряжения и площадкой скольжения, град;  $\omega$  - угол наклона поверхности скольжения в верхней части, град.

9. Вычисляют ширину призмы возможного обрушения  $a$ :

$$a = \frac{2H \left[ 1 - \operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha + \varphi_n}{2} \right) \right] - 2H_{90}}{\operatorname{ctg} \varepsilon + \operatorname{tg} \left( \frac{\alpha + \varphi_n}{2} \right)}; \quad (17)$$

$$a = H_{90} \sqrt{\frac{\sigma_{\varphi n}}{c_n} * \operatorname{tg} \varepsilon_n}; \quad (18)$$

К числу инженерных расчетно-графических методов поверочного расчета относят:

Метод алгебраического сложения сил основан на сложении удерживающих и сдвигающих сил, действующих по потенциальной поверхности скольжения, и может использоваться в том случае, если потенциальная поверхность скольжения имеет вид плавной кривой, близкой по форме к круглоцилиндрической. [3,4]

**Порядок расчета методом алгебраического сложения сил по круглоцилиндрической поверхности скольжения.**

Вертикальными гранями делят призму возможного обрушения на элементарные блоки, примерно одинаковые по ширине (рис. 2.). Ширину блоков определяют следующим образом: первый блок:  $b_1 = a$ , т. е. ширину блока принимают равной ширине призмы возможного обрушения; последующие блоки:  $b_i = 0,1R$  ( $R$  – радиус круглоцилиндрической поверхности скольжения).

Определяют вес элементарного блока по формуле

$$P_i = b_i * h_i * \gamma_{cp} * l, \quad (19)$$

где  $P_i$  – вес элементарного блока, Н;  $b_i$  – ширина блока, м;  $h_i$  – высота блока, м;  $\gamma_{cp}$  – удельный вес пород, Н/м<sup>3</sup>;  $l$  – длина призмы вдоль уступа, м.

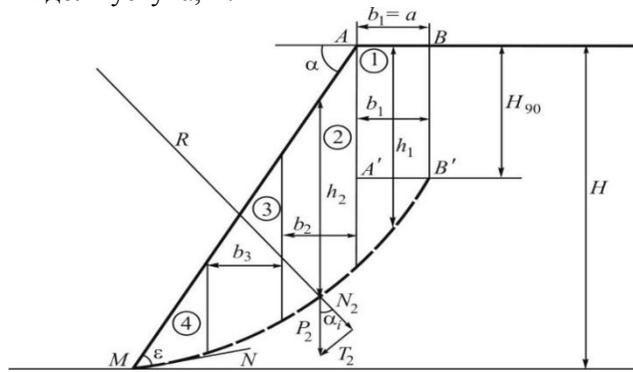


Рисунок 2 - Схема к поверочному расчету методом алгебраического сложения

Вычисляют нормальную  $N_i$  и касательную  $T_i$  составляющие веса блока, действующие вдоль поверхности скольжения:

$$N_i = P_i * \cos \alpha_i; \quad (20)$$

$$T_i = P_i * \sin \alpha_i; \quad (21)$$

Вычисляют силы трения  $F_{тр}$  и сцепления  $F_{сц}$ , удерживающие откос в равновесии:

$$F_{тр} = \operatorname{tg} \varphi_n \sum N_i; \quad (22)$$

$$F_{сц} = c_n \sum l_i. \quad (23)$$

где  $\alpha_i$  – угол наклона основания блока в его середине;  $l_i$  – длина поверхности скольжения в пределах элементарного блока, м.

Определяют расчетное значение коэффициента запаса устойчивости по формуле

$$n_p = \frac{\sum F_{тр} + F_{сц}}{\sum T_i} \quad (24)$$

Расчетный коэффициент запаса устойчивости не должен отличаться от единицы более чем на 5 % (погрешность графических построений). Если  $n_p < 0,95$ , то угол откоса уменьшают, если  $n_p > 1,05$ , то угол откоса увеличивают и вновь производят поверочный расчет.

Традиционный способ решения обозначенной задачи предполагает трудоемкий графоаналитический расчет, требующий от одного до нескольких дней работы. Применение компьютерного моделирования обеспечивает точность и быстроту вычислений, а также определения наиболее подходящей конструкции

борта карьера. Современный рынок программного обеспечения в сфере геомеханики и геоинформационных технологий предлагает достаточное количество соответствующих программных продуктов.

#### Литература

1. Фисенко, Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов / Г. Л. Фисенко. - М.: Недра, 1965. - 378 с.
2. А. М. Мочалов, С. А. Иштуин, А. А. Павлович, Р. Ю. Сапачев (2012) Оценка устойчивости бортов карьеров с использованием отечественного и зарубежного программного обеспечения. Записки Горного Института. Том 199. С. 219.
3. Бахаева С. П. *Расчет устойчивости откосов при открытой геотехнологии: учебное пособие* / С. П. Бахаева ; ФГБОУ ВПО «КГТУ им. Т. Ф. Горбачева». Кемерово 2011. - 158 с.
4. Козлов Ю.С., Мочалов А.М., Пушкарев В.И., Сапожников В.Т., Фисенко Г.Л. / Методические указания по определению оптимальных углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров - ВНИМИ, Ленинград, 1972 г., 165 стр.
5. Григорьев А.А., Горбунова Е.В., Девяткина А.Н. Оценка Устойчивости бортов карьеров / Методические указания. - Владивосток: (ДВГТУ) им. В.В. Куйбышева, 2009. - 37 с.
6. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293827/4293827109.htm>

#### Ж.М. Юсупов

##### Ашық тау-кен жұмыстары кезінде карьерлер ернеулерінің орнықтылығын негіздеу

**Аннотация.** карьерлер мен үйінділер ернеулерінің тұрақтылығы пайдалы қазбалардың кен орындарын ашық тәсілмен игеру кезіндегі негізгі мәселелердің бірі болып табылады. Мақалада карьерлер борттарының орнықтылығы мәселелері қарастырылады. Беткейлердің орнықтылығына әсер ететін факторлар егжей-тегжейлі сипатталған, сондай-ақ карьерлер ернеулерінің орнықтылығын бағалау әдістемесі баяндалған. Мақала карьерлерді жобалауды, салуды және пайдалануды жүргізетін инженерлік-техникалық қызметкерлерге; пайдалы қазбаларды ашық игеру және инженерлік геология мамандықтарының студенттеріне арналған.

**Түйін сөздер:** Карьер ернеулерінің тұрақтылығы, есептеу әдістері, есептеу схемасы, сырғу беті, КЗ, күштердің алгебралық қосылуы.

#### Zh.M.Yussupov

##### Substantiation of the stability of the sides of open – pit mines.

**Abstract.** The stability of the sides of open pits and dumps is one of the main issues in the development of mineral deposits by the open method. The article deals with the issues of the stability of the sides of the quarries. The factors influencing the stability of slopes are described in detail, as well as the methodology for assessing the stability of the sides of open pits. The article is intended for engineers and technicians involved in the design, construction and operation of quarries; and students of opencast mining and engineering geology.

**Keywords:** stability of quarry walls, calculation methods, design scheme, sliding surface, stability factor, algebraic addition of forces.

UDK 528.3

**B.Myngzhassarov<sup>1</sup>, R. Schultz<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Satbaey Universiy, Republic of Kazakhstan, Almaty. [bakha1000@gmail.com](mailto:bakha1000@gmail.com)*

<sup>2</sup> *Professor, Michigan Technological University, Michigan, USA, [rshults@mtu.edu](mailto:rshults@mtu.edu)*

## GEODETIC CONSTRUCTION SUPPORT OF THE NORTH CASPIAN SEA CHANNEL WITH BERTHING FACILITIES

**Abstract.** The North Caspian Maritime Canal with berthing facilities is future construction; it can be called Sea Gate of the Kazakhstan. With intensive oil production in the North Caspian, area will be used to deliver goods to onshore fields.

Safe operation ensuring of such unique and critical engineering structures is achieved by conducting geodetic monitoring. During hydraulic structures construction, there is a need of equipment modernization primarily deep-water locks and hydraulic units. In this regard, advanced methodology for conducting geodetic works and use of modern measuring instruments was proposed. Offered by the authors of modern facilities of geodetic support for construction works, GPS technology allows getting information about engineering development with high accuracy.

**Keywords:** maritime canal, berthing facilities, the Caspian sea, construction, technology, geodetic works, modern equipment, satellite systems.

North Caspian Maritime Canal with berthing facilities for goods traffic based on the special Project of “TenizService” LLP currently is under construction. The project provides for the following structures (Fig. 1): Maritime canal; Turning basin; Maritime earth deposit; Berthing facilities for discharging cargo (FDC); Stockpiling area and catch basin; Service road and others.

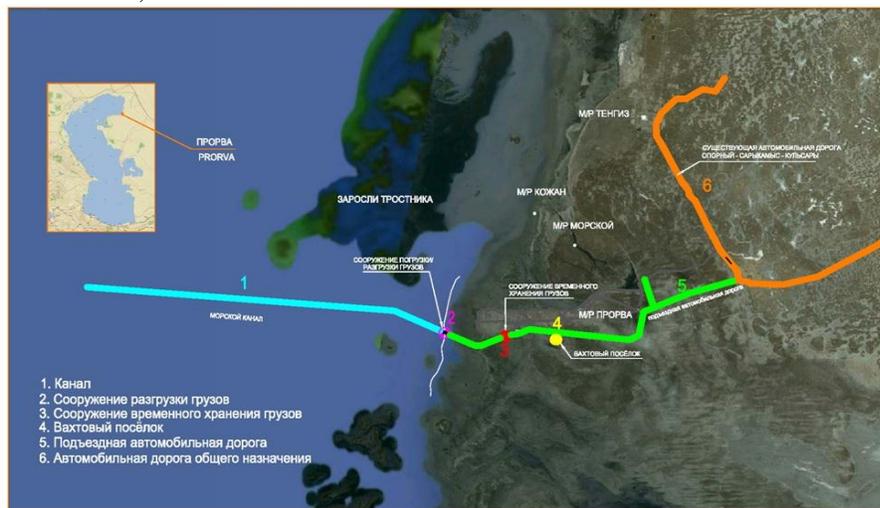


Figure 1 - Construction scheme of maritime canal and turning basin

North Caspian Maritime Canal will be used to goods traffic for support of construction operations and oil fields and industrial enterprises in Atyrau and Mangistau regions. The following cargo is expected to be transported: supply of building materials for road construction and supply of concrete aggregate from Mangistau region seaports (Bautino, Sartas); supply of metal products (structural steel, pipes, drill pipes, modules) from Caspian Sea ports (Aktau, Kuryk, Baku, Astrakhan) and from other sources outside the Caspian (through the Volga-Don canal);

- goods delivery by containers (consumables, tools and specialized goods).

Planned general cargoes totally- 272,000 tons / year after 2021.

Eastern part of the North Caspian belongs to the Kazakhstan water area of the Caspian Sea and according to administrative division the coast belongs to Atyrau region of the Republic of Kazakhstan. The regional center is Atyrau located over distance 375 km. and administrative center is Kulsary located over distance of 135 km from construction area.

Basis of the district’s road network consists from nation highways: Atyrau-Dosor-Aktobe and Dossor-Kulsary-Beineu-Shetpe-Zhetybai-Mangystau-Aktau seaport.

Last adjoins regional and local significance roads passing through the Tengiz field: Kulsary-Tengiz-Sarykamys-Prorva and Tengiz-Prorva. Currently, total length of public roads is at about 590 km, 72% of which are hard-surfaced.

In the north of the district section of national highway Atyrau-Aktobe runs parallel to the railway. In geomorphologic terms project area is a flat coastal plain. There is no river system in the territory. The northeastern part of the Caspian Sea adjoined to district is characterized by shallow water. The coastline is indented little, there are small sand spits.

The nearest oil fields under development are: Tengiz field - one of the richest in the world, Western Prorva, Prorva, Kozhan, Morskoye, Aktobe, etc.

All coastal zone is involved flat areas of possible flooding. Tengizchevroil oil deposits and Korolevskoye as well as the EmbaMunayGas oil fields are protected from sea by protective dams, crests of which are at minus 23.5 m BU.

Construction of large technical structural constructions such as dams, canals and high buildings is essential. Safe operation ensuring of unique and critical engineering structures, as well as equipment is achieved through periodic monitoring, which also includes geodetic monitoring. Deformation state monitoring of such structures is one of the application areas of high-precision geodetic methods and measuring instruments. Another important task of high-precision geodetic measurements is determination of equipment geometric parameters which is under installation, operation or reconstruction. Therefore, safety of these structures requires comprehensive geodetic monitoring using high-precision measuring instruments; general work scope on terrain model building is shown in Fig. 2.

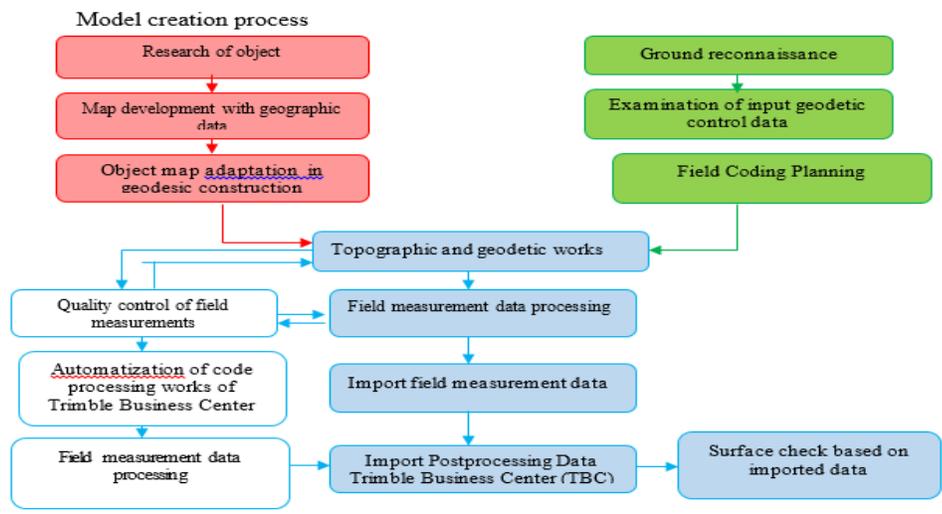


Figure 2 – Geodetic work scope on creation 3D terrain model

Construction of berthing facilities for discharging cargo (FDC) with turning basin was accompanied by huge amount of excavation and geodetic measurements.

In the framework of previously obtained 3D terrain models, scope of earthworks was calculated as accurately as possible according to Branco Etera Ltd. program. Berthing facilities were deformed and required constant monitoring. Since occurrence of GLONASS and GPS, as well as on the basis of continuous process of technology improving of total stations and laser levels, problems of predicting deformations of engineering structures have been solved on qualitatively new basis.

With the use of satellite methods, precision of coordinate definition in combination with speed of obtaining final results is determined by necessity of detail research, as well as the economic possibilities of organizing this type of work. Development of high-performance satellite methods for coordinate definition based on the use of GPS fundamentally changes technology and accuracy of determining geodetic coordinates and principles of constructing geodetic networks, which are actual implementation of coordinate systems.

According to the results of satellite measurements, exact coordinates are determined simultaneously both in plan and in height. GPS measurements were started by checking the well-known benchmarks of Prorva and TCO (Figures 3 and 4). Mutual position of these benchmarks was checked and observations were made in fast static mode.



Figure 3 – Prorva levelling



Figure 4 – Levelling TCO-4430

Appearance of high-precision electronic geodesic devices in the geodetic production necessitates the development of research methods for their basic technical parameters, as well as their adaptation for measurements under influence of various disturbing influences.

Thus, none of modern large-scale constructions cannot be managed without systematic observations of precipitation and displacement of structures by geodetic methods. Precipitation observations results and engineering structures displacements by geodetic methods must satisfy requirements for their completeness, timeliness and accuracy.

### Reference

1. The project “Route of goods transportation for objects of the north-eastern part of the Caspian Sea. North Caspian Maritime Canal with mooring facilities. RSE "Gosexpertiza" No. 01-0561 / 15 dated 12/23/2017);
2. Nurpeisova M.B., Rysbekov K.B., Kirgizbaeva G.M. Innovative methods of conducting complex monitoring at geodynamic polygons. -Almaty: KazNITIU, 2015.-265 p.
3. Nurpeisova M., Kirgizbaeva G. The Geodetic Monitoring of the Engineering Structures Stability Conditions //Journal of Engineering and Applied Sciences:2017| Volume: 12 Issue: 11 SI Page No.: 9151-9163.
4. Mingzhasarov B., Muratbekov B. Monitoring of deformation processes of hydraulic structures. // Materials of the International scientific conference of young scientists “Problems of the development of mineral resources in the 21st century through the eyes of young people.” - M.: IPKON RAS, 2017.- P.119-122.
5. Innovational methods of geomonitoring - the most effective way of providing industrial safety in mines / M.B. Nurpeisova, G.M. Kirgizbaeva и др. // 16th International symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production (october 5-7). - Istanbul, 2016. - P. 52-54.
6. Study of regularity of geomechanical processes development while developing deposits by the combined way / M.B. Nurpeisova, O.A. Sarybaiev, O.S. Kurman-baiev // Науковий вісник НГУ: Науково-технічний журнал. - 2016. - № 4(154). - С. 30-36.

<sup>1</sup>Б.Мынжасаров, <sup>2</sup>Р.Шульц

### Жағалаулық құрылымдары бар Солтүстік Каспий теңізі каналын геодезиялық сүйемелдеу

**Андатпа.** Жағалаулық құрылымдары бар Солтүстік Каспий теңіз каналы бүгінгі таңдағы ең перспективалы құрылыс болып табылады, оны Атырау облысының теңіз қақпасы деп атауға да болады. Солтүстік Каспийде мұнайды қарқынды өндіру кезінде, бұл нысан жер үстіндегі кен орындарына жүктерді жеткізу үшін пайдаланылатын болады. Осындай бірегей және жауапты инженерлік құрылыстарды қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз етуге геодезиялық мониторинг жүргізу арқылы қол жеткізіледі. Гидротехникалық құрылыстарды салу кезінде жабдықтарды, бірінші кезекте терең су шлюздері мен гидроагрегаттарын қайта жаңартуды жүргізу қажеттілігі туындайды. оларда қазіргі заманғы өлшеу құралдарын пайдалану әдістемесі ұсынылды. Осыған байланысты геодезиялық жұмыстарды жүргізудің және оларда заманауи өлшеу аспаптарын пайдаланудың

жетілдірілген әдістемесі ұсынылды. Құрылыс жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз ету үшін авторлардың ұсынған GPS технологиясы құрылыс нысаны жайлы неғұрлым нақты мәліметтерді жоғары дәлдіспен анықтауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** теңіз каналы, жағалау құрылымдары, Каспий теңізі, құрылыс, әдістеме, құрылым, геодезиялық жұмыстар, заманауи аспаптар, жерсеріктік жүйелер.

<sup>1</sup>Б.Мынгжасаров, <sup>2</sup>Р.Шульц

### Геодезическое обеспечение строительства Северо-Каспийского морского канала с причальными сооружениями

**Аннотация.** Северо-Каспийский морской канал с причальными сооружениями является перспективным строительством, его можно назвать Морские ворота Атырауской области. При интенсивной добычи нефти на Северном Каспии, объект будет использоваться для доставки грузов на наземные месторождения. Обеспечение безопасной эксплуатации таких уникальных и ответственных инженерных сооружений достигается проведением геодезического мониторинга.

При строительстве гидротехнических сооружений возникает необходимость проведения реконструкции оборудования, в первую очередь глубоководных шлюзов и гидроагрегатов. В связи с этим предложена усовершенствованная методика проведения геодезических работ и использования в них современных средств измерений. Предложенные авторами современным техническим средствам геодезического обеспечения строительных работ, GPS технология позволяет получить сведения о строительном объекте с высокой степенью точности.

**Ключевые слова:** морской канал, причальные сооружения, Каспийское море, строительство, методика, геодезические работы, современные приборы, спутниковые системы.

UDC 528.4 004.4

**I. Tamošiūnaitė, A. Arlauskas**

*Supervisor – lecturer Urbanavičienė I. Kaunas University of Applied Sciences, Kaunas,  
Lithuania*

[ieva.ta9457@go.kauko.lt](mailto:ieva.ta9457@go.kauko.lt)

### EVALUATION OF CHANGES IN THE SURFACE OF A CLOSED LANDFILL BY GEODETIC AND PHOTOGRAMMETRIC METHODS

**Abstract.** Large amounts of waste still go to landfills; this problem remains one of the primary methods of waste disposal in many countries. In Lithuania, the monitoring of both operating and closed landfills is limited to the gas, leachate and groundwater surveys specified in the landfill monitoring program. Monitoring of the land surface or external environment of closed landfills is important. Monitoring of changes is possible every 5-10 years by geodetic or photogrammetric methods.

*The potential pollution of a closed and reclaimed landfill remains because of long-lasting chemical, physical and biochemical processes, taking place in the landfills. We contribute to the ongoing long-term studies of the natural environment through data collection by conducting comprehensive and accurate measurements of the landfill site.*

*It was found that height changes in each picket differed because of different measurement methods and the data obtained in the year: the variation of altitude of about 5.5 meters were recorded in topographic plan (M1: 500) in 2007 and about 3.7 meters in LIDAR data evaluation was recorded in 2008. After photogrammetric processing of images captured by drone (unmanned aerial vehicle), the data up to 1 meter were higher than ground elevations compared to geodetic measurements (2020).*

**Keywords:** LIDAR, topographic plan, unmanned aerial vehicle, landfill, GPNS.

Lithuanian waste management system has undergone a positive change since the 1990; things changed significantly after declaration of independence in Lithuania. The development of regional waste management systems has started; old, single, small landfills that do not comply with European Union directives and environmental standards were closed [5].

Closed Kražiai landfill in Kelmė district (Lithuania) was selected as the research object. It is a former waste collection point for the surrounding villages and settlements. Kražiai landfill was preserved in 2006; i.e., the cover layer was protected from erosion, the top layer of soil was sown with grass. The currently dormant but very significant facility falls within the area of strict environmental requirements. The signs around the landfill warn that the landfill is closed and any dumping of waste is prohibited. Kražiai landfill covers an area of 0.96 hectares. Situation in the landfill site (Figure 1): the unpreserved landfill in 2005 (left), covered with soil and growing herbaceous vegetation in 2019 (right).



Figure 1 - Situation in fragments of orthophotographic maps: 2005 - on the left, in 2019 - on the right

The aim of the article is to determine the evaluation of the altitude change (relief) of the soil surface of a closed landfill over the period of 13 years.

Geodetic and photogrammetric methods are available for landfill soil surface data collection. The aerial photogrammetric systems (e.g., drones) and LIDAR data are used in open areas, and traditional geodesy is used in wooded and urban areas. Various methods were used to obtain and compare the results of the study (Figure 2).

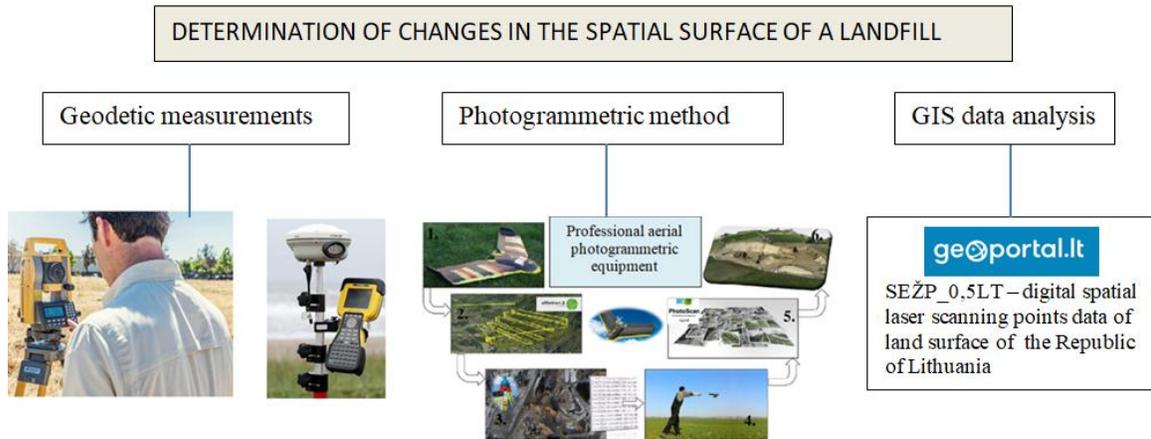


Figure 2 - Scheme of data use and retrieval

For photogrammetric data processing. The Agisoft Photoscan [1] program was used to create a digital terrain model of the Kražiai landfill, using images obtained by a drone [4]. The advantages of the program were: all image treatment processes are fully automatic; the obtained result depends on the selected accuracy criteria and the number of images available for processing.

Data collection and processing by geodetic method. Trimble R6 GPNS receiver was used, coordinates and ground level were determined there. Accuracy meets requirements because measurements were provided in the open field. The AutoCAD Map 3D plug-in GeoMAP 2019 from InfoERA and Autodesk Inc. was used for data processing. The program is designed for Lithuanian geodesists and surveyors; it ensures high quality when drawing geodetic plans and allows efficient and reliable management of field measurement data.

The use of data from the Lithuanian Spatial Information Portal ([www.geoportal.lt](http://www.geoportal.lt)) [3]. ArcGIS: 3D Analyst module software was used to create the spatial surface model of Kražiai landfill in Kelmė district (Figure 3).



Figure 3 - The process of developing the ground surface model

Data from 2008 digital spatial laser scanning points of land surface of the Republic of Lithuania (SEŽP\_0,5LT) (abbreviated LIDAR), M 1:10 000 were used. Terrain model from point cloud (x, y, z points) was created. A digital ground surface model in tiff format was used for the research [2].

Comparison of spatial landfill surface model data. Geodetic measurements of the Kražiai landfill area were performed in the autumn of 2020. On the same day, the pictures of the area were taken by unmanned aircraft (drone - DJI Phantom 3 Standard).

The information from the topographic plan M 1: 500 was used for the comparison of data; the measurements were performed in 2007, when the landfill was covered with a layer of soil.

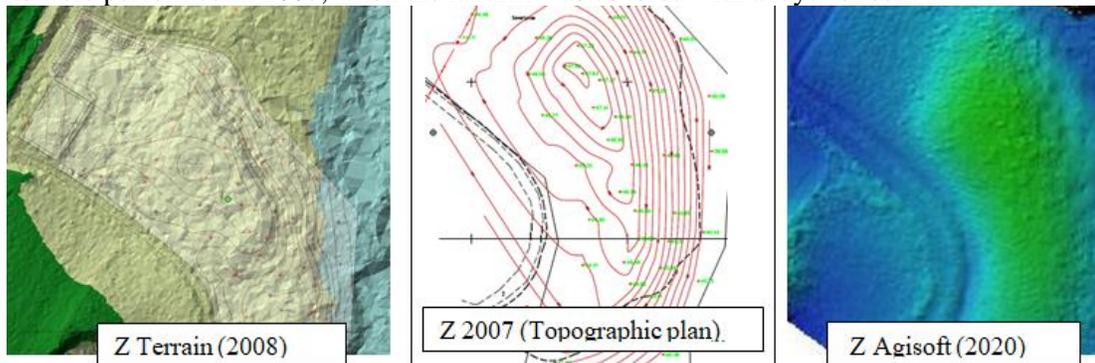


Figure 4 - Data used for the study

The results obtained by various methods allow comparing the data of the test item. 36 pickets (x, y, z) were selected for comparison (Figure 4). The data measured in 2020 by geodetic survey (GPNS) are considered to be the main data comparing the information from the 2007 topographic plan (name: Z 2007), the data obtained and processed by the unmanned aerial vehicle (2020: Z Agisoft), LIDAR (2008) data (entitled: Z Terrain).

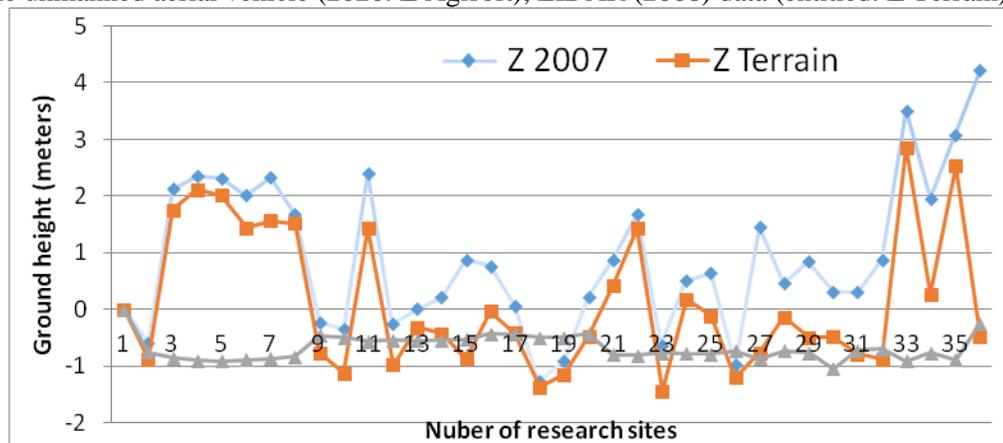


Figure 5. Comparison of height differences

The altitudes in each picket differed between data obtained by different methods and in different years. It can be concluded that practically all points Z Agisoft record the highest altitude. Significant difference in heights was obtained from topographic material of 2007. It is apparent that several factors are influencing the process, as waste decay took place over 13 years (Figure 5).

Altitude data obtained by Z Terrain and Z Agisoft may be inaccurate, not always due to hydrometeorological conditions, scan angle, flight altitude, and built-in scanner (camera) characteristics.

The largest discrepancies were obtained by comparing the data obtained in 2007 and 2020. Evaluation of the altitude data obtained by photogrammetric treatment shows that it was influenced by non - mowing herbaceous vegetation (height reached 30-80 cm), the ground surface was not captured when taking pictures from drone. It likely had an impact on accuracy of the results.

The spatial surface model was developed using spatial ground surface laser scanning points. The heights of the analysed area vary from 139.88 meters to 146.09 meters.

Based on identical 36-point spatial surface model data that were measured during surveying measurements, the mean height error was found to be: Z Terrain = -0.12 m, Z Agisoft = 0.70 m.

Comparing the height data obtained by geodetic methods in 2007 with the data obtained in 2020, it can be seen that the height values of 35% of the examined points are higher and range from -1.5 to 4 meters. The mountain of the landfill space is lowering.

## Reference

1. Jebur, A., Abed, F., & Mohammed, M. Assessing the performance of commercial Agisoft PhotoScan software to deliver reliable data for accurate 3D modelling. // In MATEC Web of Conferences. Vol. 162, EDP Sciences, 2018. – p. 03022.
2. Kalantaitė, A. An Improvement of the Technologies of the LIDAR Measurements and Applications for The Modelling of the Earth Physical Surface // Doctoral dissertation, VGTU leidykla „Technika“, 2015. – p. 24.
3. SE "GIS-Centras" is the manager of the Spatial Information Portal of Lithuania. 2020. – (<https://www.geoportal.lt/geoportal/en/web/en>).
4. So you want to create maps using drones?: photogrammetry field guide for photographers, researchers and conservationists / foreword by Xuhui Lee.- New York: Kike Calvo, 2015. – p. 69.
5. The Environmental Protection Agency. // Information on the implementation of the state waste management plan 2014-2020. - (<https://atliekos.gamta.lt>).

## И. Тамосюнайте, А. Арлаускас, И. Урбанавичене

### Оценка изменений поверхности закрытого отлива по геодезическим и фотограмметрическим методам

**Аннотация.** Хотя свалка закрыта и восстановлена, потенциальное загрязнение остается, потому что химические, физические и биохимические процессы, происходящие на свалках, продолжаются. Выполняя подробные и точные измерения площади полигона, мы вносим свой вклад в текущие долгосрочные исследования природной среды сбора данных.

Было обнаружено, что высота в каждом пикете различалась между разными методами измерения и данными, полученными в течение года: в 2007 году была зафиксирована разница в высоте около 5,5 метров. топографический план (M1: 500) и около 3,7 метра в 2008 г. Оценка данных LIDAR. Фотограмметрическая обработка изображений, полученных с помощью беспилотного слайда, позволила получить данные на высоте до 1 метра над уровнем земли по сравнению с результатами, полученными с помощью геодезических измерений (2020 г.).

**Ключевые слова:** ЛИДАР, топографический план, беспилотный летательный аппарат, мусорная свалка, ГПНС

## И. Тамосюнайте, А. Арлаускас, И. Урбанавичене

### Жабылған планфид жерінің өзгерістерін геодезия және фотограмметрия әдістерімен бағалау

**Аннотация.** Полигон жабық және қалпына келтірілген болса да, полигондарда болатын химиялық, физикалық және биохимиялық процестер ұзаққа созылатындықтан, ластануы мүмкін. Полигон аумағын егжей-тегжейлі және дәл өлшеу арқылы біз мәліметтер жинаудың табиғи ортасын ұзақ мерзімді зерттеуге үлес қосамыз.

Әр пикеттегі биіктіктер әр түрлі өлшеу әдістері мен бір жыл ішінде алынған мәліметтердің арасында ерекшеленетіндігі анықталды: 2007 жылы шамамен 5,5 метр биіктік айырмашылықтары тіркелді. топографиялық жоспар (М1: 500) және 2008 жылы шамамен 3,7 метр. LIDAR деректерін бағалау. Пилотсыз слайдпен алынған кескіндерді фотограмметриялық өңдеу геодезиялық өлшеулер нәтижесінде алынған нәтижелермен (2020) салыстырғанда жердің биіктігінен 1 метрге дейін жоғары деректерді түсірді.

**Түйін сөздер:** LIDAR, топографиялық жоспар, пилотсыз ұшу құралы, коқыс үйіндісі, GPNS

UDC 528.88

**S.E. Tirzhanova**

*Advisor – senior lecturer, doctor PhD Kozhayev Zh.T. Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan*  
[angel\\_s96@mail.ru](mailto:angel_s96@mail.ru)

## **POTENTIAL OF USING INSAR TECHNIQUES FOR MINING FIELDS MONITORING IN REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

**Abstract.** *The article deals with the tasks and areas of application of radar sensing. The main trends in the application of radar technologies are revealed. The main directions of the use of radar technologies in mining and the corresponding information products are outlined. The experience of using space radar in order to achieve a geodynamic deposit of minerals is analyzed.*

**Keywords:** *space monitoring, radar interferometry, radar sensing of the Earth, deformation of the earth's surface.*

Observations of hard-to-reach and hazardous areas with a high risk of geodynamic phenomena are arealed to one of the the most important issues of monitoring the earth's surface at mining facilities in Kazakhstan. In this regard, non-contact monitoring methods, in particular, space radar sounding, are finding more and more active use.

Radar survey has advantages in comparison with classical methods of ground observations, laser scanning, aerial photography, space sensing in the optical range. The ability to conduct systematic areal observations over the entire area of the object, including hard-to-reach and hazardous areas and regardless of weather conditions is considered a key point.

The method of radar interferometry is used to determine the vertical displacements of the surface with high accuracy. At the same time, there is no transport component, the receipt and processing of data is carried out remotely and generally does not require a presence at the facility.

In recent years, radar sensing in our republic has been undergoing intensive development: the number of satellites, the quality and variety of the data obtained is increasing, the technical characteristics of imaging systems and methods for processing the data obtained are improving, new progressive software for processing data from satellite radars is constantly being updated and developed. In addition, the share of space-based radar data that is freely available is growing, which expands the possibilities of their use for scientific purposes. The growth of interest in the commercial use of these technologies is increasing due to successful scientific research, expansion of implementation, improvement of processing technologies [1].

Radar interferometry uses the effect of electromagnetic wave interference to make measurements. For this, several coherent measurements of a certain area of the earth's surface are carried out with a change in the position of the radar in space. Interferometric processing includes the combination of two different-temporal SAR images and the construction of an interferogram, which allows you to measure the phase difference of two images, on the basis of which the calculation of elevation marks and displacements is made. Interferometric pairs of radar images are used as input data. The phase component is involved in the processing, the amplitude of the radar images is used in large-scale mapping [2].

The characteristics of the original images play an important role: spatial resolution, spatial and temporal basis, orbital parameters at which the data were obtained. These parameters determine the possibilities of using images, in particular, the accuracy of determining deformations and the scale of the resulting displacement maps in the case of geodynamic monitoring.

Today, the term radar interferometry means different approaches to the processing of radar images. With the classic Differential Interferometry (DInSAR) method, surface analysis is performed from two survey cycles. If the goal is geodynamic surface monitoring, then surveys are performed, respectively, before and after displacements, and the analysis of the processes is limited to the period between two surveys. Joint analysis of a series of radar images is more efficient. For this, more advanced processing methods are used - Small Baseline - CAC and Persistent / Permanent Scatterers - PS. The SBas method uses interferograms with a minimal spatial basis, which helps to reduce geometric decorrelation. When using interferometry of constant reflectors, points are selected in the images that are stable constant reflectors of the radar signal, which are used to further analyze the phase change. Anthropogenic objects most often act as permanent scatterers: buildings and structures, road network objects, bridges, etc. Therefore, this method is most suitable for monitoring in built-up areas. Artificial corner reflectors are used to monitor specific areas and objects.

The main directions of using this method in mining are the construction of digital elevation models (DEM) and the calculation of displacements of the earth's surface. The tasks of storing and visualizing the received information products are solved with the help of a temporal data model and geoinformation technologies that ensure the correct presentation of monitoring data, their effective use, and viewing "historical" data [3].

In Kazakhstan, radar interferometry in mining has been used since the second half of the 2000s. Research is carried out in the NJSC "Garysh Sapary". In general, radar technologies in Kazakhstan are mainly used in research projects.

Despite a number of successful projects in the field of application of radar interferometry, the use of radar technologies in Kazakhstani fields is currently limited. This is due to a number of factors. High-precision measurements are required to monitor mining facilities and infrastructure. The required accuracy can only be achieved using a large amount of high spatial resolution data and specialized software, the cost of which is significantly high. In addition, not all radar satellites provide the survey frequency necessary for surface monitoring. Analysis of vertical and horizontal displacements is possible with data from different orbits. The processing of large series of radar images is a time-consuming process and requires hardware, the necessary computing resources are not always available.

There are different views on the need for additional ground measurements when performing radar monitoring of the earth's surface. When using radar interferometry in Kazakhstani fields, as a rule, it is also required to carry out subsatellite ground measurements: for a preliminary assessment of the possibilities of using radar surveys at a specific object, monitoring and verifying the results, calculating absolute altitude values. The use of the scatterer method for areas of open-pit mining involves the additional installation and observation of artificial corner reflectors.

The accuracy of determining surface deformations depends on the nature of the underlying surface, survey parameters, characteristics of the initial radar data, the availability of additional information products (reference DEM, etc.). A correct and reliable assessment of the accuracy of determining displacements is still an underdeveloped area. In connection with the factors listed above, space radar is more widely used to obtain an areal representation of the dynamics of the earth's surface and, as an addition to classical methods, is used to determine areas where high-precision monitoring is required.

For specific applications of radar data, the following examples should be given. The object of the research is examples of real projects for monitoring the displacements of the earth's surface, where data from commercial radar satellites are used. At the Institute of Ionosphere, the widespread use of radar interferometry technology for monitoring the displacements of the earth's surface at mineral deposits using data from commercial radar satellites began in 2011, when, together with the SOVZOND company, a project was carried out to monitor displacements in the territory of the Tengiz oil and gas field being developed. The main results of monitoring the displacements of the earth's surface at this field are given in the works. Interferometric processing of the 33-pass ENVISAT satellite data chain was performed using the small baseline method (SBas) implemented in the ENVI-SARscape software package (Exelis VIS, USA). It was the processing by this method that was chosen to obtain the main result according to ENVISAT data for 2004-2009, namely: for a statistically verified assessment of the displacements of the earth's surface over the Tengiz field that occurred during the period under consideration. The resulting model of the displacements of the earth's surface and the model of the average annual rates of

vertical displacements over the Tengiz field for the period from 2004 to 2009 in color coding is shown in Fig. 1 [4].

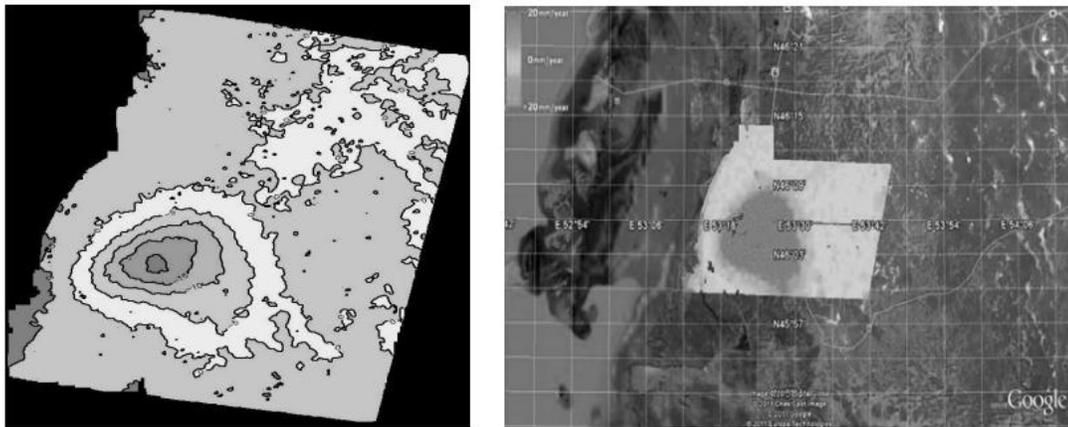


Figure 1. Trough of subsidence of the earth's surface over the Tengiz field for the period from 2004 to 2009, recorded according to ENVISAT data

The results of monitoring the displacements of the earth's surface that occurred over the Tengiz field from 2004 to 2009 and recorded during the interferometric processing of ENVISAT radar data, showed the presence of monotonic subsidence of the earth's surface in time over the area of active hydrocarbon production from this field. Settlement is well described by a linear law. The rate of subsidence in the center of the registered trough reaches 20 mm per year. In 2013, work was carried out to identify displacements and deformations of the earth's surface and structures in the city of Astana, the results of which are given below. In the case of monitoring displacements and deformations in the city of Astana, the technologies of interferometry of a series of small baselines (Small Baselines Series interferometry, or abbreviated SBAs), interferometry of permanent scatterers (Persistent Scatterers interferometry) and paired constant scatterers (PSP-IfSAR) were applied, implemented in software packages ENVI-SARscape (Exelis VIS, USA) and PSP-IfSAR (e-GEOS, Italy). The main - and most accurate - results were obtained using PSP-IfSAR technology. For all 30 pairs of images, a full cycle of interferometric processing was performed, after which a search was carried out for stably reflecting point targets with a coherence higher than 0.7, and for each of these points the displacement measurement was calculated. As a result, 527,000 points were obtained, shown in Fig. 2 [4].

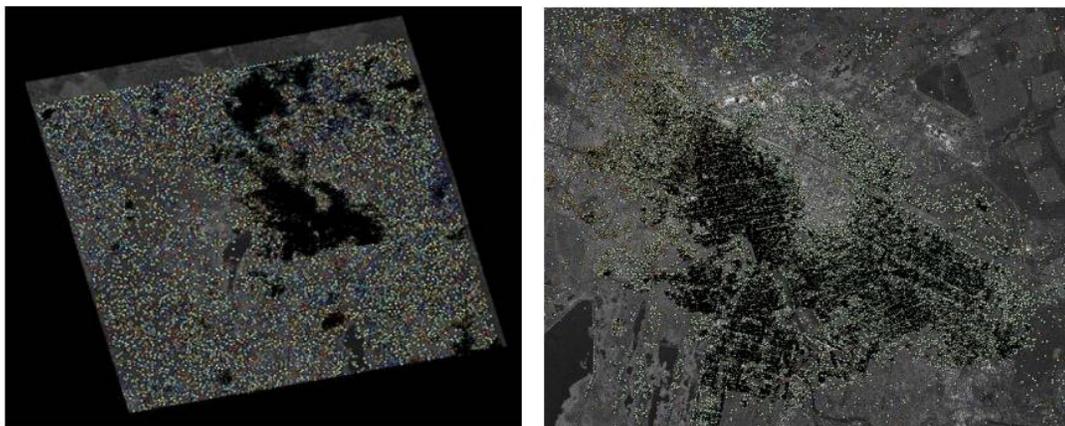


Figure 2. Permanent scatterers of the radar signal, identified by the PS method on the territory of Astana and adjacent territories

The highest quality and most accurate results of monitoring displacements and deformations of buildings and structures based on processing results are achieved using the PSP-IfSAR method. The results obtained by the SBAs and PS methods are auxiliary in the case of a built-up urban area and can be used as an additional source of information on displacements. In areas with vegetation, all of the above technologies are used in

combination, if necessary, the settings are changed (increased filtering of interferograms, lowering the coherence threshold during phase sweep, lowering the expected spatial density of permanent scatterers, etc.). The accuracy of these methods has been repeatedly verified using ground-based instrumental observations. It seems expedient to use radar interferometric methods for monitoring displacements and deformations of the earth's surface and structures in mineral deposits, in cities, for monitoring critical industrial structures, pipelines, roads and railways and other volumes.

### Reference

1. Knospe S. et al. Die Anwendung der satellitengestützten Radarinterferometrie zur großräumigen Erfassung von Höhenänderungen. Tagungsband GeoMonitoring 2011, Clausthal-Zellerfeld, 3—4. März 2011.
2. Kronberg P. Distantionnoe izuchenie Zemli: Osnovy i metody distantionnykh issledovaniy v geologii. Per. s nem. V.A. Busha, pod red. V.G. Trifonova (Remote study of the Earth: Foundations and methods remote sensing methods in Geology. English–German translation of Bush V.A., Trifonov V.G. (Ed.)), Moscow, Mir, 1988, 343 p
3. Pimanov I.Yu., Ponomarenko M.R. Materialy 9-y konferentsii «Informatsionnye tekhnologii v upravlenii» (ITU-2016) (Proceedings of 9-th conference «Information technologies in management» (ITU-2016)), 2016, pp. 435—439.
4. Zhantayev Zh. Sh., Fremd A. G., Ivanchukova A. V., Kaldybayev A. A., Nurakynov S. M., Kantemirov Yu. I., Nikiforov S. E. Kosmicheskiy radarnyy monitoring smeshcheniy zemnoy poverkhnosti nad neftegazovym mestorozhdeniyem Tengiz // Geomatika. 2012. № 1, pp. 61–71.

**С.Е. Тиржанова**

### Қазақстан Республикасындағы кен орындарының мониторингінде InSAR әдістерінің пайдалану мүмкіндігі

**Андатпа.**Мақалада радарлық зондтау міндеттері және қолдану салалары қарастырылған. Радар технологияларының қолдану негізгі тенденциялары анықталды. Радар технологияларының тау-кен ісіндегі пайдалану негізгі бағыттары және тиісті ақпараттық өнімдері келтірілді. Пайдалы қазбалардың кен орындарында геодинамикалық мониторинг өткізу мақсатында ғарыш радиолокация пайдалану тәжірибесі талданды.

**Түйін сөздер:** ғарыштық мониторинг, радар интерферометриясы, Жерді радиолокациялық зондтау, жер бетінің деформациясы.

**С.Е. Тиржанова**

### Возможности использования методов InSAR для мониторинга месторождений в Республике Казахстан

**Аннотация.**В статье рассмотрены задачи и области применения радарного зондирования. Выявлены основные тенденции применения радарных технологий. Обозначены основные направления использования радарных технологий в горном деле и соответствующие им информационные продукты. Проанализирован опыт использования космической радиолокации в целях выполнения геодинамического мониторинга на месторождениях полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** космический мониторинг, радарная интерферометрия, радиолокационное зондирование Земли, деформации земной поверхности.

UDK 528.3

**Schultz R.<sup>1</sup>, T.Turumbetov<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup> *Kazakh National University named after Al-Farabi, Republic of Kazakhstan, Almaty*

<sup>2</sup> *Michigan Technological University, Michigan, USA, [rshults@mtu.edu](mailto:rshults@mtu.edu)*

[turar.kz\\_star@mail.ru](mailto:turar.kz_star@mail.ru)

### GEODESIC SUPPORT OF EXPLORATORY OPERATIONS AT THE EASTERN SARYOBA FIELD

**Abstract.** Information on “East Saryoba” copper deposit, which is being developed in the Zhezkazgan region, its role in the development of the mining industry is being considered in the article. Geological, structural and tectonic features of the giant field are presented. The analysis of modern geodetic methods and

methods in geodesy used in the seismic exploration of “East Saryoba” copper ore deposit in the deep horizon is carried out. GPS technologies are classified as modern technical means of geodetic support for seismic exploration.

**Keywords:** copper deposit, geological map, seismic exploration, geodesy, geodetic support, space geodesy, methods, GPS measurements.

In 1932, the great scientist K.I. Satpayev published the work “Zhezkazgan copper ore region and its mineral resources”. Today this invaluable scientific work has turned into the slogan “Zhezkazgan copper - the wealth of the country”. One of the brightest pages in the history of studying and discovering the bowels of Kazakhstan is associated with the name of K.I. Satpayev — this is a creation of metallogenic (forecast) map of the country. During map creation of Kazakhstan’s subsoil assets, on the instructions of Moscow, K.I.Satpayev didn’t include a number of deposits on the map referring to the fact that these ores are located very deep and require a large amount of finance to develop them. And to his close friends Mukhtar Auezov and Alkey Margulan he said: “I specially hid them. Do not they need the future generation?” Today's generation just reaps this fruit of the work of the great scientist.

One of them is the “East Saryoba” field of the Zhilandy group. Today, 25 billion tenge has been allocated for geological exploration in the Zhezkazgan region. This, in turn, will lead to new results in subsoil use and, as a result, will improve the situation in the region. Despite the difficult economic situation and difficulties in production horizons of field development are expanding. This is evidenced by the development of “East Saryoba” copper ore in the Saryarka region (Figure 1).

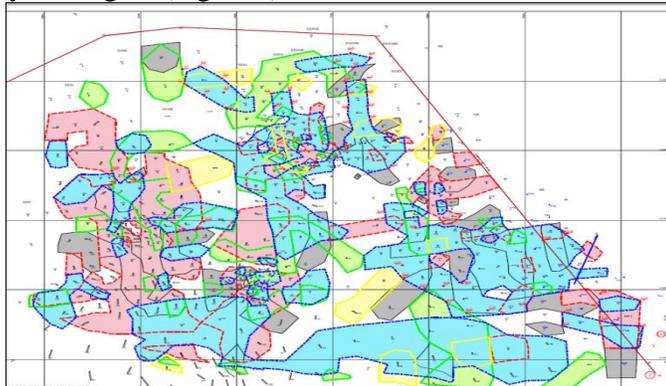


Figure 1– Geological map of “East Saryoba” field

“East Saraoba” deposit is located in Ulytau district of Zhezkazgan region over distance 30-45 km north of the Zhezkazgan mine. In general, ore field has been explored and approved reserves in categories B + C1 + C2 in quantities that allow it to be nominated as large industrial facility. Structure of ore field involves uniform red-colored complex of rocks interlays by ore-bearing sediments of Taskuduk horizon of Middle Carboniferous Taskuduk Formation and Serpukhov layer of Lower Carboniferous. The main ore minerals are chalcosine, bornite, chalcopyrite, galena, sphalerite.

Zinlead ores are usually found in the peripheral areas of copper-ore bodies together with chalcopyrite mineralization and have no independent industrial value. Silver and rhenium are of industrial interest, average content of which is 20.0-22.0 g / t and 1.6-2.3 g / t, respectively.

11 ore deposits were discovered in the ore field where 109 ore bodies were explored. The largest deposits are confined to the Taskuduk horizon. Their northeastern stretch, length up to 3200 m, thickness from 0.5 to 17 m, the depth of ore bodies 750-800 m. The main parameters of main ore bodies of the Taskuduk horizon, designed for underground mining are shown in Table 1.

Table 1- Main parameters of the main ore bodies of ore deposits

№№ deposits	Stretch and dip length, m	
	1 - I	Belt-type
	crescent	1900x130

	Belt-type	800x100
1 - II	blanketlike	1600x350-700
	blanketlike	650x250
1 - III	round - in diameter	700-800
	crescent	2300x300-600
	crescent	1200x100-300
1 - IV	crescent	1100x50-200
	crescent	900x50-150
	crescent	700x300
1 - V	Belt-type	400x120
	total area of ore deposits, thousand m <sup>2</sup>	
№№ deposits	Length along strike and dip, m	
1 - I	by category C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	825
1 - II	by category B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	1467
1 - III	by category B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	1826
1 - IV	by category C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	984
1 - V	by category и C <sub>2</sub>	361
Total		5493
Totally , by field		5912
	Average vertical thickness of deposits, m	
1 - I	by category C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	2,53
1 - II	by category B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	4,36
1 - III	by category B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	4,02
1 - IV	by category C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	2,81
1 - V	by category C <sub>2</sub>	2,33
Total		3,53
Totally , by field		3,48
	Reserves of copper ore for underground mining, million tons	
1 - I		5,42
1 - II		16,64
1 - III		19,08
1 - IV		7,19
1 - V		2,18
Total		50,64
Totally , by field		53,48

In addition, they are complicated by both pre-ore and post-ore disjunctive dislocation which greatly complicates their exploration [2].

At the initial stage of development of mineral deposits, use of seismic exploration is important for the sustainable development of the territory.

This method has proved to be powerful tool for detecting geostructures that concentrate deposits in the bowels of the Earth, contributing to optimal planning of mining and reducing the number of wells. Moreover, effectiveness of seismic exploration (as well as any geological and geophysical method) directly depends on the quality of its geodetic support. In other words, how accurately point's position of explosion and geophones is determined in the coordinate space position in plan and height (depth) of any geostructures will be so accurately determined.

Methods variety and modifications of geophysical surveys, landscape and climatic conditions in which they are carried out, wide range of facilities, methods and technologies, as well as their combined use for geodetic and navigation support is made necessary.

In turn, automated processing of results of geodetic and navigation support of profile (2D) and areal (3D) seismic surveys is appropriate technique and technology (Fig.2).



Figure 2 - Seismic survey (a) and coordinates determination of boreholes by GPS receivers (b)

Achievement of the required accuracy and geodetic works mobility during seismic exploration is associated with need to develop and implement new facilities and technologies of geodetic support [4]. New facilities of geodetic support for seismic exploration include satellite GPS technology. At the same time, high efficiency of geodetic works is achieved. Modern instruments use and use of the simplest GPS - receivers during seismic surveys provide solution of many pressing problems in the geodetic support of geophysical surveys. Controller as special computer can be used to solve several specific problems, depending on their complexity.

Experience of copper sandstone deposits development in the Republic of Kazakhstan is considered. In total, the State Balance records copper reserves at 84 facilities. Prospects for discovering new deposits are associated with cuprous sandstones of Zhezkazgan. Geological, structural and tectonic features of the giant “East Saryoba” copper ore deposit are presented. The analysis of modern geodetic and geodesy methods used in seismic exploration of field in the deep horizon is carried out.

#### Reference

1. Satpayev K. I. Main results of complex geological study and questions of Genesis of Dzhezkazgan. Geology of ore deposits, 1962, No. 3.
2. Working draft. Pit mining "East Saryoba", volume 2, book 1. Zhezkazgan Design Institute, 2007.
3. Turumbetov T., Bekseitova P., Kurmanbaev O. Geodesic substantiation of exploration works at “ Eastern Saryoba” field. – Almaty: Vestnik KazNTU , 2019. Vol.6. - P. 25-29.
4. Bekseitova P., Jangulova G., Turumbetov T..Geodetic works during seismic exploration of the field. - Almaty: Mining journal of Kazakhstan, 2019, vol.11. - P. 18-23.

**Т. Тұрымбетов<sup>1</sup>, Шульц Р.<sup>2</sup>,**

**Шығыс Сарыоба кен орнындағы барлау жұмыстарын геодезиялық камтамасыздандуру**

**Андатпа.** Мақала Жезқазған өңірінде игерілуі қолға алынған «ШығысСарыоба» мыс кен орны, оның тау-кен өндірісін дамытудағы атқара ролі жайлы ақпарат қарастырылған. Алып кен орнының геологиялық, қрылымдық және тектоникалық ерешеліктері келтірілген. Терең қабатта түзілген «ШығысСарыоба» мыс кен орнын сейсмикалық барлау кезінде қолданылатын геодезияның дағдылы және заманауи әдістері мен тәсілдеріне талдау жасалған. Сейсмикалық барлау жұмыстарында қолданылатын заманауи геодезиялық технологиялар қатарына GPS – өлшеулерін жүргізудің кешенді әдістемесі ұсынылған.

**Түйін сөздер:** мыс кен орны, геологиялық карта, сейсмикалық барлау, геодезия, геодезиялық камтамасыздандыру, ғарыштық геодезия, әдістер, GPS өлшеулер

**Т.Турумбетов<sup>1</sup>, Шульц Р.<sup>2</sup>,**

**Геодезическое обеспечение разведочных работ на месторождении Восточня Сарыоба**

**Аннотация.** В статье рассматривается информация о медном месторождении «Восточный Сарыоба», освоение которого осуществляется в Жезказганском регионе, его роли в развитии горнодобывающей промышленности. Представлены геологические, структурные и тектонические особенности гигантского месторождения. Проведен анализ современных геодезических методов и способов геодезии, применяемых при сейсморазведке меднорудной залежи «Восточный Сарыоба» на глубоком горизонте. К современным техническим средствам геодезического обеспечения сейсморазведочных работ отнесены GPS технологии.

**Ключевые слова:** медное месторождение, геологическая карта, сейсмическая разведка, геодезия, геодезическое обеспечение, космическая геодезия, методы, GPS измерения.

ӘОЖ 622.528.55

**А.Б.Ахметжан**

*Ғылыми жетекшісі – Кыргызбаева Г.М. т.ғ.к., қауымдастырылған профессор  
Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан  
[a.akerke\\_97@mail.ru](mailto:a.akerke_97@mail.ru)*

## **ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕНІҢ ЖАЛПЫЛАНҒАН ДЕРЕКТЕРІН ТАЛДАУ ПРИНЦИПТЕРІ БОЙЫНША ГЕОАҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ НЕГІЗДЕМЕЛЕРІ**

**Андапта:** Мақалада геоақпараттық жүйенің және басқа да ақпараттық технологиялардың терең өзара кірігуіне байланысты геоақпараттық технологиялардың басқа технологиялармен байланысы қарастыралды.

ГАЗ кез-келген басқа құралдар арқылы біріктіру және бірлесіп талдауға қиын болатын ең гетерогенді ақпаратты байланыстырушы және біріктіруші.

**Түйін сөздер:** географиялық, динамикалық, ГАЗ, карта, ГИТ ,технология, атрибут, деректер, кортография, массив, ақпараттар.

Географиялық ақпараттық жүйе (ГАЗ) – аумақтық жоспарлау және басқару проблемаларын шешу үшін географиялық және олармен байланысқан атрибутивтік деректерді енгізуді, сақтауды, өңдеуді, математикалық-картографиялық модельдеуді және интеграцияланған бейнесін ұсынуды қамтамасыз ететін техникалық, бағдарламалық және ақпараттық құралдардың жиынтығы [1].

ГАЗ-ның негізгі компоненттері компьютер және арнайы бағдарламалық қамтамасыз етуі бар компьютерлік периферия, геокеңістіктік деректер және ГАЗ-мамандар болып табылады (1-сурет).



Сурет 1 – геоақпараттық жүйенің негізгі компоненттері

Географиялық ақпараттық жүйелер (ГАЗ) қатты дискінің көлеміне, жедел жадқа, компьютер процессорының жиілігіне, сканер мен принтердің ажыратымдылығына өте қажет. Арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету географиялық координаттармен, географиялық проекциялармен, компьютерлік графиканы және кестелік ақпаратты күрделі түйіндес өңдеуді қолдауды орындауы тиіс. ГАЗ үшін деректер көздері карталар, схемалар, сызбалар, қашықтықтан зондтау материалдары, оның ішінде аэрофототүсірілімдер және ғарыш түсірілімдері, спутниктік позициялау жүйелерінің деректері, статистикалық кестелер және мәтіндік құжаттар болуы мүмкін.

ГАЗ деректерін қолдану саласы келесі мүмкіндіктерден тұрады:

- Жер ресурстарын және жер кадастрларын басқару;
- әр түрлі объектілерді түгендеу, есепке алу және орналастыруды жоспарлау;
- жобалау, инженерлік ізденістер, құрылыс пен архитектурадағы жоспарлау;
- тақырыптық картографиялау;
- жер үсті, әуе және су кемелерін басқару;
- табиғи ресурстарды басқару, табиғатты қорғау қызметі және экология;
- табиғи және техногендік ортадағы төтенше жағдайларды болжау және бақылау;
- әскери іс, қозғалыстың оңтайлы бағыттарын есептеу, бөлімшелердің орналасуы және т.

б.;

- ауыл шаруашылығы және т.б.[2].

ГАЗ-дағы барлық деректер екі үлкен топқа бөлінеді: графика (кеңістіктік деректер) және атрибуттар (тақырыптық деректер). ГАЗ векторлық және растрлық графиканы қолдайды.

ГАЗ технологияларының рөлі геоақпараттық жүйенің векторлық және растрлық графиканы қолданудан, оны цифрландырудан, геокеңістіктік ақпаратты жинаудан және геокеңістіктік деректерді талдау негізінде аумақтық жоспарлау бойынша негізделген шешімдер қабылдаудан тұрады.

Геоақпараттық жүйелер векторлық кескіндерді орналастыру, растрлық және тақырыптық карталарды сканерлеу арқылы көп қабатты карталарды жасауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, ГАЗ технологиялары қабаттармен, қабаттарды талдау және визуализациялау әдістерімен әр түрлі жұмыс істеуге мүмкіндік беретін әртүрлі мәліметтер базасын қамтиды. Мәліметтер базасында қабаттардың қажетті тәртібін қалыптастыруға мүмкіндік беретін мәліметтер бар. Осыған байланысты ГАЗ технологиясы суретте көрсетілгендей әр түрлі инфрақұрылым түрлерімен бөлек жұмыс істеуге мүмкіндік береді(2-сурет).



Сурет 2 – геоақпараттық жүйелердің тақырыптық қабаттары

Геоақпараттық жүйе технологиялар (ГАЗТ) — географиялық ұйымдастырылған ақпаратты өңдеудің ақпараттық технологиялары.

Басқа автоматтандырылған ақпараттық жүйелерімен(ААЖ) салыстырғанда оның артықшылықтарын айқындайтын ГАЖ-дың негізгі ерекшелігі геоақпараттық негіздің, яғни жер беті туралы қажетті ақпарат беретін цифрлық карталардың (ЦК) болуы болып табылады. Бұл ретте ЦК мыналарды қамтамасыз етеді:

- барлық келіп түсетін және сақталатын ақпаратты дәл байланыстыру, жүйелеу, іріктеу және интеграциялау (бірыңғай адресілік кеңістік);
- шешім қабылдау үшін ақпараттың кешенділігі мен көрнекілігі;
- процестер мен құбылыстарды динамикалық модельдеу мүмкіндігі;
- аумақтың ерекшеліктерін талдаумен байланысты міндеттерді автоматтандырылған шешу мүмкіндігі;
- шұғыл жағдайларда жағдайды жедел талдау мүмкіндігі.

Қазіргі уақытта бағдарламалық өнімдер нарығында аумақтық кешендерді басқару процесін автоматтандыруға мүмкіндік беретін ГАЖ технологияларының әртүрлі бағдарламалары ұсынылған. Олар функционалды мүмкіндіктерінде және сәйкесінше қолданылуында ерекшеленеді. Қазақстанда негізінен MapInfo Professional, ArcGIS/ESRI бағдарламалары қолданылады[3].

ГАЖ технологиясы бағдарламалық объектілердің жиынында әдеттегі реляциялық сияқты операцияларды орындауға мүмкіндік береді. Бұл топтың операциялары қабаттасу деп аталады, өйткені олар әртүрлі нұсқаларда бір объектінің екіншісіне кеңістіктік қабаттасуын қолданады. Іс жүзінде ГАЖ технологиясы қолданудың көптеген салалары қолданбалы міндеттердің (жерді пайдалану, аумақтарды кешенді бағалау және басқалар) шешілуін қамтамасыз ететін негіз болып табылады[4].

ГАЖ технологиясы картографияны дамытудың жаңа жолын ұсынады. Пайдаланушыға қазіргі уақытта қажет нысандарды немесе олардың жиынтығын ғана экранға немесе қатты көшірмеге шығаруға болады. Яғни, іс жүзінде күрделі карталардан өзара байланысты жеке карталар сериясына көшу жүзеге асырылады. Бұл ретте ақпаратты тиімді пайдалануға мүмкіндік беретін оның үздік құрылымдылығы қамтамасыз етіледі. Ақпараттық ресурстарды жандандыру процесінде ГАЖТ рөлінің өсу тенденциясы байқалады, өйткені картографиялық ақпараттың үлкен массивтері тек ГАЖТ көмегімен белсенді машинада оқылатын формаға тиімді аударылады. Сонымен қатар, ГАЖТ-да карта шынымен динамикалық нысанға айналады(3-сурет).



Сурет 3– геоақпараттық жүйе технологияларындағы картаның динамикалық нысаны

Қазіргі ГАЖ технологиясы - бұл интеграцияланған технологиялардың жаңа түрі, олар бір жағынан қолданыстағы автоматтандырылған жүйелердің деректерін өңдеу әдістерін қамтиды, ал екінші жағынан деректерді ұйымдастыруда және өндеуде өзіндік ерекшелігі бар.

Автоматтандырылған жүйелердің деректерін өңдеу үшін өңірлік және жергілікті басқару органдарымен, ұйымдармен және Үкіметпен ынтымақтасу және іс-қимылдарды үйлестіру қажет. Мұнда барлық мүдделі тараптардың сенімді кадастрлық және тақырыптық мәліметтеріне қол жеткізу мүмкіндігі маңызды.

Сонымен қатар, ГАЖ технологиясы мемлекеттік және муниципалдық билік органдарына жер-кадастрлық ақпаратпен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, коммерциялық құрылымдар, жер қызметтері, жалға алушылар мен жер иелері онымен жұмыс істей алады. ГАЖ технологиясы жоғарыда аталған әр топқа қажетті ақпаратты ұсынады. ГАЖ технологиясы мәліметтер базасын қолдана отырып, муниципалды және мемлекеттік органдар ұсынылған мәліметтермен таныса алады: қызығушылық аймағы, кварталдардың мәртебесі және жердің құны туралы көрнекі ақпарат алу; қаланың аумақтық ресурстарынан муниципалды бюджетке түсетін салық төлемдерін жоспарлау үшін мәліметтер қалыптастыру. Бұдан басқа, ГАЖ технологиясы бос жер учаскелерінің болуы және тізілімге енгізу туралы; тиісті ақпаратты дайындау және оны тізілімге енгізу арқылы аукциондарды ұйымдастыру туралы; аумақты және оның ресурстарын пайдаланудың тиімділігі туралы мәліметтерді қалыптастыруға мүмкіндік береді. [5].

Қорытынды. Геоақпараттық жүйе технологиясы координаталық байланыстырылған ақпарат үшін мәліметтер базасының технологиясының кеңейтімі ретінде қарастыруға болады. Бұл нақты әлемде ақпараттың көп бөлігі кеңістіктік орналасуы, формасы және өзара орналасуы маңызды рөл атқаратын объектілерге қатысты болатындығына байланысты. Сондықтан, көптеген қосымшалардағы геоақпараттық технологияның қарапайым деректер қорын басқару жүйесінің мүмкіндіктерін едәуір кеңейтеді. ГАЖ технологиясы картография, география, математика, компьютерлік графика, есептеу техникасы, қашықтықтан зондтау саласындағы жаңа әзірлемелердің синтезі бола отырып, табиғи ресурстарды қорғау және ұтымды пайдалану, өзгерістерді болжау, оларды бағалау және талдау мәселелері бойынша жобалармен жұмыс істеудің үздік құралы болып табылады.

### **Әдебиет**

1. Геоинформатика : учеб. для студ. вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов и др. ; под ред. В.С. Тикунова. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.
2. Майкл Н. Географические информационные системы. Основы. / Пер. с англ. – М.: Дата+,
3. Алешин Л.И. Информационные технологии. — Учебное пособие. М: Московская финансово-промышленная академия, 2008.
4. Барлиани И. Я. Возможности использования ГИС-технологий в системе планирования и управления территорией // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2016. XII Междунар. науч. конгр.: сб. материалов
5. Бабенко, Л.К. Защита данных геоинформационных систем. Учебное пособие для студентов вузов / Л.К. Бабенко. - М.: Гелиос АРВ, 2017. - 699 с.

**А.Б.Ахметжан**

### **Обоснования геоинформационных технологий на принципах анализа обобщенных данных геоинформационной системы**

**Аннотация:** В статье рассмотрена связь геоинформационных технологий с другими технологиями в связи с глубокой взаимопроникновением геоинформационных систем и других информационных технологий. ГИС является связующим и объединяющим наиболее разнородную информацию, которую трудно интегрировать и совместно анализировать с помощью любых других средств.

**Ключевые слова:** географическая, динамическая, ГИС, карта, ГИТ, технология, атрибут, данные, картография, массив, информация.

A.B. Akhmetzhan

**Substantiation of geoinformation technologies based on the principles of analysis of the accumulated data of the geoinformation system**

**Abstract:** the article considers the connection of geoinformation technologies with other technologies in connection with the deep interpenetration of geoinformation systems and other information technologies. GIS is a bridge that connects and unites the most heterogeneous information, which is difficult to integrate and jointly analyze using any other means.

**Keywords:** geographic, dynamic, GIS, map, GIT, technology, attribute, data, cartography, array, information.

ӘОЖ 622.271

**Базархан М., Шампикова А.**

*Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,  
Қазақстан, г. Алматы. [molyabenz@mail.ru](mailto:molyabenz@mail.ru)*

**АҚЖАЛ КАРЬЕРІНДЕГІ МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАРДА  
ЗАМАНАУИ АСПАПТАРДЫ ҚОЛДАНУ**

*Аннотация.* Мақала «Nova-Цинк» ЖШС қарасты Ақжал кен орнының геологиясы және ашық тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы баяндалған. Сонымен қатар, *карьердегі маркшейдерлік жұмыстарды дағдылы маркшейдерлік техникалық аспаптармен қатар заманауи аспаптарды қолданып жүргізуге көңіл аударылған. Заманауи аспаптардың ішінде Leica Geosystems фирмасының электрондық тахеометрлері, лазерлік сканерін және цифрлы нивелирлерді қолдану қарастырылған.*

*Түйінді сөздер:* Ақжал карьері, тау-кен жұмыстары, маркшейдерлік қамтамасыз ету, заманауи аспаптар, электронды, лазерлік аспаптар.

**Кіріспе.** Қазақтың қасиетті топырағы ХХ-ғасырда көптеген ғалымдарды өмірге әкелді, солардың арасында Қаныш Имантайұлы Сәтбаев пен Ақжан Машановтың тұлғалары биік шыңға ұқсайды. Бірі Баянауылдан, екіншісі Қарқаралыдан бастау алып, қазақтың даласын қақ жарып өтіп, Алатаудан асып, әлемдік ғылым шыңына көтерілген ұлы тұлғалар. Сәтбаев атындағы университеттің студенті бола тұра, жылда өткізілетін дәстүрлі «Сәтбаев оқуларына» және А.Машановтың туғанының 115 жылдығы аталып өтілетін осы конференцияға қатысу біздер үшін үлкен мәртебе деп білеміз. Конференция барысында біріншіден, ғалымдарымыздың өмір жолдарымен танысу, еңбектерін зерделеу, екіншіден осы саладағы ғылым мен техниканың жетістіктерінен хабардар болу біздердің ойымыздың өрісті, келешектегі еңбегіміздің жемісті болатынына сеніміміз зор.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** "Ақжал" түсті металдар кен орны Қарағанды облысындағы Шет ауданында орналасқан. "Nova-мырыш" ЖШС 1997 жылы Ақжал кен орнының қорғасын-мырыш кендерін әзірлеу және байыту үшін (Қарағанды облысы, Қазақстан) құрылды.

2006 жылдың тамыз айынан бастап "Nova-Цинк" ЖШС компаниясының 100% - ы "Челябі мырыш зауытына" (ЧЦЗ) тиесілі.

ЧЦЗ-Ресейдегі ең ірі металл мырыш өндірушісі, оның үлесіне осы металдың ресейлік өндірісінің 64%-ға жуығы тиесілі. "Nova-Цинк" ЖШС еншілес кәсіпорнынан (Қазақстан Республикасы, Ақжал қорғасын-мырыш кен орнының операторы) басқа, ЧЦЗ Еуропада Металлургия өндірісі бар, ол The Brock Metal Company Limited қысыммен құю үшін жетекші

британдық мырыш және алюминий қорытпаларын өндіруші болып табылады. «Nova-Цинк» ЖШС екі «Орталық» және «Шығыс» карьерлінен тұрады (1-сурет).

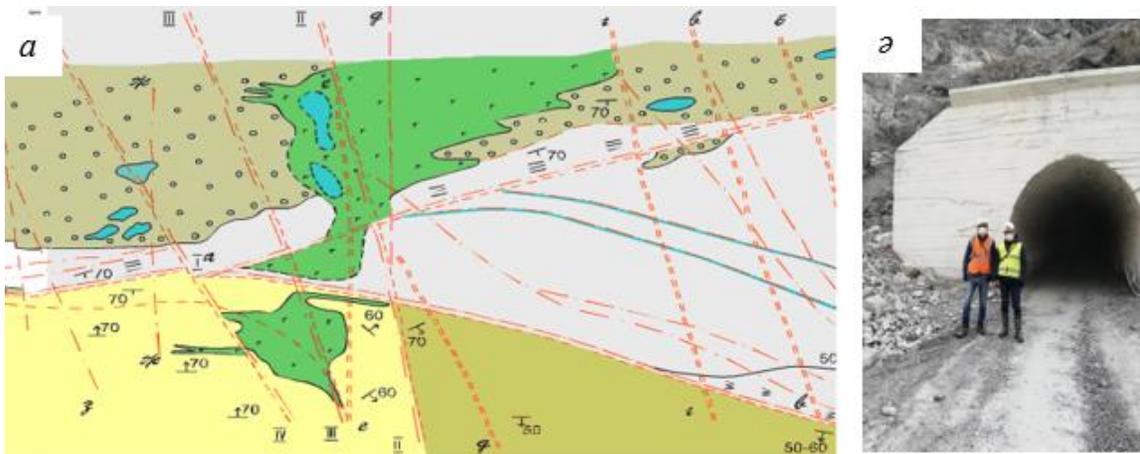
Кен орны ауданы Жоңғар-Балқаш геосинклинальды облысының үш ірі құрылымдарының түйіскен жерінде орналасқан. Солтүстік бөлігінде Жаман-Сарысу синклинийінің оңтүстік канаты, оңтүстік бөлігінде Ақтау – Мойынты антиклинорийі, орталық бөлігінде Ақжал - Ақсоран синклинийі орналасқан. Ауданның күрделі тектоникалық құрылымы бірнеше кезеңде қалыптасты. Рудалық зонаның ішкі құрылымы өте күрделі, онда қойнауқатты және қайқыбелді рудалық денелермен ерекшеленеді. Олардың құлама және созылым бойынша тұтастығы жоқ, бір-бірімен ажырап, қайта қосылып жатады.



1 –сурет: географиялық орны және «Орталық» карьеріндегі тау-кен жұмыстарының жағдайы

Ақжал қорғасын-мырыш кен орны да өзіне тән тектоникалық жарылымдарымен ерекшеленді. Тектоникалық жарылымдар әсерінен кен орнындағы тау жыныстары көптеген жарықшақтар арқылы бөлшектеніп, жеке-жеке құрылымдық блоктарға айналады(2,а-сурет). Қазіргі уақытта тау – кен жұмыстары ашық тәсілмен - Орталық карьерімен және жер асты тәсілмен-Ақжал кенішімен жүргізілуде, карьердің тереңдігі 280-300 м жеткен.

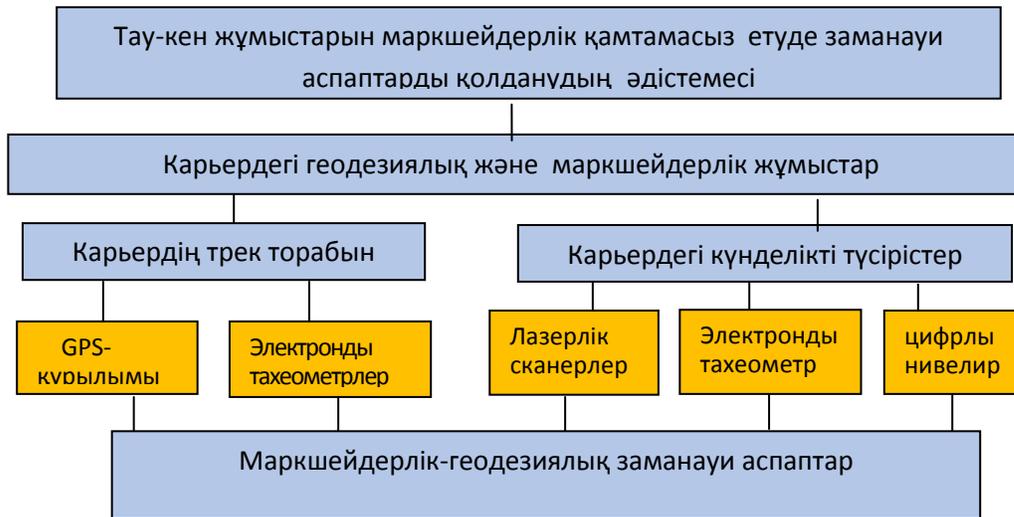
Жер астына портал арқылы кіреді (2,ә-сурет).



2-сурет. а- Ақжал кен орнының тектоникалық картасы; ә- жер астына кіру порталы

Ақжал карьері жағдайындағы тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуде оларды жүргізуге дәлдігі жоғары және көп уақыт алмайтын осы күнгі аспаптарды қолдану қарастырылып отыр. Өйткені тау-кен жұмыстарын жүргізудің дәлдігіне өте қатал талаптар қойылады. Бұл, өз кезегінде, осы күнгі аспаптарды қолданудың, маркшейдерлік түсірістердің әдістемесін жасауды талап етеді. Демек, бұл пайдалы қорды игеруде тау-кен жұмыстарын жоғары дәрежеде маркшейдерлік қамтамасыз ететін ғылыми-техникалық маңызды мәселеге арналғандығының айқын дәлелі.

Сондықтан да, заманауи маркшейдерлік аспаптар мен бағдарламалық өнімдерді өндіріске енгізу арқылы маркшейдерлік түсірістердің дәлдіктерін көтеруді қамтамасыз ету және оларды жүргізудің қауіпсіздігін жоғарылату үшін осы күнгі аспаптарды қолданудың әдістемесін жетілдіруді ұсынып отырмыз. Бұл әдістеме өз кезегінде жерсеріктік навигациялық жүйелері (GPS), электронды аспаптарды қолдануға негізделген. Ұсынылып отырған тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету әдістемесінің блок-схемасы 3-суретте елтірілген.



3-сурет. Тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етудегі заманауи аспаптар

Қазіргі заманауи аспаптарды қолдану қарапайым аспаптарға қарағанда жұмысты қысқа мерзімде, жоғары дәлдікпен орындауды қамтамасыз етеді. Қарапайым оптикалық аспаптарды

колданғанда уақыт көп жұмсалынады және де лазерлік сканерлерді пайдалану, жерасты қазбаларындағы маркшейдерлік және үңгілеу жұмыстарын жүргізген кезде бірсыпыра артықшылыққа ие болып отыр.

Заманауи аспаптардың ішіндегі GPS- құрылымдары қол жетімсіз, қиын да алыс орналасқан аймақтарда, мемлекеттік геодезиялық тораптарды және үлкен карьерлерде тірек жүйелерін жиілетуде маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды атқара алудың жалғыз ғана оңтайлы әдісі болып табылады. Ал, Ақжал карьеріндегі күнделікті маркшейдерлік жұмыстарда электронды тахеометр пайдаланған өте қолайлы

*Электронды тахеометр* – карьерлерде горизонталь бұрышты, горизонталь ара қашықтықты және өзара биіктікті өлшеуге арналған топографиялық электрондық – оптикалық аспап. Электронды тахеометр құрылымында кодтық теодолит пен шағын жарық қашықтық өлшеуіш біріктірілген. Көздеу нысанасы ретінде шағын габаритті призмалық шағылдырғышы бар арнайы қада қолданылады. Өлшеу процесі автоматтандырылған. Ара қашықтықты, горизонталь және вертикаль бағыттарды өлшеу нәтижелері, электрондық цифрлы таблода көрініп, бір мезгілде ақпаратты жинағышта тіркелуі мүмкін.

Тіркеудің мәні – далалық өлшеу аспабының мамандандырылған электрондық есептеу машинасымен қосылуында. Ол дала өлшеулерінің мәліметтері бойынша, автоматты түрде жергілікті жердің түсіру жоспарын сызады. Электронды тахеометр арқылы өзара биіктікті анықтаудың, көлбеу қашықтықты горизонталь жазықтыққа келтірудің автоматты түрде атқарылуы, сондай-ақ жарықтың ауада таралуын жылдамдығы үшін түзетудің автоматты түрде есепке алынуы мүмкін. Тахеометр жинағына шағылдырғыштар, штативтер, батарея, зарядтау құрылғысы, аспапты жөндеу және күту жабдықтары кіреді. Оның түнде жұмыс істеуге арналған жабдығы бар. Ол цифрлық таблоға берілетін жедел ақпарат пен және жадтағы жинағышқа шығарылуына мүмкіндік бар.

Қазіргі таңда заманауи электронды тахеометрлердің қолдану саласына, дәлдігіне және орындалатын функциясына байланысты үш топқа бөлуге болады, олар:

- жәй электронды тахеометр;
- орташа класты электронды тахеометрлер;
- Leica TS15P электронды тахеометрі (4,а-сурет);
- робоотталған электронды тахеометрлер.

Сонымен қатар, Ақжал карьері беткейлерінің орнықтылығын лазерлік сканермен бақылап отыру қолға алынған (4.ә-сурет) және нивелирлеу жұмыстарында цифрланған нивелир қолданылуда (4, б-сурет).



4-сурет. Ақжал карьерінде қолданыстағы заманауи маркшейдерлі аспаптар

**Қорытынды.** Қазіргі заманауи аспаптар техникалық және конструкциялық сипатамаларымен ерекшеленеді және оның дәлдігі мен өлшеу қашықтығы ереше рөл

атқарады. Мысалы, көптеген далалық жұмыстарда жай механикалық тахеометрлер қолданылады. Ал кейбір күрделі жағайларда, мәселен мұнай құбырлары магистральдарын жүргізу кезінде жарық шағылыстыратын құрылғыны автоматты түрде іздеп табатын роботтандырылған тахеометрлер қолданған өте тиімді.

#### **Әдебиет**

2. Электронные тахеометры. Обзорная информация, М., ЦНИГА и К. 2000. 41с.
2. Нұрпейісова М.Б. Марпкшейдерлік іс (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2016.- 240 б.
3. . Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық және маркшейдерлік аспаптар (оқулық). Астана: Фолиант, 2013.- 192 б.

**Базархан М., Шампикова А.**

#### **Применение современных приборов при маркшейдерских работах карьера Акжал**

**Аннотация.** Изложена геология месторождения Акжал при ТОО «Nova-Цинк» и современное состояние открытых горных работ. Кроме того, основное внимание уделяется проведению маркшейдерских работ на карьере с применением современных инструментов, наряду с обычными маркшейдерскими техническими аппаратами. Среди современных Астапов предусмотрено использование электронных тахеометров, лазерного сканера и цифровых нивелиров фирмы Leica Geosystems.

**Ключевые слова:** Карьер Акжал, горные работы, маркшейдерское обеспечение, современные приборы, электронные, лазерные приборы.

**Bazarkhan M., Shampikova A.**

#### **The use of modern devices for mine surveying career Akzhal**

**Annotation.** The geology of the Akzhal deposit at Nova-Zinc LLP and the current state of open-pit mining operations are described. In addition, the main attention is paid to conducting survey work in the quarry with the use of modern tools, along with conventional surveying technical devices. Among the modern Astaps, the use of electronic total stations, a laser scanner and digital levels from Leica Geosystems is provided.

**Key words:** Akzhal quarry, mining operations, surveying support, modern devices, electronic, laser devices.

ӘОЖ 622.832

**А.Т. Имангалиев**, докторант,

*Ғылыми жетекшісі – З.О. Дүкенбаева, т.ғ.д., профессор*  
*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық университеті*  
*Нұр-Сұлтан қаласы, Қазақстан*  
[imangaliyev\\_historian@mail.ru](mailto:imangaliyev_historian@mail.ru)

#### **ТАРИХИ ТҮЛҒАЛАР ТАҒЫЛЫМЫ: ҚАНЫШ СӘТБАЕВ ЖӘНЕ АҚЖАН ӘЛ-МАШАНИ**

*Өткен күнде белгі бар, ізденушісі болса,  
Келер күнге Тәңірі жар, тілеушісі болса.  
(Халық даналығы) [1]*

**Түйіндеме.** Мақалада геолог-ғалым Қаныш Сәтбаев және Қазақстан мен Орта Азияда әл-Фараби мұраларының тұңғыш зерттеушісі Ақжан әл-Машани тұлғаларының рухани байланысы туралы мәлімет.

**Түйінді сөздер:** тарих, тұлға, әл-Фараби, геолог, фарабитанушы, Ақжан әл-Машани, Қаныш Сәтбаев.

Тарих – ғасырларды, сан мыңдаған жылдарды қамтитын, тереңге батқан замана ағымы. Ал, замана дәуірін туғызушы және қайта түлетуші әр адамзат баласының өмір-тіршілігін және оның кезеңделуін әр дәуірде өмір сүрген озық ойлы тұлғалар шоғырын, ғалымдар мен ақын-жазушылардың рухани шырақтарын айтады. Осы ретте, «тарихты тұлғалар жасайды» деген қағидаға сүйене отыра, тарихты тудыратын да, жаңартатын да тұлға. Сол себептен де тұлғаның тарихта алатын орны орасан. Аталған мәселе аясында, белгілі тұлғатанушы-ғалым Манаш Қозыбаев «Тұлғалар тұғыры» атты еңбегінде: «Тарихта тұлғаны ақ алмастай замана шыңдайды, ақ алмас, Мұхтар Омарханұлы атап көрсеткендей, қаттыны жарады, жұмсақты тіледі, замана талабы туған кезде оттан шығып, жалын құшқан ақ алмас қынабынан жарқ етіп қадір-қасиетімен халқына танылады, «тарих» деген дария еркін малтып өтіп, өз тұғырына, ұлылық тұғырына қонады» дей келе [2, 4 б.], тұлғаның тарихта алатын орнын айқындап көрсетіп, заманның ащысы мен тұщысына шыдап, қиыны мен қуанышын халықпен бірге өтеп, халықты артына ерте білген, ерліктің үлгісін көрсеткен тұлғалар шоғыры дүниеге келді. Әсіресе, ХХ ғасырда ерлік пен елдіктің үлгісін көрсетіп, білім мен ғылымды дамытқан Әлихан Бөкейхан, Мұхамеджан Тынышпаев, Тұрар Рысқұлов, Қошке (Қошмұхамед) Кемеңгерұлы, Мұстафа Шоқай, Мұхтар Әуезов секілді және т.б. тұлғалар – қазақ тарихының өшпес қайнар көзі.

Осы орайда, ХХ ғасырдағы ғылым халы мен тұлғалары туралы академик Герой Жолтаевтың естелігін келесідей ұсынамыз: «Иә, ХХ ғасырдың кереметі көп. Осының бәрі таң қалып, тамсанғаннан адамзаттың басы айналып тұрғандай сезіледі кейде маған. Сондай дейміз-ау, бұл құдіретті жасап жатқан кім және не? Иә, ол – ғалым мен ғылым құдіреті. Абай ақын айтпай ма «Алланың бір аты – ғылым!» деп. Сол Алланың бұйрығымен болар ғалымдықтың жүгін көтеріп, ғылымның жолын қуып, артында өз сөзі мен ісін қалдырған құрметті азаматтар біздің халқымызда аз емес. Шоқ жұлдыздар – Қаныш Сәтбаев, Әлкей Марғұлан, Ақжан Машанов, Шапық Шөкин, Ермұқан Бекмаханов, Ебіней Бөкетов..... [3, 126 б.]. Баршамызға белгілі бұл тұлғалардың халық үшін атқарған қоғамдық қызметтері мен ғылым жолындағы игі істері өскелең ұрпаққа үлгі-өнеге.

Жоғарыда аталған тарихи тұлғалардың ішінде белгілі геолог-ғалым, Қазақ КСР Ғылым Академиясының тұңғыш Президенті Қаныш Имантайұлы Сәтбаев және тұңғыш фарабитанушы-ғалым, Қазақ ССР Ғылым Академиясының құрылтайшысы Ақжан Жақсыбекұлы әл-Машанидың Отандық және әлемдік тарихта алар орындары ерекше.

Ең алдымен, Орта Азия мен Қазақстанға Әбу Нәсір әл-Фараби есімін және мұраларын алғаш танытқан фарабитанушы-ғалым Ақжан әл-Машани ғылымға келу барысын тоқталып өтетін болсақ, 1943 жылы «Торғай кенді алқабының құрылымы» тақырыбына кандидаттық диссертацияны, 1946 жылы зерттеп жүрген тақырып аясында докторлық диссертацияны жоғары деңгейде қорғап, жаңадан шаңырақ көтерген ҚазССР Ғылым Академиясының «Жер ғылымы» бөлімшесінің тұңғыш корреспондент мүшесі болып сайланып, Ғылым Ордасының құрылтайшысы атанып Ақжан Машани есімі осылайша тарихқа енді [4, 10 б.]. Академияда Қаныш Сәтпаев, Әлкей Марғұлан, Шахмардан Есенов секілді ғалымдармен етене жұмыс жасады.

Әсіресе, Қазақ ССР Ғылым Академиясының Президенті Қаныш Сәтбаевпен ғылыми байланысы туралы Ақжан әл-Машани «Зерде» ғылыми-көпшілік журналында жарық көрген «Қанышпен болған сапар» атты ғылыми мақаласында былайша өзектейді: «Бір айта кететін нәрсе, Қаныш менің геология саласында қазақша еңбек жазғандарымды ұнататын еді, соған көп көмек көрсетті. «Жер сыры» атты кітапқа алғы сөз шығартудан бастап, Академия баспасынан менің бірнеше кітабым, бірнеше аудармалар, термин сөздіктерім шықты. Солардың бәріне ол кісі тікелей жәрдем беріп отыратын еді» [5, 20 б.]. Мәселен, Ақжан әл-Машанидың қаламынан

туындаған «Жер құрылысы» атты томдық еңбегінде геолог-ғалым Қаныш Сәтбаевтың «Сөз басы» ретінде жарық көрген мақаласында: «Машанов А. жолдас өзінің кітабында көпке түсінікті жер үстінде тіршілік өркендеуі тарихынан, физикалық геологиядан негізді мәліметтер береді. Сонымен қатар, Қазақстанның – Алтай, Сарыарқа, Қаратау, Орал-Ембі сияқты үлкен өңірді алаптарының геологиялық құрылғысындағы негізгі өзгешеліктерін береді. Осы айтылған өте маңызды мәліметтердің бәрі де жалпы алғанда теориялық берік негізге сүйеніп жазылған. Кітаптың әдемі әдебиеттік, геологиялық оқиғалар мен кейбір терминдердің негізін түсіндірудегі автордың шеберлікпен кең түрде қазақ тілін пайдалануы, сөйлем құруы, Машанов А. жолдас еңбегінің геология мәселесіне жазылған жеңіл кітаптардың орысша тілде шығып жүргендерінен де ерекше артықшылығы болып табылады» деп Ақжан әл-Машанидың аталмыш еңбегіне өз бағасын берген болатын [6, 7 б.].

Фарабитанушы-ғалым Ақжан әл-Машанидың қаламынан жер ғылымы аясында бірнеше ғылыми мұралар қатары дүниеге келді. Атап айтатын болсақ, Қаныш Сәтбаевтың тапсырмасы бойынша Ақжан әл-Машани 1944 жылы қазақ халқының бас ақыны Абайдың 100 жылдық мерейтойына арнап «Абай шығармаларындағы табиғат ғылымының көріністері» атты баяндамасы [7, 11 б.], «Таулар қалай пайда болды?» (1939 ж.), «Қазақстандағы көне кен қазбалары» (1942 ж.), «Жердегі тіршіліктің пайда болуы және дамуы» (1948 ж.), «Жер сыры» (1948 ж.), «Жер құрылысы» (1949 ж.), «Жер сілкінуі» (1949 ж.) [7, 5 б.]. Сондай-ақ, ғалым Ақжан әл-Машанидың «Механика массив горных пород» (1961), «Основы горной механики» (1972), «О закономерностях развития систем трещин в горных породах» («Берг академии» ГДР, №8) еңбектері бар [8, 13 б.].

Сондай-ақ, Ақжан әл-Машанидің жер ғылымы бойынша атқарған жұмыстары орасан. Осыған дәлел ретінде Сәтбаев университетінің қабырға-сында «Тарихи мұралар орталығы»-да тұңғыш фарабитанушы-ғалым Ақжан әл-Машанидың Ақбастау және Құсмұрын алтын кен орындары зерттеуі туралы келесідей құжатты көруімізге болады:

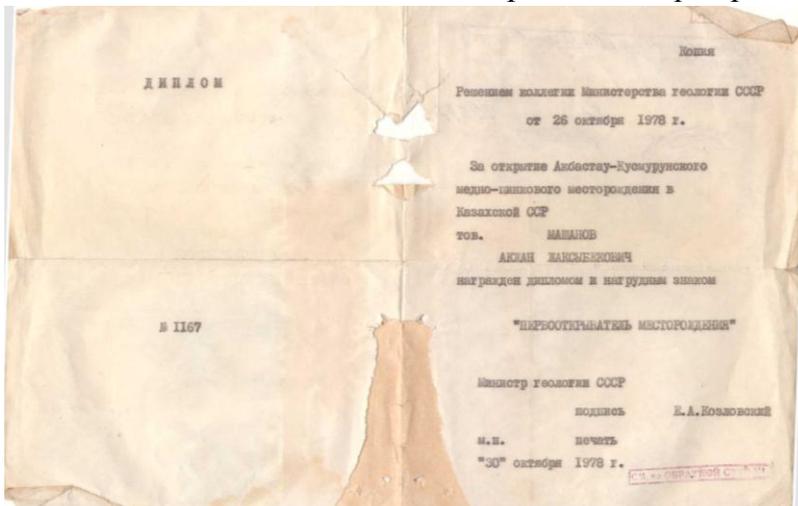
*Сәтбаев университетінің «Тарихи мұралар орталығы» қорынан алынды [9]*

Ғылым Академиясының қабырғасында жүріп, Ақжан әл-Машани тек қана теориялық қана емес, практикалық түрдегі зерттеу жұмыстарын жүргізгенін көруімізге болады.

Осылайша, тұңғыш фарабитанушы-ғалым Ақжан әл-Машанидың табиғат, жер ғылымдары арқылы адам мен ғалам арасындағы үндестік тауып, өмір шындығына жетуді мақсат тұтты. Бұл туралы Ақжан әл-Машани «Әл-Фараби және Абай» атты томдық еңбекте Ұлы дала елінің дара тұлғасы Абайдың «Өмірдің өзі шындық» атты тұжырымды: «Оның терең мағынасын қысқа түрде топшылайтын болсақ – ол бүкіл табиғат дүниесі, ол біздің өмірге келген ұямыз-мекеніміз. Екінші жағынан ол сол табиғат дүниесінің бір мүшесі, сол табиғатты тани білетін ерекше

саналы мүшесі адамзат. Екеуінің арасында сәйкестік, жарастық жәрдем, таластық майдан көрікті көрініс, мейірімді махаббат, саналы парасат бар. Өмірдің шындығы сол» деп атап көрсетеді [10, 23 б.].

Адам мен табиғат, кіші ғалам мен үлкен ғалам арасындағы үндестікке жетуде Абай мен Әл-Фараби мұраларымен қатар, Қаныш Имантайұлының ықпалы орасан болды десек артық айтқандық емес.



Себебі, ғалым Ақжан әл-Машани табиғат, жер ғылымы мен таңбалы тастар арқылы дүниенің шындығын түсінуді мақсат етті.

Әіресе, Ақжан әл-Машани «Өгізханның қолтаңбасы» атты томдық еңбегінде қағаз бетіне түскен тарихтан шындық іздеу қиынға соғады, керісінше шындық көзі тек таңбалы тастарда және «тас» - көне тарихтың бір белгісі ретінде атап көрсетеді [11, 28 б.]. Осылайша, тұңғыш фарабитанушы-ғалым Ақжан әл-Машанидың Қазақ КСР ҒА-да ғалымдар мектебінен өтуі – геология және өзге ғылым салалары бойынша тың жаңалықтарды ашуына сеп болды. («Фараби габратты ғалым» еңбегінен алынды.) [12, 230 б.]

XX ғасырдың 50-жылдарынан бастап Ақжан әл-Машанидың ашқан ірі жаңалықтардың бірі Фараби есімі мен мұрасын Ұлы дала еліне қайта қауыштыруы еді. Ал, бұл игі мұраны зерттегі Қаныш Сәтбаевтың өзі де қолдау көрсетеді. Бұл турады профессор, фарабитанушы-машанитанушы Дүкенбаева Задаш Оразғалиқызының «Әл-Машани – XX ғасырдың әл-Фарабиі» мақаласынан танысып көруімізге болады:

### ПРЕЗИДЕНТУ АКАДЕМИИ НАУК КАЗАХСКОЙ ССР

АКАДЕМИКУ К. И. САТПАЕВУ



Солдан оңға қарай: Ө. Османов, Р. Мұхамеджанова, Ө. Марғұлан,  
К. Сәтпаев, Н. Сауранбаев, А. Машанов

Как вам известно, величайший ученый Аль-Фараби средневековья (870-950), знаменитым комментатором Аристотеля, Платона и других ученых (первых учителей) Античного мира. Поэтому ему было присвоено почетное имя «Второго учителя». Также знаменитые ученые, как Аль-Беруни, Авиценна и другие его (Аль-Фараби) считают своим учителем, наставником. Трудов Аль-Фараби насчитывается свыше 100 названий по различным отраслям науки и искусства: по математике, астрономии, химии, географии – геологии, философии, медицине, музыке и т.д.

Однако, к сожалению мы не могли

найти в СССР ни одной подлинной работы.

После длительных поисков на днях нам удалось получить по межбиблиотечному абонементу три книги из Лейдена (Голландия). Две из них собственные труды Аль-Фараби на арабском языке:

- 1) «Рисала Фисус аль Хаким» («Жемчужина науки»);
- 2) «Рисала... аль-Мадин... аль-Фабилла» («Образец города»);

Обе эти книги сопровождаются предисловиями проф. Диетереци на немецком языке; общий объем двух книг 250 страниц (1890-1895 г.).

Третья книга проф. Брунеля на немецком языке: «Государственное управление по аль-Фараби» около 200 страниц (1904 г.).

Все эти книги имеют исключительно большую ценность. Поэтому мы их фотографируем и снимаем микрофильмы. Необходимо перевести их на казахский и русский языки. Просим Вас дать указание о финансировании данной работы через библиотеку.

Член.корр. АН Каз ССР (Машанов А.Ж.)  
Директор ЦНБ АН Каз. ССР (Ахмедова Н.Б.)

Бұл тарихи құжатта: «Согласен. Реализовать 15.XI 1960 г.» подпись Сатпаева К.И. [13, 13 б.]

Нәтижесінде, Қаныш Сәтбаев, Әлкей Марғұлан, Шахмардан Есенов, Дінмұхамед Қонаев секілді ғалым-қайраткерлердің қолдауының арқасында тұңғыш фарабитанушы Ақжан әл-Машани Фараби мұрасы бойынша тың зерттеулерді дүниеге әкелді.

Қорытындылай келе, Қаныш Сәтбаев және Ақжан әл-Машани ғылымда реннесанстық тұрғыда жаңалықтар ашқан ғалымдар. Ғылым қайраткерлерінің қаламдарынан туындаған мұраларды тереңірек зерттеп-зерделеу және насихаттау өскелең ұрпақ еншісінде.

#### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:**

1. Сәки Қ. Қыпшақ мәмлүктер. – Астана: Фолиант, 2006. – 464 бет.
2. М. Қозыбаев. Тұлғалар тұғыры. – Алматы: «ҚазАқпарат», 2009. – 540 б.
3. Оразалықызы Г. Шахмардан Есенов: Алматы: «Қазақстан», 2012. – 376 б.
4. А.Машани. Ақжан Машани ғибраты. . – Алматы: «Алатау» баспасы. 2007 – 266 б.
5. А.Ж. Машанов. Қанышпен болған сапар. Зерде. – 1999. - №2. – 19-20 б.
6. А. әл-Машани. Жер сыры. – Алматы: «Алатау» баспасы, 2006, 288 бет.
7. Машанаов А. Әл-Фараби және Абай – Алматы: Қазақстан, 1994. – 192 бет.
8. Машани А. Әл-Фараби көпірі. Мақалалар. «Әл-Фараби» романы. – Алматы: «Алатау» баспасы, 2005, 352 бет.
9. Сәтбаев университетінің «Тарихи мұралар орталығы» қорынан алынды.
10. Машани А. Әл-Фараби және Абай. Т.2. – Алматы: «Алатау» баспасы, 2005, 296 бет.
11. Әл-Машани Ақжан. Көп томдық шығармалар жинағы. – Алматы: «Алматы-Болашақ» баспасы, 2011. 15-том. Өгізханның қолтаңбасы. – 432 бет.
12. Фараби ғибратты ғалым: Фарабитанушы-ғалым А.Ж. әл-Машаниге арналады / Құраст. Ш. Абдраман. – Алматы, 2006. – 397 бет.
13. З.О. Дүкенбаева. Әл-Машани- XX ғасырдың Әл-Фарабиі. // Қазақстан мұрағаттары. – Астана. 1 (29) / 2014.

**А.Т. Иманғалиев**

#### **Исторические личности: Каныш Сатпаев и Аакжан аль-Машани**

**Аннотация.** В статье рассказывается о духовной связи личности ученого-геолога Каныша Сатпаева и первого исследователя наследия Аль-Фараби в Казахстане и Средней Азии Аакжана Аль-Машани.

**Ключевые слова.** История, личность, аль-Фараби, геолог, фарабиевед, Аакжан аль-Машани, Каныш Сатпаев.

**A.T.Imangaliev**

#### **Historical figures: Kanysh Satpayev and Aakzhan al-Mashani**

**Annotation.** The article tells about the spiritual connection of the personality of geologist Kanysh Satpayev and the first researcher of the Al-Farabi heritage in Kazakhstan and Central Asia, Akzhan Al-Mashani.

**Key words.** history, personality, al-Farabi, geologist, farabiologist, Akzhan al-Mashani, Kanysh Satpayev.

УДК 556.3

**Ж.А.Аканова, Э.М.Кульдеева**

*Научный руководитель – доктор PhD, лектор кафедры «Геология нефти и газа»*

*Э.М. Кульдеева Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

*[zhansaya-akanova@mail.ru](mailto:zhansaya-akanova@mail.ru)*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ**

***Аннотация.** При строительстве новых сооружений и реконструкции действующих, часто возникает необходимость определить в каких условиях находится грунт для предотвращения в последующем деформирования зданий и гидротехнических сооружений. В связи с этим необходимо проведение инженерно-геологических изысканий. В статье рассматриваются особенности проведения инженерно-геологические изыскания в сложных природных условиях. Изыскания должны дать материалы для составления расчетных схем, прогноза инженерно-геологических процессов, а также данные для составления проекта строительных работ. Главным методом изысканий является детальная инженерно-геологическая разведка.*

***Ключевые слова:** инженерно-геологические изыскания, опытно-фильтрационные исследования, сейсморазведка, гидротехнические сооружения .*

Горные и буровые выработки располагают на местах строительства плотин, водосбросов, зданий ГЭС, шлюзов, подводящих, отводящих и деривационных каналов, противофильтрационных завес, дренажа, дамб и др. Выработки размещают по расчетным сечениям, по осям и контурам сооружения. Глубина выработок определяется сферой взаимодействия. По сравнению с изысканиями для проекта большее значение приобретает проходка шурфов, штолен, выработок нестандартного сечения для проведения опытных (опытно-строительных) работ, скважин большого диаметра. На местах размещения фундаментов ответственных сооружений проводят опытные нагрузки на штампы (на сваи), опытные сдвиги целиков, обрушения (выпираания, раздавливание) призм. На площадке размещения сооружения проводят до пяти испытаний.

В процессе инженерно-геологического опробования по расчетным сечениям каждой зоны сферы взаимодействия сооружения получают данные для уточнения положения границ инженерно-геологических элементов и установления показателей их свойств, которые используются в расчетах процессов. Объем опробования должен быть достаточным для проведения статистических расчетов (оценка законов распределения, проверка статистической однородности геологических тел по показателям, используемым в расчетах, оценка средних значений и мер их рассеяния). Значения показателей свойств грунтов, используемых при расчетах оснований, получают в лабораторных условиях в ходе модельных испытаний. Условия и режим их проведения должны отвечать основным этапам развития и функционирования сферы взаимодействия (например, периодам нагрузки пород основания, начала уплотнения пород основания под нагрузкой от сооружения, относительной консолидации грунтов основания, наполнения водохранилища до НПУ).

Геофизические работы выполняют с целью уточнения отдельных вопросов, связанных с прогнозом инженерно-геологических и гидрогеологических процессов. Опытнo-фильтрaционные работы проводят с целью получения информации, необходимой для уточнения проектных решений в отношении: плотности и глубины противofильтративных завес, водоотлива из строительных котлованов, тоннелей, глубинного водопонижения, расчета дренажей. Гидрогеологические работы продолжают изучение режима подземных вод, начатое при изысканиях для проекта. Для этого расширяют сеть наблюдательных скважин, располагаемых по расчетным сечениям, внутри контуров зон изменения гидродинамического режима подземных вод. В скважинах проводят также опытнo-фильтрaционные исследования.

Изыскание для обоснования РД обычно включает моделирование гидрогеологических и инженерно-геологических процессов. Для моделирования напряженного состояния пород, вскрытых выемками и находящихся под нагрузкой от сооружения, применяют поляризационно-оптический метод, метод эквивалентных материалов и др. Поле напряжений в естественных склонах и откосах выемок получают также методом конечных элементов. Для получения моделей полей геологических параметров используют методы ортогональных полиномов, сплайн-интерполяции, МАКФ, самоорганизации. Модели реализуют на ЭВМ. Для гидрогеологического моделирования применяют различные математические методы. Моделирование процессов выполняют по специальной программе.

На стадии РД ответственных сооружений проводят опытнo-строительные работы: строительство опытнo-котлованов, участков противofильтративных завес, опытнoе водопонижение, строительство опытнo-участков трасс деривации, частей земляных сооружений (отработка технологии намыва или отсыпки грунтов). В ходе этих работ ведутся инженерно-геологические наблюдения по контрольной сети (реперы, пьезометры, датчики порового давления и другие устройства). Цель наблюдений — проверка эффективности строительных работ и получение данных для уточнения инженерно-геологических прогнозов.

При планировании, проектировании, строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений в сложных природных условиях существенно усложняется и методика инженерно-геологических изысканий.

В районах распространения многолетнемерзлых пород особенности инженерно-геологических изысканий обусловлены изменением теплового режима на большой территории; необходимостью выявления форм залегания, границ, мощности многолетнемерзлых пород и изучения характера состава, строения, температурного режима, криогенной текстуры, физико-механических и теплофизических свойств пород и их изменения при оттаивании. В дополнение к обычным исследованиям проводят геокриологическую съемку, в ходе которой выявляют закономерности распространения мерзлых и талых пород и их свойства, связь с ландшафтными индикаторами, геокриологические процессы (термокарст, солифлюкцию, бугры пучения и др.).

В состав инженерно-геокриологических изысканий включают геофизические работы: термометрию (определение мощности и температурного режима мерзлых пород); электроразведку (определение глубины сезонного промерзания — протаивания, выделение участков с различной льдистостью). В процессе изысканий проводят наблюдения за режимом температуры на специально оборудованных стационарных площадках (этап IIа). Ведут лабораторные исследования мерзлых пород (определение теплопроводности, теплоемкости, льдистости, суммарной весовой влажности, осадков при оттаивании, прочностных свойств грунтов в мерзлом и талом состоянии). Ряд перечисленных показателей определяют и полевыми методами (теплопроводность, теплоемкость, осадка при оттаивании). Для оценки проницаемости используют метод нагнетания воздуха.

В районах развития карста методика инженерно-геологических исследований подчинена рабочей гипотезе о карстовом процессе (возраст, распространение, условия, причины, скорость развития, стадия). Задачами изыскания следует считать: выявление связи процесса с геологическим строением, составом и свойствами пород, с геоморфологическими условиями, с трещиноватостью (в том числе с трещинами разгрузки и бортового отпора) и тектонической нарушенностью; выявление гидродинамических и гидрохимических закономерностей, определяющих режим, скорость и интенсивность карстового процесса.

На этапе I изысканий (для обоснования схемы) в процессе инженерно-геологической съемки и геофизических работ должны быть изучены общие закономерности, которым подчинено развитие карстового процесса в долине реки. При изысканиях для обоснования проекта (этап IIa) оценивают проявления процесса и его интенсивность. По данным изысканий составляют схему развития процесса. На основе схемы решают вопрос об уходе от области развития карстового процесса или о размещении сооружений в пределах этой области. В случае последнего решения при изысканиях на этапах IIб и III ведут специальные исследования с целью:

- 1) оценки пространственной структуры проявлений карста;
- 2) определения водопроницаемости закарстованных пород в горизонтальном и вертикальном направлениях (метод трехзонных кустовых откачек из скважин большого диаметра);
- 3) оценки степени закольматированности пород в пределах русловой части долины и на ее склонах;
- 4) определения суффозионной устойчивости рыхлого заполнителя пустот и трещин методом нагнетания в одиночные скважины с последовательным увеличением напора или методом опробования двух скважин (нагнетание в одну скважину и откачка из другой с отбором проб воды и анализом условий и времени появления заполнителя);
- 5) определения прочности и сжимаемости закарстованных пород полевыми методами (штампы, прессиометрия).

В районах со сложной тектоникой инженерно-геологические изыскания опираются на гипотезу о структурно-тектоническом строении и истории тектонического развития района размещения гидроузла. Гипотеза включает схему тектонического строения, которую непрерывно уточняют и детализируют в процессе изысканий. Их основная задача состоит в: выявлении тектонического строения территории; установлении пространственной изменчивости и анизотропности свойств пород, связанных с элементами тектоники (сбросами, надвигами, складками, трещиноватостью); реконструкции процессов формирования пространственной изменчивости свойств пород и их трещиноватости, обусловленной наложением на процессы прогрессивного литогенеза тектонических процессов и процессов регрессивной фазы (разгрузки и выветривания). «Равнодействующая» этих процессов определяет сохранность пород в бортах и дне долины и их свойства.

Для решения перечисленных задач в состав инженерно-геологической съемки включают сейсморазведку, разведку ультразвуковым методом, структурно-петрологические исследования, горные и буровые работы (штольни, шахты, канавы, расщечки, скважины большого диаметра). В процессе съемки большое внимание уделяют изучению трещиноватости пород.

В результате исследования должны быть получены модели полей трещиноватости, круговые диаграммы и другие отчетные материалы, количественно характеризующие пространственную изменчивость трещиноватости, системы трещин и их генетические типы.

Для выявления сейсмической устойчивости территории в состав работ нередко включают сейсмическое районирование общего типа, сейсмическое микрорайонирование, наблюдения за

современными тектоническими движениями по разломам. Показатели свойств, в особенности прочности и сжимаемости, получают полевыми методами (нагрузки на штамп, сдвиги штампов, сдвиги бетонных массивов и блоков пород, определение характеристик упругого отпора в выработках, прессиометрия). Данные полевых определений (коллективные свойства) используют для корректировки результатов лабораторных работ. Большое внимание уделяется опытно-фильтрационным исследованиям трещиноватых пород, зон трещиноватости и тектонического дробления.

### **Литература**

1. СТО РусГидро 01.01.133-2015 Гидроэнергетическое строительство. Москва 2015 г.
2. ТОО «Казгидро» Гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания для левобережного примыкания плотины Бестюбинского водохранилища, Алматы 2017 г.

**Ж.А.Аканова, Э.М.Кульдеева**

**Күрделі табиғи жағдайда гидравликалық құрылыстар үшін инженерлік-геологиялық зерттеулерді өткізу ерекшеліктері**

**Аннотация.** Жаңа құрылыстар салу және бұрынғыларын қалпына келтіру кезінде ғимараттар мен гидротехникалық құрылыстардың кейінгі деформациясын болдырмау үшін көбінесе топырақтың орналасу жағдайларын анықтау қажет болады. Осыған байланысты инженерлік-геологиялық іздестіру жұмыстарын жүргізу қажет. Мақалада күрделі табиғи жағдайларда геотехникалық түсірістер жүргізу ерекшеліктері қарастырылған. Зерттеулер жобалау схемаларын құруға, инженерлік-геологиялық процестерді болжауға арналған материалдармен, сондай-ақ құрылыс жұмыстарының жобасын жасауға арналған мәліметтермен қамтамасыз етілуі керек. Негізгі зерттеу әдісі - егжей-тегжейлі инженерлік-геологиялық барлау болып табылады.

**Түйін сөздер:** инженерлік-геологиялық іздеулер, эксперименттік сүзу жұмыстары, сейсмикалық барлау, гидротехникалық құрылыстар.

**Zh.A.Akanova, E.M.Kuldeeva**

**Features of conducting engineering and geological surveys for hydraulic structures in hard natural conditions**

**Abstract.** During the construction of new structures and the reconstruction of existing ones, it often becomes necessary to determine the conditions in which the soil is located in order to prevent subsequent deformation of buildings and hydraulic structures. In this regard, it is necessary to conduct engineering and geological surveys. The article discusses the features of carrying out engineering-geological surveys in difficult natural conditions. The research should provide materials for drawing up design schemes, forecasting engineering-geological processes, as well as data for drawing up a project of construction work. The main survey method is detailed engineering and geological exploration.

**Keywords:** engineering and geological surveys, experimental filtration studies, seismic exploration, hydraulic structures.

УДК 55-556

**Е. А. Асетова**

*Ғылыми жетекші – Завалей Вячеслав Алексеевич, профессор, геология және минералогия ғылымдарының кандидаты  
Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан  
[assetova.99@gmail.com](mailto:assetova.99@gmail.com)*

## **ПОКРОВСКИЙ КЕНОРНЫНЫҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЛАРЫН ЗЕРТТЕУ**

**Андатпа.** Алматы облысының Іле ауданында орналасқан Покровский жер асты сулары кен орнының гидрогеологиялық шарттары мен ерекшеліктері көрсетілген. Геологиялық тұрғыдан облыс аумағына төрттік және плиоцендік шөгінділердің қалың қабаты тән.

Жүргізілген жұмыстың мақсаты - осы кен орны үшін жер асты суларының пайдалану қорларын қайта бағалау, сондай-ақ оларды болашақта тұрмыстық және ауыз сумен

*қамтамасыз ету үшін пайдалану мақсатында жерасты суларының бұрын бекітілген пайдалану қорларын растау қажеттілігі.*

**Түйін сөздер:** *Покровский кенорны, жер асты сулары, гидрогеологиялық жағдайлар, сапаны бағалау, қорларды есептеу.*

Әкімшілік жағынан жұмыс аймағы Алматы облысының Іле ауданының құрамына кіреді. Өтеген батыр ауылы – облыстың ірі өндірістік және мәдени орталығы болып есептеледі. Кенттің халқы 20 мыңға жуық адамды құрайды.

Покровский кенорнының жер асты сулары Алматы мемлекеттік электр станциясын, Энергетический, Покровка, Дмитриевка, Байсерке және де басқа елді мекендер мен өндірістік кәсіпорындарды сумен жабдықтауға арнаған.

Үлкен тау аралық ойпатта орналасқан бұл аймақ біздің еліміздің оңтүстік-шығысындағы тау аралық ойпаттарға тән жер үсті құрылымның барлық ерекшеліктерімен сипатталады. Оңтүстікте Іле Алатауының жотасы солтүстік сілемдерімен аудан шекарасына шығады. Жекелеген тау жоталарының шындары өткір, күрт өрнектелген, айқын пішіндерге ие және қар мен ұсақ шайырлы мұздықтармен жабылған. Абсолюттік белгілері 4000-5000 м-ге дейін жетеді. Беткейлері тік, өзендердің терең шатқалдарымен сипатталған. Салыстырмалы артық мөлшері 500-700 м және одан да көп.

Покровский жер асты суларының кенорны кең Іле тауаралық депрессияның орталық бөлігінде орналасқан және геологиялық-құрылымдық жағынан төрттік дәуірдің қалың қабатында және Іле синклинийінің шегінде шоғырланған палеозой шөгінділерінің максималды шөгу аймағы болып табылатын Алматы ойпатының солтүстік бөлігіндегі плиоцен шөгінділерінің жоғарғы бөлігінде орналасқан.

Кен орнының геологиялық құрылымына палеозойдан бастап қазіргі заманға дейінгі түзілімдер кіреді. Кен орны аланындағы палеозой жыныстары 8-Т ұңғымасымен 2080 м тереңдікте ашылады, геофизикалық зерттеулер деректері бойынша 1200 м-ден 2500 м-ге дейін және одан да көп тереңдікте жатыр. Қатпарлы іргетасының беткі жағы біркелкі тегіс емес, ол әртүрлі ауытқулар мен көптеген көтерілулермен қиындатылған. Олардың пайда болуы соңғы тектоникалық қозғалыстарға байланысты.

Қатты іргетастың жыныстарында литологиялық құрылымының ерекшеліктеріне сәйкес екі бөлікке бөлуге болатын жұмсақ әрі борпылдақ шөгінділерінің қалың, қуатты қабаты жатыр: палеоген мен неоген түзілімдерінен ұсынылған төменгі құмтасты-топырақты қабат; жоғарғысы төрттік дәуірінің шөгінділерінен, негізінен, аллювиалды-пролювиалдық генезисінен құралған басым сынықты қабат.

Гидрогеологиялық аудандастыру бойынша Покровский жер асты суларының кен орны орталық бөлігінде орналасқан артезиан бассейндерінің Іле жүйесінің бір бөлігі болып табылады. Іле ойпатының қалыптасу ерекшеліктері жер асты суларының едәуір қорын жинақтау үшін қолайлы жағдай жасайды.

Қарастырылып отырған жер асты суларының кенорны орта төрттік, төменгі төрттік және плиоцендік шөгінділермен шектелген.

Покровский жер асты суларының кенорны – бұл қысымды және де қысымсыз жер асты суларын дамытумен және зерттеумен, тау жыныстарының сүзілу қасиеттерінің өзгеруімен және жоспар мен қимадағы жер асты суларының сапасымен, сыну аймағының және су алғыштардың болуымен, сондай-ақ жер асты суларының ластану ошақтарының болуымен сипатталатын күрделі гидродинамикалық жүйе.

Жер асты суларының негізгі қорлары барлық қоректендіру көздерінің 60%-ға жуығын құрайтын шығару конустарының ауданына аумақтық сәйкес келетін сіңіру аймағы деп аталатын

жер үсті ағынының сүзілуі есебінен қалыптасады. Покровский кенорнының қалыптасуы Алматы және Талғар жер асты сулары кен орындарының қорек көзі жағдайымен тығыз байланысты.

1990-1993 жылдары аралығында Алматы гидрогеологиялық экспедициясы жүргізген егжей-тегжейлі барлау процесінде Покровский кенорнының жер асты суларының қорына түбегейлі қайта бағалау жұмыстары жүргізілген болатын [1].

Қазақстан Республикасы Геология және жер қойнауын қорғау министрлігінің 28.09.1993 ж. №4 пайдалы қазбалар қорлары жөніндегі орталық комиссиясына сәйкес «А» санаты бойынша пайдалану қорлары тәулігіне 690 мың м<sup>3</sup> құрады, ал «В» санаты – тәулігіне 640 мың м<sup>3</sup> құраса, «С1» санаты тәулігіне 420 мың м<sup>3</sup> құрайды.

Геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларының күрделілігі бойынша Покровский жер асты суларының кенорны II топқа жатады.

Покровский жер асты сулары кенорнын пайдаланудың 30 жылдық кезеңінде гидростатикалық қысым 50-300 м аралықтағы барлық пайдаланатын сулы горизонттарда, сондай-ақ төменгі горизонттарда да төмендеді, мұны тәжірибелік жұмыстарды жүргізу процесінде өлшеулер көрсеткен (1 кесте).

Кесте 1 – Режимді бақылау нәтижелері

№№ ұңғыма	Тереңдік, м	Сүзгіні орнату аралығы, м бастап және дейін	1960-1962 жылдар кезеңіндегі деңгей	1990-1992 жылдар кезеңіндегі деңгей	Деңгейдің өзгеруі, м
305	8	7, 3-8,0	2,80	2,55	+0,25
499	30	19,5-24	2,30 (1971г.)	1,75	+0,55
500	60	45-50	0,72 (1971г.)	+0,98	+1,7
254	178	166,4-177,8	+32,6	6,8	39,4
260	212	169-190	+39,3	10,8	50,1
203	239	239-240	+46,0	9,6	55,6
6255	350	232-332	+54,0	+7,6	46,4
6256	500	359-481	+73,0	+ 14,8	58,2
6257	700	528-684	+ 105,0	+21,55	83,5

Пайдаланылған сулы горизонттардағы кестеден көріп отырғанымыздай, жұмыс басталғаннан бері деңгейлер 39,4-55,6 м-ге төмендеді, төменгі горизонттардағы төмендеудің есептелген мәндері 46,4-83,5 м-ге төмендеген.

Сонымен қатар жер асты суларының деңгейі көтерілгені де бақыланып отыр – 1,7 м-ге дейін (ұңғыма 500).

Күнделікті бақылаулардың мәліметтері бойынша 0-130 м аралығында пайдаланылмаған сулы қабаттарды шығарған ұңғымалардағы қысымның төмендеуі де байқалады. Су алу шамасы тұрақтанғанына қарамастан, 1981-1988 жылдары жер асты сулары деңгейінің одан әрі төмендеуі орын алды, бұл шығару конустарындағы қысымды суларды қоректендіру саласында су алу «Қарасу» өзендері ағынының көлеміне жақын болғандығымен түсіндіріледі. Осы кезеңде тау бөктеріндегі конустардың қысымсыз сулы горизонттарда және қысымды сулы горизонттарда бірыңғай депрессияның пайда болуына әкелді.

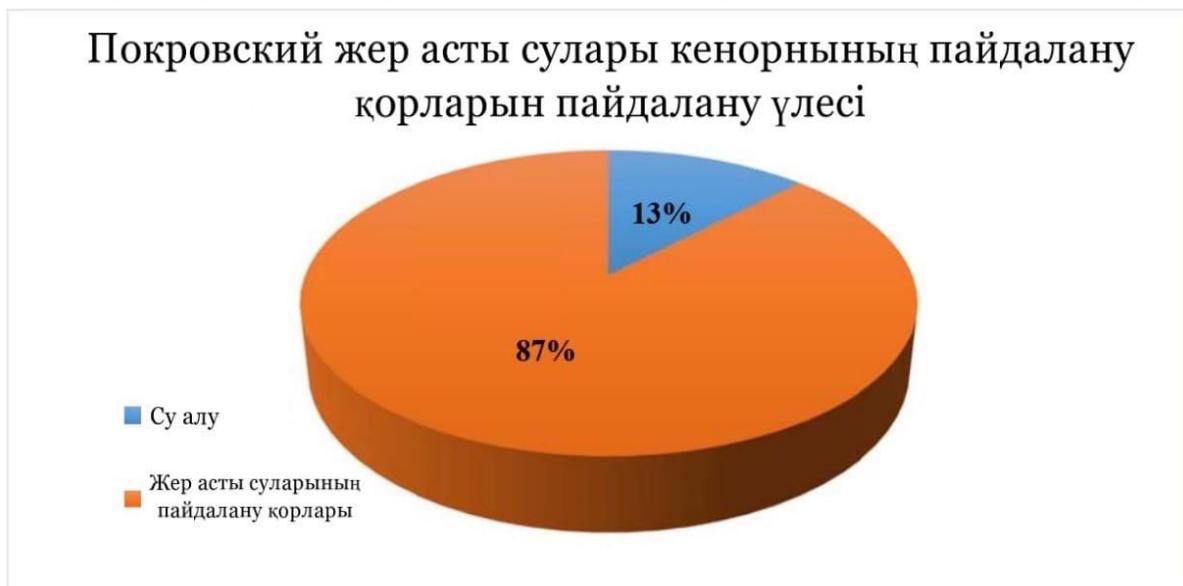
МАЭС (ЖЭО-3) су тартуының және басқа да идаралық ұңғымалардың әрекетінен басқа, Покровка кен орнының арынды суларының төмендеу шамасына Алматы және Талғар сияқты ірі су тартулардағы көп жылдық су іріктеуі үлкен әсер етті.

1970-1991 жылдар кезеңінде Покровский жер асты сулары кенорнындағы қысымның едәуір төмендеуі қимадағы гидродинамикалық аймақтың түбегейлі қайта құрылуына әкелді.

1993-2000 жылдар аралығында Покровский кенорнынан жер асты суларын жиынтық іріктеу біртіндеп азаяды және 2000 жылға (шамамен) – 240-245 л/с құрайды.

2000-2005 жылдар кезеңі 255-287 л/с шегінде су алуды тұрақтандырумен сипатталса, 2006-2007 жылдар су алуды тәулігіне 14 512 м<sup>3</sup> дейін қысқартумен сипатталады.

2008-2014 жылдар кезеңінде тәулігіне 18 260-21 690 м<sup>3</sup> шегінде су алудың тұрақтануы байқалады, бұл Покровский кенорнының бекітілген қорларының 13%-нан аспайды (1 сурет).



Сурет 1 – Покровский жер асты сулары кенорнының пайдалану қорларын пайдалану үлесі

Кен орны пайдаланылғанға дейін жер асты сулары қозғалысының солтүстік-батыс бағыты басымырақ болды. Пайдалану процесінде оңтүстік-батыс және солтүстік-шығыс бағыттарда, барынша су алу нүктелеріне жер асты суларының тартылуына байланысты жер асты сулары ағынының бағдарлануының өзгеруі және оның деформациясы болғаны анық көрінеді.

Осылайша, кен орнындағы ең көп су іріктеуге 1992 жылы қол жеткізілді және тәулігіне 56 250 м<sup>3</sup> құрады. Пайдаланылатын горизонттардағы жер асты суларының деңгейі 39,4-55,6 м-ге төмендеді.

Қазіргі уақытта Алматы, Талғар және Покровка кен орындары өнімділігінің қысқаруына байланысты ауданда деңгейлік бетті қалпына келтіру үрдісі байқалады.

Кен орнының жер асты суларының сапасы бойынша Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрінің 2015 жылғы 16 наурыздағы №209 бұйрығымен су көздеріне, шаруашылық-ауыз су мақсаттары үшін су жинау орындарына, шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауға және суды мәдени-тұрмыстық пайдалану орындарына және су объектілерінің қауіпсіздігіне қойылатын санитариялық-эпидемиологиялық талаптарға сәйкес келеді деп бекітілген болатын. Алайда жер асты суларының ластануының үлкен аудандары байқалды (0-25 м аралықта) және жергілікті – төмен қысымды сулар (25-130 м аралықта) [2, 3].

Жер асты суларының сапасына, сондай-ақ бұрын осында орналасқан Өтеген Батыр кенті мен "Жетісу" аяқ киім фабрикасының қолданыстағы сүзу алаңдарының әсері тигізілген болатын.

Жүргізілген гидрогеологиялық зерттеулер негізінде Покровский кенорнының жер асты суларының пайдаланылатын қорларын гидродинамикалық әдісімен қайта бағалау жүргізілетін болады.

**Әдебиет**

1. Джазылбеков Н.А. Покровское месторождение подземных вод в предгорной равнине Зайлииского Алатау (отчет о результатах детальной разведки подземных вод с целью переоценки эксплуатационных запасов Покровского месторождения для водоснабжения Алма-Атинской ГРЭС и пгт. Энергетический по состоянию на 01.10.1992 г.). 1993 г. – с 353.

2. Информационный отчет о результатах мониторинга подземных вод на участке водозабора ТЭЦ-3 АО «АлЭС» Покровского месторождения в Илийском районе Алматинской области за 2014 г. Сотников Е.В., Ибраимов В.М. – Алматы, 2014. – с. 146.

3. Информационный отчет о результатах мониторинга подземных вод на участке водозабора ТЭЦ-3 АО «АлЭС» Покровского месторождения в Илийском районе Алматинской области за 2016 г. Сотников Е.В., Ибраимов В.М. – Алматы, 2014. – с. 94.

**Y. A. Assetova, V. A. Zavaley**

#### **Study of hydrogeological conditions of the deposit Pokrovskiy**

**Abstract.** The hydrogeological conditions and features of the Pokrovskiy groundwater deposit located in the Ili district of the Almaty region are presented. Geologically, the territory of the region is characterized by a thick stratum of Quaternary and Pliocene deposits.

The purpose of the work carried out is to re-evaluate the operational reserves of groundwater for this field, as well as the need to confirm the previously approved operational reserves of groundwater in order to use them in the future for domestic and drinking water supply.

**Keywords:** Pokrovskiy deposit, underground waters, hydrogeological conditions, quality control, reserves calculation.

**Е. А. Асетова, В. А. Завалей**

#### **Изучение гидрогеологических условий Покровского месторождения**

**Аннотация.** Представлены гидрогеологические условия и особенности Покровского месторождения подземных вод, расположенного в Илийском районе Алматинской области. Территория района в геолого-структурном отношении характеризуется мощной толщей четвертичных и плиоценовых отложений.

Целью проведенных работ является переоценка эксплуатационных запасов подземных вод по данному месторождению, а также необходимость подтверждения утвержденных ранее эксплуатационных запасов подземных вод с целью их использования в дальнейшем для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

**Ключевые слова:** Покровское месторождение, подземные воды, гидрогеологические условия, оценка качества, подсчет запасов.

УДК 556.3

**Әлменов А.А, Садыкова А.К.**

*Научный руководитель- Кулдеева Эддыра Макпалбаевна*

*PhD, лектор кафедры геологии нефти и газа*

*Институт геологии и нефтегазового дела им. К. Турысова, г. Алматы*

[azamat.0362@inbox.ru](mailto:azamat.0362@inbox.ru)

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВО- РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ (АКЖАЙКСКИЙ РАЙОН – БИТИК, ЗЕЛЕНОВСКИЙ РАЙОН – ЩАПОВО, ТАСКАЛИНСКИЙ РАЙОН – КАЛМАКШАБЫН)**

**Аннотация.** Проведение работ по переоценке ресурсов подземных вод Серебряковского месторождения с целью обеспечения водой Зеленовского района Западно – Казахстанской области.

**Ключевые слова:** месторождение Серебряковское, эксплуатационные скважины, изменчивый режим, Серебряковское, аллювиальные отложения.

Серебряковское месторождение в административном отношении расположено в Зеленовском районе Западно-Казахстанской области, на правом берегу долины реки Урал между населенными пунктами Щапово и Большой Чаган, в 30 км к юго-западу от г. Уральск. Каменный водозабор построен по проекту во «Союзводпроект» в 1978-1982 г.г. (первая очередь) и 1990-1996 г.г. (вторая очередь, и на настоящий момент состоит из 10 основных и 4 резервных эксплуатационных скважин, глубиной 25-33 м, оборудованных фильтровыми колоннами диаметром 273-324 мм. Тип фильтров: каркасно-стержневая и целевая перфорация, с гравийной обсыпкой. В скважинах установлены центробежные погружные насосы ЭЦВ 8-40-60, 120 и ЭЦВ 10-63-65. Производительность Водозабора характеризуется изменчивым режимом, как в многолетнем ряду, так и в разрезе года. В 1983-1993 годы среднегодовой водоотбор был максимальным и составлял в среднем 14 тыс.м<sup>3</sup>/сутки, на период 2000-2005 г.г. соответствует величине порядка 3,5 тыс.м<sup>3</sup>/сутки и в настоящее время не превышает 1,5 тыс.м<sup>3</sup>/сутки.

При среднегодовом водоотборе порядка 14 тыс.м<sup>3</sup>/сутки, понижение уровня в эксплуатационных скважинах достигло в межень 8-15 м, при максимальном его значении в южной части водозабора.

В целом, фактические и проектные (на основании результатов разведки 1973-74 г.г.) эксплуатационные параметры водозабора характеризуются как достаточно адекватные, что позволяет констатировать об обоснованности величины линейного модуля эксплуатационных составляющих порядка 85 л/с. км.

Продуктивный горизонт, мощностью на участке водозабора от 16 м до 24 м, приурочен к аллювиальным отложениям средне-верхнечетвертичного возраста, представленным песками и песчано-гравийно-галечниковыми образованиями.

#### **Средне-верхнечетвертичные аллювиальные отложения (аQII-III)**

Аллювиальные отложения слагают первую, вторую, третью надпойменные террасы долин рек Урал и Деркул и залегают несогласно на акагыльских и более древних отложениях. Средне-верхнечетвертичные осадки представлены гравийно-галечником и песчано-гравийными отложениями, состоят кварцевых полевошпатовых зерен различной окатанности, мощностью от 4 до 32 м, в верхней части разреза которых залегают разнозернистые пески желтовато-серого цвета.

В кровле песчаных и песчано-гравийных отложений залегают глины и суглинки от светло-коричневого до серого цвета, мощностью от 5 до 25 м, которые в центральной части долины рек иногда отсутствуют. Общая мощность средне-верхнечетвертичных отложений достигает 35 м.

Гидрогеологические и гидрохимические условия Серебряковского месторождения и участка Каменского водозабора правомерно отнесены к 1 группе сложности.

#### **Основные результаты разведочных работ**

Целевым заданием Уральской ГЭ было проведение детальной разведки с целью оценки эксплуатационных запасов подземных пригодных для хозяйственно-питьевого водоснабжения, по категориям А-В в количестве 35 тыс.м<sup>3</sup> в сутки (405 дм<sup>3</sup>/с) (30). Местоположение участка детальной разведки правобережье долины

р Урал, между пос Серебряково и Большой Чаган - было выбрано по результатам поисково-разведочных работ для водоснабжения районного центра пос. Переметное. выполненных в 1970-1971 гг. (25).

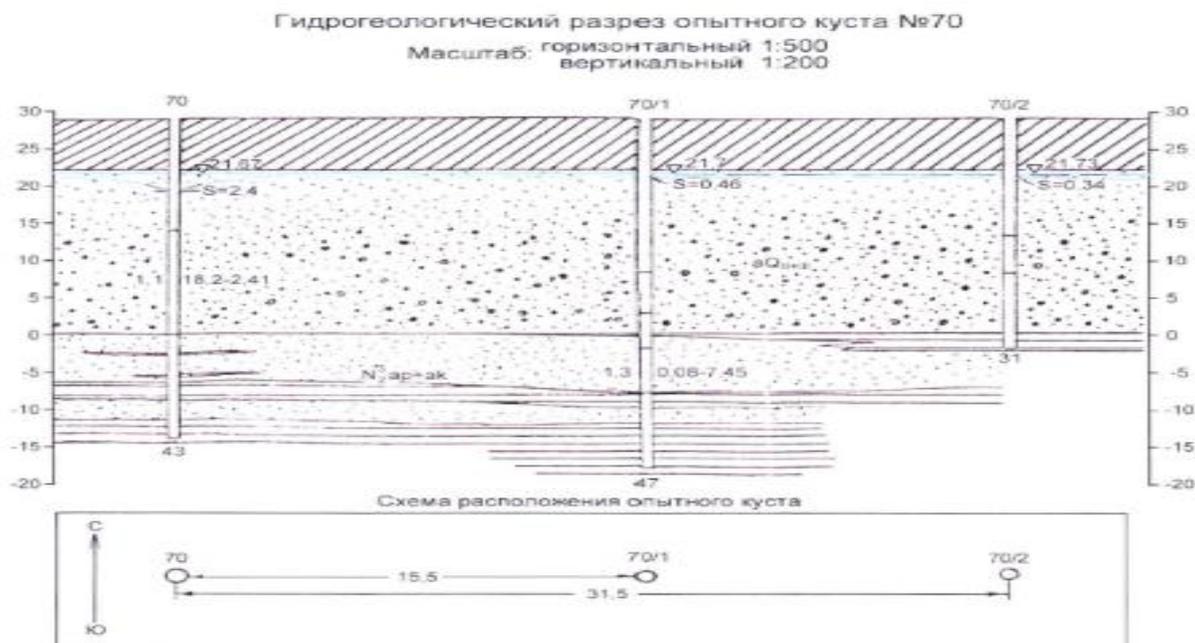
Объектом разведки был водоносный горизонт средне-верхнечетвертичных отложений, слагающих первую надпойменную террасу и повсеместно развитых под поймой. Водоносными породами являются разнозернистые пески с гравием и галькой, мощность которых на участке детальной разведки изменяется от 16 до 23.5 м, составляя в среднем 19.2 м

Основные вопросы методики работ являются:

- Детальная разведка выполнялась применительно к схеме водозабора тинейный ряд, вытянутый вдоль уступан первой надпойменной террасы, на участке дегшней разведки в линейном ряду, для изучения водоносного горизонта средне-верхнеэвертичных отложений. проведено бурение и опробованне 6 одиночных разведочных скважин и 2 опытных кустов 70 79 (Рис.6.1;6.2). состоящих каждый из трех скважин: одной возмущающей и двух наблюдательных. В середине ряда пройдена одна скважина для изучения водоносного комплекса верхнетертичных отложений и его взаимосвязи с объектам развее кн.

- Одни опытный куст 74 (Рис.6.3.). предназначенный для определения взаимосвязи с поверхностными водами и состоящий из одной возмущающей и двух наблюдательных скважин был заложен на правом берегу протоки Кушум-канал, в 3.5км от середины линейного ряда. Разрез долины в сторону коренного склона был изучен на предыдущей стадии работ.

Рис. 6,1



Гидрогеологический разрез опытного куста №79

Масштаб: горизонтальный 1:500  
вертикальный 1:200

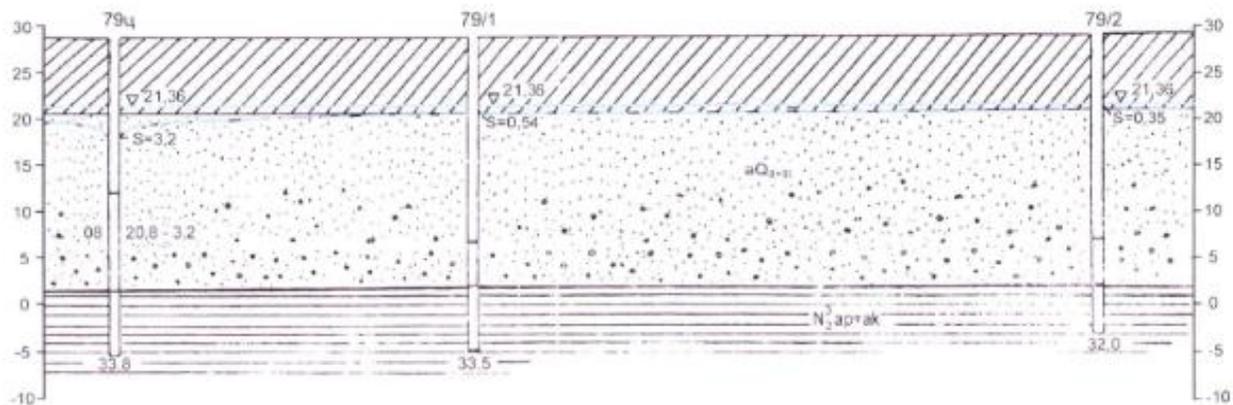


Схема расположения опытного куста

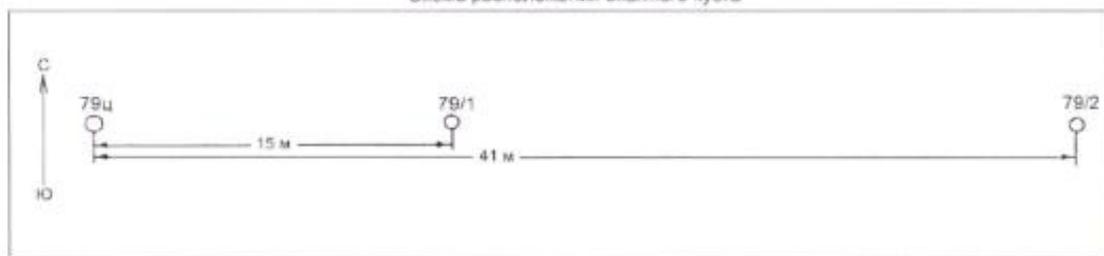


Рис. 6,2

Гидрогеологический разрез опытного куста №74

Масштаб: горизонтальный 1:500  
вертикальный 1:200

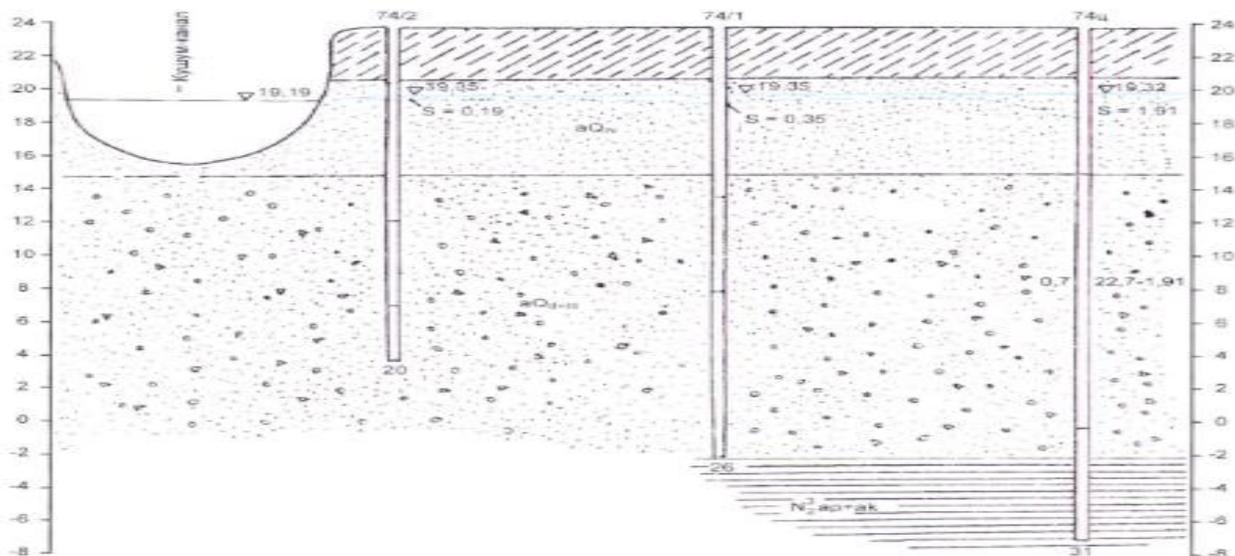
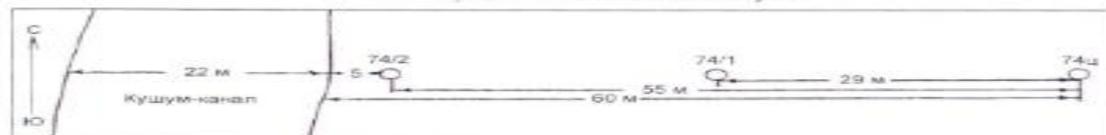


Схема расположения опытного куста



### Рис. 6,3

Характеристика качества поверхностных и подземных вод, в целом эколого-гидрогеологических условий месторождения и участка Каменского водозабора, освещены и отчете удовлетворительно.

Характеристика химического состава и качества каптируемых од непосредственно Каменского водозабора основывается, главным образом, на результатах мониторинговых исследований 2003-2006 годы, сопоставлении с имеющейся информацией по лабораторным анализам периода разведки 1973 1974 гг.

По результатам лабораторных анализов, проведенных в различные годы, можно констатировать, что качественный состав подземных вод на участке действующего водозабора не претерпел существенных негативных изменений и по всем нормируемым показателям соответствует хозяйственно питьевому назначению. В соответствии с проведенными обследованиями территория водозабора характеризуется как удовлетворительная в санитарно-эпидемиологическом отношении.

Подземные воды по химическому составу идентичны речным водам — гидрокарбонатно-хлоридные и хлоридно-гидрокарбонатные со смешанным катионным составом. Сухой остаток по сезонам года и по различным скважинам варьирует от 600 мг/л до 1200 мг/л, общая жесткость воды 6-12 мг-экв/л. pH 7-9.

Смешанные воды в резервуаре на станции второго подъема имеют сухой остаток 800-1000 мг/л, общая жесткость 7-10 мг-экв/л, вредные вещества и токсичные компоненты отсутствуют. Органолептические обобщенные показатели соответствуют требованиям к качеству централизованных систем питьевого водоснабжения.

В целом на участке водозабора подземные воды, по основным нормируемым показателям, отвечают требованиям действующих СанПиН ГОСТ «Вода питьевая».

#### Литература

1. Водные ресурсы РК. Алма-Ата, 2003.
2. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая»
3. Отчет о результатах гидрогеологических исследований по переоценке эксплуатационных запасов подземных вод Серебряковского месторождения в Западно- Казахстанской области с подсчетом запасов по состоянию на 01.07.2006г. выполненных в 2003- 2006г. г.г. по Контракту №626 от 12.12 2000 года в 3-х книгах.

**Әлменов А.А. Садықова А.К.**

**Батыс Қазақстан облысында іздеу – барлау жұмыстарының ерекшеліктері (Ақжайық ауданы – Бітік, Зеленов ауданы – Шапово, Таскала ауданы - Қалмақшабын)**

**Аңдатпа.** Батыс Қазақстан Облысының Зеленов ауданын сумен қамтамасыз ету мақсатында Серебряков кен орнының жерасты суларын пайдалану қорларын қайтадан бағалау бойынша жұмыстарын жүргізу.

**Түйін сөздер:** «Серебряков» кен орны, эксплуатациялық ұңғымалар, ауыспалы режим, аллювиальді шөгінділер, Серебряков.

**Almenov A.A. Sadykova A.K.**

**Features of exploration work in the West Kazakhstan region (Akzhaik district – Bitik, Zelenov district – Shchapovo. Taskala district - Kalmykia)**

**Abstract.** Carrying out work on re- evaluation of groundwater resources of the Serebryakov field in order to provide water to Zelenov district of West Kazakhstan region.

**Keywords:** Serebryakov field, production wells, variable mode, alluvial deposits, Serebryakov.

**Әкебек Диана Ғазизқызы**

*Ғылыми жетекші – Кульдеева Эльмира Макпалбаевна, мұнай және газ геологиясы кафедрасының*

*Ph.D. докторы, лектор.*

*Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан*

[akebekd@bk.ru](mailto:akebekd@bk.ru)

## **АҚМОЛА ОБЛЫСЫ ГОРЬКОЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ ОРТАЛЫҒЫН АУЫЗ СУМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ ҮШІН ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫН АЛДЫН АЛА БАРЛАУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ**

***Аңдатпа.** Жүргізілген жұмыстың мақсаты – Солтүстік Қазақстан облысы, Тайыншы ауданы, Горькое ауылын шаруашылық-ауыз сумен қамтамасыз ету үшін, жер асты суларының сапасы мен пайдалану қорларын бағалау, су ғимаратын жобалау мен салу үшін бастапқы деректерді алу, жерасты суларының қорына қайта барлау жұмыстарын жүргізу мақсатында толық барлау жұмыстарын жүргізу болып табылады.*

***Түйін сөздер:** шаруашылық ауыз суы, геологиялық құрылым, жер асты сулары, гидрогеологиялық жағдайлар, жерасты су қорларын бағалау, гидрогеологиялық параметрлер.*

Әкімшілік жағынан жер асты суларын іздеу және барлау учаскелері Солтүстік Қазақстан облысының аумағында орналасқан. Су қоры бойынша Қазақстан Республикасының аумағын қабылданған аудандастыруға сәйкес жұмыс ауданы Есіл су шаруашылығы бассейніне орайластырылған. Горькое ауылы Тайыншы аудан орталығынан 20 шақырым жерде және Көкшетау қаласынан 56 шақырым жерде орналасқан. Халық саны ауылда-546 адам. Аудан бойынша-45 мың адам, ауданда негізінен қазақтар, орыстар және украиндер тұрады. Гидрогеологиялық тұрғыдан жұмыс ауданы Батыс-Сібір және Орталық-Қазақстан өңірлеріне жатады. Климаттың құрғауына және жазық жер бедерінің басым болуына байланысты өзен желісі әлсіз дамыған және негізінен Есіл өзенінен тұрады. Есіл өзені Қарағанды облысындағы Нияз тауларынан бастау алады (Қазақ шағын адырының солтүстік шеті) және Ресей аумағындағы Ертіс өзеніне құяды. Өзен ұзындығы 24 км-ді құрайды, су жинау бедері әртүрлі. Ал оңтүстік - батыста-Ұлутау тауының сілемдері орналасқан. Қарастырылып отырған аумақта 50-ге жуық су қоймасы орналасқан, 11 су қоймасы 10 млн.м<sup>3</sup> астам сыйымдылыққа ие. Гидрометриялық тұрғыдан Есіл өзені және оның ағыны жеткіліксіз зерттелген. Қазақстан шегінде Есіл өзенінің су ағынын Петропавл қаласының 10 гидрометриялық станцияларында (1893 ж. бастап) ұзақ бақыланған. Астана қ. (1932 ж. бастап).

Сипатталған жердің аумағы Көкшетау блогының солтүстік бөлігін алып жатыр. Оның шектерінде: 1) алаңның оңтүстік бөлігінде орналасқан, ең жоғарғы биіктіктегі 400-440 м абсолютті белгілері бар жазықтық; 2) сулы-батпақты алқаптың солтүстік-шығыс беткейінің ұсақ топографиясы; 3) жер асты аймағының солтүстік-шығыс бөлігінде, теңіз деңгейінен 250-280 м биіктікте орналасқан жер асты жазығы анықталуы мүмкін. Сорғай алқабы 20-30 м салыстырмалы биіктігі бар тау беткейі болып саналады. Сорғай жазықтығы, төменгі палеозой жыныстарынан құралған, олар мезозой дәуірінде қалыңдығы 140 градусқа дейін эрозияға ұшыраған. Солтүстік Қазақстан аумағы құрылымдық жағынан бірдей емес, ол Батыс-Сібір платформасының оңтүстік бөлігінен және батыс жағынан Орал баурайы жанасатын Торғай аймағының солтүстік бөлігінен тұратын Қазақстан қатпарлы облысында орналасқан. Қазақстандық қатпарлы облысының беткі жыныстары қатты орналасқан, қатпарланған және көптеген жарықшақты палеозой және ордовик жастағы жыныстармен қалыптасқан. Қазақстандық қатпарлы облысты құрайтын Батыс Сібір платформасы қатты

жыныстармен көрсетілген, солтүстік және шығыс бағыттарда жер бетіне көптеп таралған. Солтүстік Қазақстан аумағы протерозойдың қазіргі жасқа дейінгі шөгінді, магмалы және метаморфты генезис жыныстарымен қалыптасқан. Геологиялық сипаттамалары жағынан төменгі – неоген және палеоген, ордовик шөгінділерімен көрсетілген. Палеоген жүйесінде көбіне саздар және саз аралас құмдар кездеседі. Ордовик жүйесінде нашар жарықшақты алевролит жыныстар көбірек кездеседі. Гидрогеологиялық сипаттамалары жағынан ордовик шөгінділеріндегі сулы горизонттар перспективті болып табылады. Барлық есептеу нәтижелері бойынша Горькое ауыл шаруашылық орталығын ауыз сумен қамту үшін перспективті болып Ордовик (О2-3 ) кезеңінің шөгінділері жататыны анықталды, бұл кезеңнің жыныстары нашар жарықшақты жыныспен көрсетілген. Бұл сулы горизонт қысымсыз болып келеді.

Жұмыс барысында іздеу-барлау ұңғымасы су тұтқыш вулканогенді шөгінді орта-жоғарғы ордовик сулы горизонты өтіп жатыр. Барлық ұңғымалар аэрофотосуреттерді дешифрлеу және маршруттық тексеру барысында анықталған ендік созылу тектоникалық бұзылған аймақтарда салынған. Ұңғыманың тереңдігі 60-70 м. Бұрғылау аяқталғаннан кейін барлық ұңғымаларда геологиялық қиманы бөле отырып, каротаждық зерттеу кешені жүргізілді, қысқартылған химиялық және радиологиялық талдауларға суды іріктей отырып, сынамалы су тарту жүргізілді. Сынамалы су тарту және жүргізілген су талдауларының нәтижелері бойынша шаруашылық-ауыз сумен жабдықтауды ұйымдастыру үшін тұтынушыдан солтүстікке қарай 1,0 км жерде орналасқан №16602 ұңғымасы аса перспективті болып шықты. Гидрогеологиялық параметрлерді анықтау және қорларды бағалау үшін №16602 ұңғымасында 10 тәулік ұзақтығымен тәжірибелік сору жүргізілді, режимдік бақылаудың жылдық циклі және көктемгі су тасқыны мен жаздағы мезгілдік бағалау жүргізілді. Жер аймағы шегінде тұщы суынан тұзға дейін, минералдануы 0,9-2,4 г/дм<sup>3</sup> дамыған. Ұңғымадағы судағы нормаланатын компоненттердің көпшілігінің құрамы, жалпы қаттылық, минералдану, жалпы темір, бром құрамы бойынша нормаларынан асып кетуін қоспағанда, шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау үшін рұқсат етілген мандер шегінде болады. Перспективті сулы горизонт орта-жоғарғы вулканогенді ордовик шөгінділерімен көрсетілген, алевролит жыныстарымен қамтылған. Сулы кешен қысымсыз болып келеді, және жер бетінен үшінші болып жатыр. Перспективті сулы горизонт алевролит жыныстарымен көрсетілгендіктен жыныстардың қаттылығы IV-V болып келеді. Жоғарғы жатқан жыныстар Павлодар тастопшасы және орта-жоғарғы олигоцен шөгінділері болып келеді, жыныстардан құмдар, саздар және саздақтар кездеседі. Бұрғылау санаттары I-II болып келеді.

Алға қойылған міндеттерді шешу үшін алдын ала барлау сатысында қосымша гидрометриялық бақылау, сондай-ақ бұрғылау, тәжірибе, зертханалық, камералдық жұмыстар, режимдік бақылау жұмыстары кіреді. Жерасты су қорын бағалау үшін қажетті алдын ала мынадай есептер: сүзілу коэффициенті, шығын, су беру коэффициенті, деңгейөткізгіштік коэффициенті, радиус және Веригин түзетуі жүргізілді. Су құрамындағы жыныстардың сүзу қасиеттерін сипаттайтын осы параметрлер су тартуды қолдану арқылы және графиктерді зертханалық әдістермен пайдалану арқылы графоаналитикалық әдіспен Дипьюдің формулаларын пайдалана отырып аналитикалық түрде анықталды.

Ақмола облысы Горькое ауылын ауыз сумен қамтамасыз ету мақсатында жерасты суларын алдын ала барлау көзделді. Қарастырылатын шаруашылық-ауыз су және өндірістік қажеттіліктерге суды есептеу қажеттілігі 220 м<sup>3</sup> /тәул құрады. Жарықшақты сулардың пайдалану қорларын бағалауды жүргізуге мүмкіндік беретін тиісті бұрғылау, тәжірибелік, геофизикалық, режимдік, зертханалық жұмыстар кешені көзделген. Гидрогеологиялық параметрлердің барлық есептері бойынша мәліметтер алынды: Сүзілу коэффициенті су қайтару коэффициенті, деңгейөткізгіш коэффициенті, әсер ету радиусы мәліметтері алынды. Сонымен

қатар табиғи қорлар мен ресурстарды бағалау бойынша есептеу жүргізілді. Шыққан нәтижелер бойынша табиғи қорлардың есебінен оларды тұтынуға болады, ол табиғи қор есебінен қамтамасыздандыра алады. Қимада сулы горизонт аумағындағы жыныстар қатты болып келеді және де олардың сүзілу қасиеті жоғары. Берілген кешен қысымсыз болып келеді. Мұнда себебі жарықшақты жыныстар берілген, және бұл жыныстардың су өткізгіш қасиеті жоғары болып келеді. Қоректену көздері көбіне жоғырыдағы жыныстар болып табылады. Берілген учаске С1+С2 санаттарына жатады және солай есептеледі. Жоғарыда айтылғандарды ескере отыра О2-3 орта-жоғарғы шөгіндівулканогенді ордовик кешені перспективті болып келеді және Горькое ауыл шаруашылық орталығын ауыз сумен қамтамасыз ете алады. Жобада ауданның геологиялық, гидрогеологиялық құрылымдары сипатталып, 2 ұңғыма бұрғылау, оларды жабдықтау, тәжірибелік-сүзілу жұмыстарын жүргізу ұсынылады, жұмыстардың көлемі мен оларды орындау шарттары жобаланып, гидрогеологиялық зерттеулерге кететін уақыт, еңбек, қаражат шығындары есептеліп, жобаланатын жұмыстардың сметалық құны анықталды.

### **Әдебиет**

1. П.В. Гордеев, В.А. Шмелина, О.К. Шулякова, Гидрогеология. М.: Высшая школа, 1990г.
2. Н.Н. Биндеман, Поиски и разведка подземных вод для крупного водоснабжения. М.: Недра, 1969г.
3. А.Д. Климентов, Методика гидрогеологических исследований и горноразведочные работы, М.: Недра, 1961г.
4. Н.Р.Шаймерденов, Методические указания по применению классификации эксплуатационных запасов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод.

**Akebek D.G., Kuldeeva E.M.**

### **Preliminary study and assessment of groundwater to provide drinking water to the village of Gorkoye, Akmolat region.**

**Abstract.** The purpose of the work is to assess the quality and use of groundwater for the supply of drinking water to the village of Gorkoe, Taiynshy district, North Kazakhstan region, to obtain initial data for the design and construction of water bodies, to conduct a full exploration of groundwater is to conduct work.

**Keywords:** domestic drinking water, geological structure, groundwater, hydrogeological conditions, assessment of groundwater resources, hydrogeological parameters.

**Әкебек Д.Ғ., Кульдеева Э.М.**

### **Предварительное исследование и оценка подземных вод для обеспечения питьевой водой села Горькое Акмолинской области.**

**Аннотация.** Целью работы является оценка качества и использования подземных вод для обеспечения питьевой водой села Горькое Тайыншинского района Северо-Казахстанской области, получение исходных данных для проектирования и строительства водных объектов, проведение полного обследования водоемов. ресурсы подземных вод. заключается в проведении работ.

**Ключевые слова:** хозяйственно-питьевая вода, геологическое строение, подземные воды, гидрогеологические условия, оценка ресурсов подземных вод, гидрогеологические параметры.

ОӘЖ 550.838.5

**А.Б. Бекмағанбетова**

*Ғылыми жетекші - С.К.Умиришин, к.ғ.м.н., ассоц.профессор  
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.  
bekmaganbetova\_1997@mail.ru*

**ОҢТҮСТІК МАҢҒЫШЛАҚ МҰНАЙ-ГАЗДЫ АЙМАҒЫНЫҢ ТРИАС  
ТҮЗІЛІМДЕРІНІҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ**

**Аңдатпа.** Оңтүстік Маңғышлақтың мұнайгаздылығының негізгі перспективалары триас кешенімен байланысты. Осы жастағы таужыныстарында Оңтүстік Жетібай және Солтүстік Ракушечное кенорындарында мұнай мен газдың өнеркәсіптік шоғырлары ашылды. Маңғышлақ дислокация жүйесінің геологиялық дамуының құрылымдық ерекшеліктері мен тарихын анықтау жас платформалардың құрылысы мен дамуының кейбір жалпы заңдылықтарын ашуға мүмкіндік береді, бұл Оңтүстік Маңғышлақта ірі мұнай кен орындарының ашылуына байланысты ерекше қызығушылық тудырады. Оңтүстік Маңғышлақ ойпатының тектоникасы соңғы 10-15 жылда мұнда жүргізілген карта түсіру, бұрғылау жұмыстарының және геофизикалық зерттеулердің айтарлықтай көлеміне байланысты зерттелген. Беке-Башқұдық антиклиналды аймағының оңтүстік қанатының бойымен өтетін жарылымның оңтүстігіне қарай Жетібай деп аталатын құрылымдық терраса анықталды. Оның шегінде бірқатар жергілікті құрылымдар ашылды, олардың екеуі ірі мұнай кен орындары болып табылады. Елуінші жылдардың соңында жинақталған айтарлықтай геофизикалық материал мен едәуір бұрғылау көлемімен тұтас геологиялық алаңдық түсірілім терең геологиялық құрылымды зерделеуге және (тұтастай алғанда Маңғышлақ дислокация жүйесінің генезисін объективті түрде қарастыруға мүмкіндік береді.

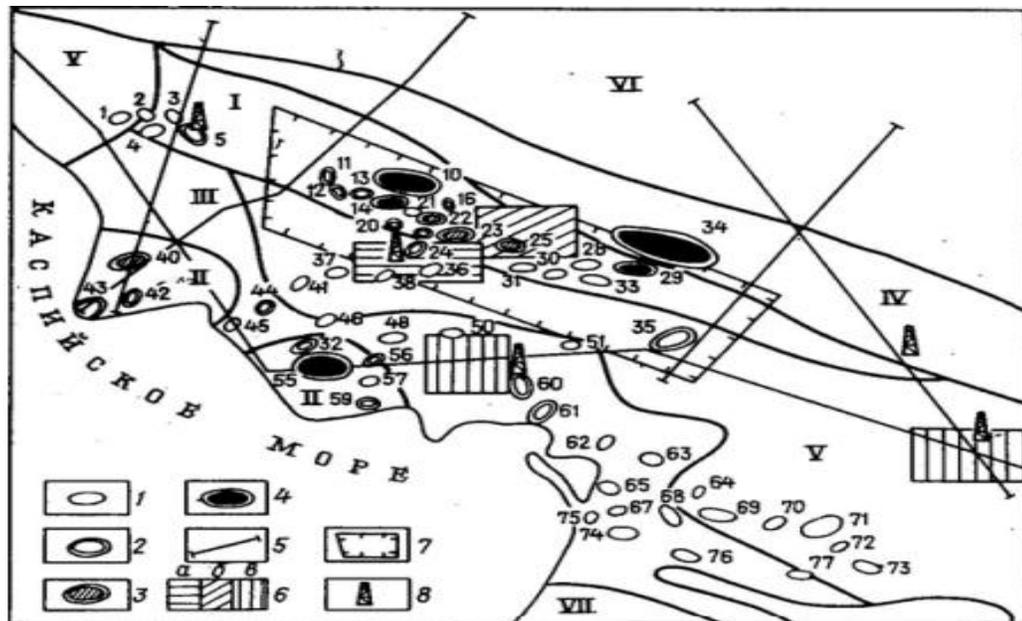
**Түйін сөздер.** триас кешені, геофизикалық зерттеу, құрылымдық рельефі, антиклинальды аймақ, геологиялық түсірілім.

Жер қыртысының қазіргі құрылымында Оңтүстік Маңғышлақ мұнай-газды облысы кең аймақты алып жатыр. Бұл территория қалың қабатты шөгінді таужыныстарының жиналуымен компенсацияланатын ұзақ уақытты және тұрақты ойысуға ұшыраған. Осындай жағдайда органикалық заттардың көмілу және түрлендіру үшін және мұнай және газдың жиналымдарының қалыптасуы үшін қолайлы жағдайлар орын алған. Бұл территорияның әртүрлі учаскілері өзінің перспективтілігі бойынша ерекшеленеді. Литологиялық құрамы және гидрогеологиялық көрсеткіштері бойынша мәліметтерімен бірге қазіргі құрылымдық жоспарын және палеогеологиялық ерекшеліктерін зерттеу зерттеліп жатқан территорияның мұнайгаздылық перспективтілігіне сапалы баға беруге мүмкіндік береді. Оңтүстік Маңғышлақ мұнай-газды облысы шығыста Шорджа кертпешіне дейін созылған, солтүстіктен Маңғышлақтың таулы құрылыстарымен және Орталық Үстірттің тереңдетілген элементтерімен шектелген, оңтүстікте Орталық Қарақұм және Қарабұғаз күмбездерімен шектелген ойыстар белдемдерін құрайды. Осы белдемнің шегінде анық көрінген құрылымдық элементтерге Сегендык, Жазғұрлы және Ассак-Аудан ойпаттары жатады және олар геологиялық дамуының құрылысы және тарихымен ерекшеленеді. Жазғұрлы және Ассак-Аудан ойпатының солтүстік борттық бөліктері геологиялық құрылысының ұқсастығымен сипатталатын Жетібай-Өзен, Қоқымбай құрылымдық террасаларымен күрделенген [1].

Қазіргі уақытта мезозойлық, әсіресе пермо-триас шөгінділері (квaziплатформалық кешен) Батыс Қазақстанда көмірсутегі өндіру және қоры бойынша негізгі нысандарға жатады. Пермо-триас шөгінділері жоғары перспективті болып табылатын Оңтүстік Маңғышлақ ойпаты және оған жанасатын Каспий теңізінің Қазақстан секторының облыстары жаңа технологияларды қолдана отырып, геологиялық-геофизикалық жұмыстарының кешендерін жүргізуді талап етеді. Сонымен қатар, Батыс Қазақстандағы іздеу-барлау жұмыстарының тиімділігін Оңтүстік Маңғышлақтың пермо-триас шөгінділерінің кешендік седиментологиялық зерттеу жұмыстарының нәтижелерін қолдану арқылы жоғарылатуға болады. Мұнай және газдың өнеркәсіптік ағындары Оңтүстік Жетібай, Солтүстік Ракушечный, Аққар және т.б.

аудандарында алынған, ал мұнай өнеркәсіптік ағындары Ақтас, Мақат, Прибрежная т.б. аландарды сынамалау кезінде алынған [2].

Оңтүстік Маңғышлақтың батыс бөлігіндегі төменгі триас шөгінділері, Сегендыкмыс кертпеші, Песчанномыс-Ракушечное белдемі қалыңдығы 30 м-ден аспайды және негізінен оленек жікқабатының алеролитті-аргилитті қабатының түрлі түсті түзілімдерінен тұрады. Шығыс бағытында төменгі триас шөгінділерінің қалыңдығы жоғарылайды және Жетібай-Өзен кертпешінің шегінде түрлі-түсті шөгінділерден басқа оленек жікқабатының сұр түсті алевролитті-аргилитті қабаты және долапин свитасының инд жікқабатының қызылтүсті шөгінділері анықталған. Өзен кенорнының параметрлік ұңғымаларда төменгі триастың ашылған қалыңдығы 2250 м дейін жетеді [3].



Сурет 1 – Оңтүстік Маңғышлақтың триас кешеніндегі іздеу-барлау жұмыстарының сұлбасы

Жергілікті құрылымдар : 1 — анықталған , 2-әзірленген , 3 — бұрғылауда; 4 — кенорындары , ұсынылатын нысандар; 5 — аймақтық профильдер , 6 — мұнай мен газ тұтқыштарын іздеу кезінде МОГТ сейсмикалық зерттеу материалдарын өңдеуге арналған полигондар : а — биогермдік тип , б — стратиграфиялық тип , в — палеозой шөгінділері ; 7 — МОГТ материалдарын тікелей іздеу бағдарламалары бойынша өңдеу бөлімшелері, 8 — параметрлік ұңғымалар ; I-VII-перспективті жерлердің санаттары.

Ортаңғы триас түзілімдері теңіздік тұзды-сулы бассейнің және гумидті климаттың жағдайларында өткен жанартаулы-карбонатты сұр түсті формацияларының шөгінділерінен тұрады. Ортаңғы триас түзілімдері аудан бойынша шашыранды таралмаған – олар Оңтүстік Маңғышлақ ойысының солтүстік және оңтүстік борттарында толығымен шайылған. Ортаңғы триас қабатының құрамында үш литологиялық қабаттар бөлінген: жанартаулық-доломитті, жанартаулық-эктасты және жанартаулық-аргилитті. Маңғышлақтың көмірсутегілердің негізгі өнеркәсіптік шоғырлары ортаңғы триастың жанартаулық-карбонатты қабатымен байланысты. Жоғарғы триас қимасының төменгі бөлігі (базальтты горизонт) құмтастардың (ұсақ, орта және ірі түйірлі), туфоқұмтастардың, туфтардың, аргилиттердің, алевролиттердің және олардың

туфогенді түрлерінің бірқалыпсыз алмасып келуімен сипатталған. Жоғарғы триас қабатында көптеген мұнай және газ шоғырлары анықталған [4].

Юра кезеңінен бастап Батыс Тұран тақтасының шегінде платформалық режим қалыптасады. Территория ұзақ ойысуға қатысады, нәтижесінде үлкен шөгінді қабат қалыптасады. Платформалық қабаттың негізінде континенттік генезисті конгломераттар, құмтастар, алевролиттер, аргилиттер орналасқан төменгі юра базальтты формациясын құрайды, оның қалыңдығы 290 м аралығында өзгереді. Ортаңғы юраның қимасында теңіз фациялары табылған және литологиялық құрамы бойынша негізінен құмтасты-сазды болып келеді. Формацияның қалыңдығы 640-тан 950 м аралығында өзгереді. Жоғарғы юраның терригенді-карбонатты формацияның таралу ауданы Түп-Қараған және Беке-Башқұдық валының күмбезді учаскілерінің жоқ болуына байланысты бірнеше есе қысқарады. Жоғарғы юра қабатының қалыңдығы 520 м дейін жетеді.

Бор қабаты теңіздік сұр түсті терригендік және карбонатты түзілімдерінен тұрады. Тек неокомның шөгінділері түрлі түсті континенттік таужыныстарынан құралған. Апт-сеноман формациясы саздар, алевролиттер, құмтастардан тұрады. Турон-маастрихтің сазды-карбонатты формациясы теңіз түзілімді таужыныстармен анықталған: әксаздар, әктастар, әктасты саздар. Бор шөгінділерінің қалыңдығы 1500 м дейін жетеді [5]. Сынамалар нәтижелері және триас шөгінділерінің жете бөлінуі аймақтық тұрғыда қиманың жеке бөліктерінде өнімді горизонттар қатарын бөлуге мүмкіндік берді. Мысалы, жоғарғы триас бөлімімен екі өнімді горизонт ( $T_3^1$  және  $T_3^2$ ) байланысты, жоғарғы  $T_3^1$  горизонт көлемде Жазғұрлы жікқабатына, ал төменгі  $T_3^2$  горизонт Солтүстік Ракушечныйда жікқабатына жауапты. Олардың өнеркәсіптік мұнай-газдылығы Қарақия аңғарының Жетібай-Өзен кертпешінде ғана анықталған. Мұнай-газ белгілері Солтүстік Ракушечная, Каунды, Придорожная және т.б. алаңдарда анықталған.

Ортаңғы триаста  $T_2^1$ ,  $T_2^2$  өнімді горизонттары таралған және көлемі бойынша Оңтүстік Жетібай жікқабатына жауапты және ол екі жікқабат асты және төрт литологиялық қабатқа бөлінеді. Жоғарғы жікқабат астымен  $T_2^1$ ,  $T_2^2$  өнімді горизонттары, ал төменгі жікқабатастымен және де оның ортаңғы және төменгі бөліктерімен  $T_2^2$  өнімді горизонты байланысты болып келеді. Ортаңғы триас өнімді горизонттарының өнеркәсіптік мұнай-газдылығы Жетібай-Өзен кертпешінің және Песчаномыс-Ракушечная күмбесінің шегінде бұрғыланған ұңғыларының біршама санында дәлелденген.

Триастың төменгі бөлігінде мұнай-газдылықтың таралуымен үш өнімді горизонттары ( $T_1^1$ ,  $T_1^2$  және  $T_1^3$ ) байланысты. Бірінші екеуі көлемі бойынша Долинапин жікқабатына жауапты және сәйкесінше оның жоғарғы және төменгі бөліктерінде орналасқан.  $T_1^2$  өнімді горизонты қалың қабатты Өзен жікқабатына ұштасқан. Мұнда оленек ярусының ішіндегі өнімді горизонттарын бөлу шартты сипатқа ие екенін айтып кетейік, себебі өнімді горизонттарының бөлінген қалыңдығын нақты шектеуге болмайды. Өнімді горизонттарының, олардың номенклатурасын стратификациясы Оңтүстік Маңғышлақтың жергілікті құрылымдарының шегінде негізделген деп санауға болады және бұл жағдайда қарастырылып отырған геологиялық аймақтың жергілікті алаңдар қатары бойынша өнімді горизонттарының негізгі көрсеткіштеріне талдау жүргізу тиімді болып есептеледі. Өнімді төменгі триас горизонттарының литофизикалық сипаттамасы Оңтүстік Маңғышлақтың көптеген барлау алаңдарында тұрақты болып қалады, бұл төменгі триас шөгінділеріде шоғырлардың барын көрсетеді [6].

## Әдебиет

1. Халифазаде Ч.М, Гурбанов В. Ш. «Литолого-палеогеографическая модель триас палеозойских отложений Южного Мангышлака», Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, Баку. – 2003 г. с.8-17
2. Мирчинк М. Ф. [Ред.] «Геология и нефтегазоносность Южного Мангышлака»: [Сб. статей]. М.: Наука, 1969. с.275-286
3. Чакабаев С. Е., Кононов Ю. С., Иванов В. А. «Стратиграфия и коллекторские свойства юрских отложений Южного Мангышлака в связи с их нефтегазоносностью», КазНИГРИ, 1971 г. с.19-44

### А.Б.Бекмаганбетова

#### Значение триасовых образований Южно-Мангышлакской нефтегазоносной зоны

**Аннотация.** Основные перспективы нефтегазоносности на Южном Мангышлаке связаны с триасовым комплексом. В породах этого возраста уже открыты промышленные залежи нефти и газа на месторождениях Южный Жетыбай и Северо-Ракушечное. Выяснение структурных особенностей и истории геологического развития Мангышлакской системы дислокаций позволяет раскрыть некоторые общие закономерности строения и развития молодых платформ, что представляет особый интерес в связи с открытием крупных нефтяных месторождений на Южном Мангышлаке. Тектоника Южномангышлакского плато в сущности была расшифрована в последние 10—15 лет в связи со значительным объемом проведенных здесь картировочных, буровых работ и геофизических исследований. К югу от разлома, проходящего вдоль южного крыла Беке-Башкудукской антиклинальной зоны, выявлена структурная терраса, выделенная под названием Жетыбайской. В ее пределах открыт ряд локальных структур, с двумя из которых связаны крупные месторождения нефти. Накопившийся в конце пятидесятых годов значительный геофизический материал и сплошная геологическая площадная съемка со значительным объемом бурения позволили осветить глубинное геологическое строение и (более объективно подойти к генезису Мангышлакской системы дислокаций в целом.

**Ключевые слова:** триасовый комплекс, геофизические исследования, структурная терраса, антиклинальная зона, геологическая съемка.

### A.B.Bekmaganbetova

#### Significance of triassic formations in the South Mangyshlak oil and gas zone

**Abstract.** The main prospects for oil and gas in South Mangyshlak are associated with the Triassic complex. Commercial deposits of oil and gas have already been discovered in rocks of this age at the Yuzhny Zhetybai and southern Severo Rakushechnoe fields. Clarification of the structural features and history of the geological development of the Mangyshlak system of dislocations makes it possible to reveal some general regularities in the structure and development of young platforms, which is of particular interest in connection with the discovery of large oil fields in South Mangyshlak. The tectonics of the South Mangyshlak plateau has essentially been deciphered in the last 10-15 years in connection with the significant volume of mapping, drilling and geophysical research carried out here. To the south of the fault, which runs along the southern flank of the Beke-Bashkuduk anticlinal zone, a structural terrace identified as Zhetybai was identified. Within its limits, a number of local structures have been discovered, with two of which large oil fields are associated. The significant geophysical material accumulated in the late fifties and continuous geological areal survey with a significant amount of drilling made it possible to illuminate the deep geological structure and (more objectively approach the genesis of the Mangyshlak dislocation system as a whole.

**Keywords:** triassic complex, geophysical research, structural terrace, anticlinal zone, geological survey.

УДК 553.983

**Бекмухаметова З. А., Мухамедьянова А. Т., Хагаг Ф. С.**

*кандидат геолого-минералогических наук, доктор PhD,*

*ассоциированный профессор кафедры «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», Казахский национальный технический университет имени К.*

*И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы,*

[adelina.mukhamedyanova.pe@gmail.com](mailto:adelina.mukhamedyanova.pe@gmail.com)

## СЛАНЦЕВАЯ НЕФТЬ. ЗА ИЛИ ПРОТИВ?

***Аннотация.** Авторами статьи приводятся основные сведения о сланцевой нефти, о технологии ее добычи методом разрыва сланцевого пласта, рассматриваются вопросы целесообразности и перспективы развития добычи этих недостаточно освоенных ископаемых в Казахстане, а также негативные последствия, которые могут повлечь за собой добыча и переработка сланцевой нефти в стране.*

***Ключевые слова.** Сланцевая нефть, Казахстан, фрекинг (ГРП), добыча, экология, рентабельность, технология, метод, рентабельность.*

### **Введение**

Бум, связанный в последние полтора десятка лет с добычей сланцевой нефти в США, добившейся больших успехов в разработке сланцевых месторождений и составившей серьезную конкуренцию традиционной нефти на мировом нефтегазовом рынке, подтолкнуло многие нефтегазодобывающие страны провести широкомасштабные исследования, оценив целесообразность и перспективы развития добычи этого нетрадиционного источника углеводородного сырья.

Как известно, основным источником сланцевой нефти, относящейся к нетрадиционным ресурсам, являются залежи горючих сланцев, что и является основным отличием сланцевой нефти от обычной. Как и традиционная, сланцевая нефть образуется в процессе термического созревания предшественника нефти – керогена, образовавшегося в стадию диагенеза в результате разложения осадочного вещества и являющегося источником сланцевой нефти.

Месторождения горючего сланца расположены на разной глубине и имеют продуктивные пласты разной мощности. На сегодняшний день известно более 550 разведанных месторождений горючих сланцев, сосредоточенных в более чем 50 странах, включая Казахстан, имеющего перспективы разработки этих месторождений, которые не были изучены в достаточной степени. Но будет ли это целесообразно в стране, обладающей огромными разведанными запасами традиционного углеводородного сырья?

### **Сланцевая нефть в Казахстане**

Учитывая тот факт, что добыча сланцевого сырья в долгосрочной перспективе может создать Казахстану серьезную конкуренцию на всех экспортных рынках, проведение анализа рентабельности добычи сланцевых углеводородов в РК, а также рассмотрение технического потенциала, связанного непосредственно с добычей сланцевой нефти, является объектом наших исследований.

По представленной информации геологической службы США (USGS), в Казахстане имеются существенные запасы сланцевого газа, но из-за высокой себестоимости его добычи извлечение этого полезного ископаемого является нерентабельным.

Согласно данным кандидата геолого-минералогических наук Б. Цирельсона, общие запасы сырья на разведанных месторождениях горючих сланцев, открытых в середине XX века, составляют порядка 5–6 млрд тонн.

Сегодня в республике известно свыше 25 месторождений горючих сланцев, отличающихся по составу исходного вещества, условиям формирования и возрасту. Они приурочены к отложениям верхнего девона, нижнего карбона, верхнего палеозоя, средней и верхней юры и палеогена. Крупнейшими из них является месторождение Кендырлык с запасами порядка 175 млн тонн (табл. 1), далее идут месторождение Байхожинское, расположенное в Южном Казахстане и Приуральская группа месторождений на западе Казахстана.

Таблица 1. Данные о месторождениях сланцевой нефти в Казахстане (“Химия твердого топлива”, Касенова С. Б.)

Месторождение	Мощность пласта, м	Содержание сланцевой нефти, %	Глубина залегания, м	Запасы, млн тонн
Кендырлык	0,9–1,2	4,6–16,2	260	175
Туксай	1,05–2,0	14,2	25	5
Черный Затон	2,0–2,9	24,6	30	0,412
Шубарколь	1,10-7,65	5,7	150	409

Общей особенностью этих месторождений является выход сланцев непосредственно на земную поверхность либо их залегание в верхних частях продуктивных нефтяных разрезов на глубинах, не превышающих первые десятки метров [1-3]. Но учитывая отсутствие видимых пород-флюидоупоров, классического газонефтеводяного контакта, наличие низкопроницаемых коллекторов, а также тот факт, что для сланцевой нефти характерна высокая вязкость и плотность, технология добычи и разработки месторождений здесь должна быть совершенно другой, отличающаяся своей сложностью и технологией.

#### **Технологические недостатки ГРП**

Горючий сланец можно добывать открытым или подземным способом, а также нетрадиционной технологией ретортации на месте, однако для осуществления перечисленных работ требуются дорогостоящие технологии, которые крайне негативно влияют на себестоимость продуктов пласта и ставят под сомнение рентабельность сланцевых разработок.

Согласно выводу российского ученого Бобкова Д. [4], детально рассмотревшего многие недостатки технологии фрекинга (он же ГРП), применение данной операции не всегда способно привести к желаемому результату, нередко бывает, что операция приводит к негативным последствиям. Также немаловажным является тот факт, что жидкость разрыва часто нарушает процесс закрепления пропанта в образовавшихся трещинах после проведения ГРП, которая впоследствии негативно влияет на продуктивность пласта в целом, так как в результате данного явления образуется гелиевая масса, имеющая сверхвысокие значения вязкости. Эта трудноудаляемая масса способна заблокировать как пространство трещины, так и призабойную зону. Ученый связал причины данных последствий, в основном, с игнорированием комплексного геологического исследования пласта и недостаточным использованием промысловых данных [4]. К тому же, в настоящий момент наносимый от ГРП вред экологии носит характер экологической катастрофы. Так, многие страны ввели запрет на проведение операции фрекинга при добыче сланцевой нефти. Франция выступила инициатором запрета технологии фрекинга, несмотря на огромный потенциал добычи нетрадиционного сырья. Примеру Франции последовали и такие страны как Дания, Чехия, Болгария, Германия.

#### **Некоторые технологические решения**

На данный момент потенциал дальнейшей оптимизации и снижения себестоимости добычи сланцевой нефти сможет обеспечить только принципиально новый подход и поиск технологических решений непосредственно на всех этапах разработки месторождения и добычи нефти, а не только при строительстве скважины.

**Электробурение.** Преимущество данного типа бурения состоит в том, что используется погружной электродвигатель, приводящий во вращение рабочий инструмент непосредственно на уровне забоя и за счет этого имеется возможность контролировать фактическую мощность измерительных приборов. Также данный метод позволяет существенно сократить затраты на горизонтально направленное бурение. Электробурение широко применялось только в СССР и созданные технологический и организационный заделы пока полностью не утрачены. Более того, появились новые наработки, которые могут вывести электробурение на новый уровень,

однако в настоящее время объем электробурения составляет 2-3 % от всего объема буровых работ.

Немаловажным является и то, что данный тип бурения позволяет снизить загрязнение окружающей среды и сохранить коллекторские свойства пласта [5, с.431]

**Метод плазменно-импульсного воздействия (ПИВ).** Её можно отнести к методам повышения нефтеотдачи пластов (ПНП). Ранее такие технологии для снижения себестоимости добычи «сланцевой нефти» не использовались. По имеющимся сведениям, данный метод демонстрирует хорошие технологические результаты [6]. Не имея информации о стоимости данной технологии сложно оценить, какой она приносит экономический эффект. Но, судя по объёмам инвестиций в данный проект, экономический эффект есть, и немалый. Одним из главных преимуществ метода является то, что технология позволяет осуществлять фазовое воздействие, включать в работу непромытые пропластки, снимать поверхностное натяжение в капиллярах и освобождать капиллярно удерживаемые нефть и газ [6]. За счет импульсного воздействия на продуктивный пласт проницаемость по пласту увеличивается, а пористость за счет освобождения легкой фазы уменьшается, многократно увеличивается агрегация жидкости. За счет флотации капли нефти выталкиваются к поверхности. Нельзя не отметить то, что метод за счет принципа своей работы является экологически безопасным. Длительность эффекта сохраняется от 6 месяцев до нескольких лет, а применение на нагнетательных скважинах дает практически 100% положительный результат [6]. Особое внимание следует обратить на то, что в отличие от России, где к технологии ПИВ относятся к методу ПНП, в США данную технологию рассматривают как альтернативу многостадийному гидроразрыву пласта. Помимо этого, изобретенный метод дарит надежду на решение двух главных проблем, возникающих при проведении ГРП: трата колоссального количества воды и вышеуказанные экологические последствия

### **Вывод**

На сегодняшний день ситуация такова, что ни один из экспертов не может точно оценить запасы нетрадиционных залежей в Казахстане, из-за чего трудно говорить о перспективах добычи.

Добыча сланцевой нефти достаточно сложный и затратный процесс, как и сама переработка. В связи с экспортнаправленными экономическими ориентирами казахстанские НПЗ не готовы к осуществлению переработки многокомпонентных тяжелых нефтей сланцевых пород. Разработка месторождений нетрадиционной нефти в настоящее время мало изучена, и практически каждый участок запасов требует применения специфических методов добычи (ракировка). Таким образом, современные технологии добычи сегодня еще несовершенны и находятся на начальной стадии развития.

Что касается экономической стороны, то в сравнении с традиционной нефтью себестоимость сланцевой выходит дороже как минимум в два раза, что пока остается главным аргументом в пользу добычи традиционной нефти. Сама разведка и разработка месторождений сланцевой нефти является дорогим проектом, провести который не позволяет сокращение доходов в нашей стране. По словам первого вице-министра энергетики и представителя АО «НК «Казмунайгаз» Махамбета Досмухамбетова развитие добычи сланцевой нефти требует больших финансовых затрат. И пока на рынке есть доступный товар с низким ценником сланцевая нефть будет нерентабельна [7]. Более того, конкурентоспособность добычи сланцевой нефти особенно спорна для стран, которые обладают большим потенциалом для наращивания производства угля и традиционных углеводородов, к которым относится и Республика Казахстан.

Однако, учитывая потенциал сланцевой нефти в Казахстане, возможно, что в перспективе новые усовершенствованные технологии позволят рентабельно производить добычу сланцевых

углеводородов, которые могут стать альтернативой традиционной нефти, запасов которой в Казахстане хватит на (или запасы которой не бесконечны).

Резюмируя вышесказанное, в настоящее время добыча нетрадиционной нефти в Казахстане является не только более дорогостоящим и энергоемким процессом, но и влечет за собой ряд нежелательных вышеуказанных последствий. Это означает, что в перспективе новые научно-технические достижения последнего периода времени позволят существенно расширить использование сланцевого газа и сланцевой нефти. Поэтому со временем они могут стать ресурсами на десятилетия.

### Литература

1. Gyul'maliev, A. M., Kairbekov, Zh. K., Maloletnev, A. S., Emel'yanova, V. S., Malykbaeva, Zh. K. Thermodynamic analysis of the gasification of oil shale from the Kenderlyk deposit. *Solid Fuel Chemistry*, 2013, 47(6), 360–364. DOI: 10.3103/S0361521913060037
2. Tashmukhambetova, Zh. Kh., Kairbekov, Zh. K., Aubakirov, E. A., Burkhanbekov, K. E., Faizullaeva, M. F., Shomanova, Zh. K. Hydrogenation processing of carbon-containing wastes in a mixture with oil shale from the Kenderlyk deposit. *Solid Fuel Chemistry*, 2016, 50(4), 220–225. DOI: 10.3103/S0361521916040091
3. Kasenov B. K., Ermagambet, B. T., Bekturganov, N. S., Nabiev, M. A., Kasenova, S. B., Sagintaeva, Zh. I., Kuanyshbekov, E. E., Seisenova, A. A. Chemical composition and heat capacity of shale from the Kenderlyk and Shubarkol deposits. *Solid Fuel Chemistry*, 2016, 50(3), 149–151.
4. Бобков Д.О. Проблемы, возникающие при проведении ГРП, и возможности их решения // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 7 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/07/84111> (дата обращения: 02.03.2021);
5. Буровые комплексы. Современные технологии и оборудование / Коллектив авторов под общей редакцией А.М.Гусмана и К.П.Порожского: Научное издание. Екатеринбург: УГГА, 2002. 592 с. С илл.
6. Максютин А.В. Комплексная технология плазменно-импульсного и физико-химического воздействия на продуктивный пласт для интенсификации добычи нефти на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами: автореф. дис. канд. техн. наук, Санкт-Петербург. 2009.
7. Почему Казахстан не добывает сланцевую нефть? — Досмухамбетов. — Портал ПНК «Налоги в Казахстане».

**Бекмухаметова З. А., Мухамедьянова А. Т., Хагаг Ф. С.**

**Сланец майы. Қолдауға немесе қарсы болуға бола ма?**

**Аңдатпа.** Мақала авторлары тақтатас майы, оны тақтатас қабатын гидравликалық сындыру арқылы алу технологиялары туралы негізгі ақпаратты ұсынады, Қазақстанда дамымаған пайдалы қазбаларды өндірудің орындылығы мен даму перспективаларын, сондай-ақ келеңсіз салдарын қарастырады. Елдегі тақтатас мұнайын өндіруге және өндеуге әкеп соғады.

**Түйін сөздер:** Сланц майы, Қазақстан, фразинг (гидравликалық жару), өндірісі, экологиясы, кірістілігі, технологиясы, әдісі, рентабельділігі.

**Bekmukhametova Z.A., Mukhamedyanova A.T., Khagag F.S.**

**Shale oil. For or against?**

**Abstract.** The authors of the article provide basic information about shale oil, the technology of its production by fracturing a shale layer, consider the feasibility and prospects for the development of the extraction of these underdeveloped minerals in Kazakhstan, as well as the negative consequences that may entail the production and processing of shale oil in the country.

**Keywords:** Shale oil, Kazakhstan, fracking (hydraulic fracturing), production, ecology, profitability, technology, method, profitability

Т.С. Джарасова, Н.А.Еремин

Д.т.н., профессор РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, Россия, г. Москва.

t.jarassova@gmail.com

## ПРИМЕНЕНИЕ УМНЫХ СКВАЖИН

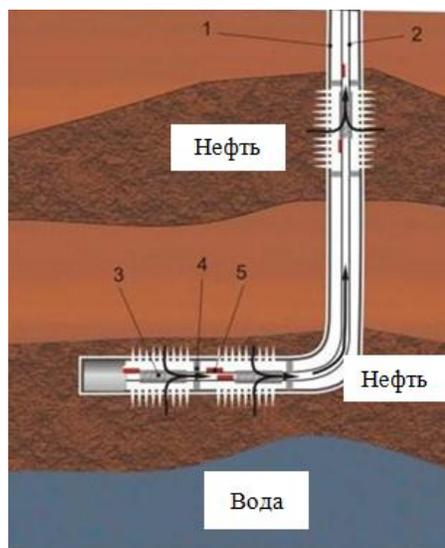
**Аннотация.** Данная статья посвящена вопросам внедрения умных скважин на нефтегазовых месторождениях. Основной целью настоящей статьи является особенности исследования строительства умных скважин для повышения коэффициента охвата пласта воздействия, увеличения коэффициента извлечения и добычи нефти. Оптимизация работы скважин важна, для максимизации прибыли от внедрения инновационных технологий.

**Ключевые слова:** технология умных скважин, умная добывающая скважина, датчики, умное заканчивание, умная скважина первого поколения, умная скважина второго поколения, умная многозональная скважина, устройство контроля притока.

Умная скважина – комплекс подземного оборудования, состоящий из устройства контроля притока или приемистости (ICV); зональной изоляции; забойных (погружных) систем контроля в реальном времени; скважинных цифровых и оптоволоконных систем; автоматических систем безопасности; телеметрического оборудования и центр управления. Умная скважина имеет своей целью: увеличение и/или оптимизацию добычи нефти и газа, увеличение текущей и конечной нефте(газо)отдачи; снижение и/или оптимизацию капитальных и эксплуатационных затрат, минимизация влияния геологических особенности на выполнение проекта.

Задачи умной скважины: получение достоверной и оперативной информации о дебите жидкости и газа, затратах электроэнергии, состоянии работы скважины насосной установки; обработке, анализе, сохранении информации и принятии решений об изменении параметров работы интегрированной системы «пласт-скважина-насосная установка-поверхностный процесс сбора и подготовки» по заданным критериям оптимизации (объем добычи нефти, объем добычи пластовой жидкости, затраты электроэнергии, сумма капитальных и текущих затрат на работу скважинной системы для обеспечения заданного дебита и т.д.). К другим задачам относятся такие как, оптимальная добыча из нескольких пластов, управление закачкой в нескольких пластах, дренирование нефтяных зон в разобщенных пластах, внутрискважинный газлифт; переменная добыча нефти и газа; контроль притока из отдельных стволов многозабойной скважины; нестационарное заводнение, межпластовый транспорт флюидов для поддержания пластового давления, системы скважинного сейсмоакустического мониторинга.

Умная скважина состоит из распределительных устройств для контроля притока и постоянных датчиков для измерения различных величин как:  $P$ ,  $T$ ,  $Q$ ,  $\theta$  волн (сейсмических и акустических) и напряжения. Основное оборудование представлено внутрискважинными расходомерами и устройствами притока продукции, которые могут передавать данные на поверхность и управляться с поверхности, оптоволоконные кабели, электрические центробежные насосы, дебитометр. Для замера притока используются расходомер, датчики давление ( $P$ ) и



температуры (Т). Основные элементы скважины: активные устройства контроля притока, в отличие от пассивных устройств контроля притока управляются с поверхности и позволяют регулировать расход потока, поступающего с интервала перфорации; системы измерения на забое; пакеры, изолирующие отдельные интервалы перфорации (см.рис. 1).

Рис. 1. Основные элементы добывающей скважины

1-эксплуатационная колонна, 2-труба, 3-контроль потока, 4-пакеры, 5-сенсоры давления и температуры

Первое исследование, в мире с применением умной скважины началось примерно в 1994 году. С 1997 г. исследования по этой технологии играют важную роль в научно-исследовательских центрах, университетах и нефтегазовой промышленности. До августа 1997 года, скважины с обычным заканчиванием включали в себя гидравлические скользящие муфты и насосно-компрессорные трубы. Эволюция глубинных манометров, скользящих муфт, и контроль за состоянием скважин привела к созданию умных скважин. Данные о температуре, давлении и о скорости потоков жидкости могут быть собраны в режиме реального времени по всему стволу скважины через проводные или беспроводные системы. У умных скважин данные интерпретируются в автоматическом режиме с использованием соответствующего программного обеспечения с/без вмешательства человека.

*Процессы.* Скважинная добыча нефти и газа включает в себя измерение, моделирование и контроль (см. рис.2). Измеренные скважинные выходные параметры включают в себя переменные величины, такие как давление, дебиты нефти, газа и воды. Регулирование связано с задачами оптимизации, например, достижение производственных целей или темпов утилизации попутного газа или воды. Забойный контроль позволяет быстро реагировать, в случае газо- или водопроявления. Процесс контроля добычи нефти и газа включает в себя поддержание пластового давления. Умные скважины помогают снизить затраты на капитальный ремонт, минимизировать фонд скважин, интенсифицировать приток к скважине и увеличить конечную нефтегазоотдачу. Интегрированное моделирование включает в себя детальное строение резервуара, моделирование подъема многофазной жидкости в скважине и подготовку товарной продукции в промысловых системах сбора и транспорта.

Множество различных алгоритмов оптимизации повседневных скважинных операции, как детерминированных, так и стохастических, используется для решение этих задач. Алгоритм детерминированной оптимизации, классифицируются как производный или градиентный, которые позволяют найти локальные оптимумы для заданных начальных условиях. Локальный оптимум может и не быть глобальным оптимумом. Преимущество стохастических алгоритмов заключается в том, что, рано или поздно, глобальный оптимум будет определен. Стохастические производные методы, в частности, генетические алгоритмы для оптимизации работ умных скважин.

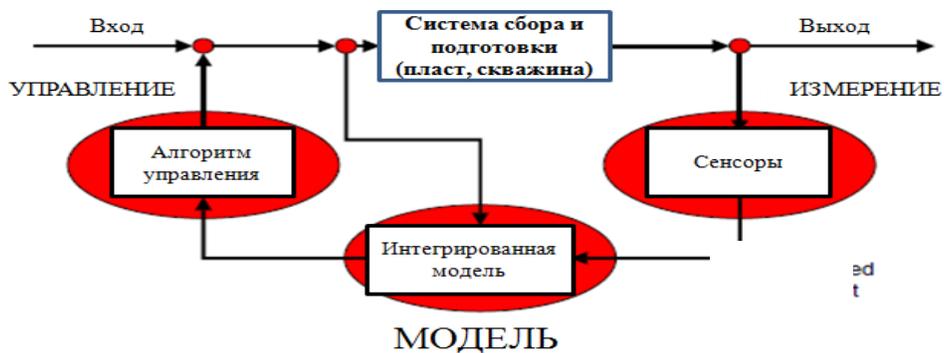


Рис 2. Интегрированное измерение, моделирование и управление

*Интеграция.* Технология строительства умных скважин может рассматриваться как очередной шаг в развитии строительства нефтегазовых скважин. Автоматизация производственных операций до недавнего времени была связана с поверхностными системами подготовки продукции без ее привязки к скважинным операциям. Ценность интегрированной технологии состоит в оптимизации добычи и подготовки товарной продукции для максимизации чистого дисконтированного дохода (ЧДД). Другой аспект состоит в увязке текущих геолого-промысловых данных с результатами интегрированного моделирования включает в себя сбор геолого-промысловых данных, контроль их качества, их передачу и хранение в системе управления баз данных (СУБД) по месторождению.

В точечных системах измерения забойного давления и температуры использовались кварцевые резонансно-кристалловые датчики, в которых резонансная частота электрически возбуждали кристаллы что приводило к изменению давления и температуры. Следующим шагом в развитии скважинных датчиков стала разработка электрически резонирующих мембран. Настоящее время активно внедряются опто-волоконные сенсоры (датчики) на Брэгговских решетках, позволило отказаться от использовании электроэнергии в целом и увеличило качество измерения скважинных параметров и передачи скважинных данных, которое увеличило скорость в центр управления. Распределенные опто-волоконные датчики температуры давление (РДТ) использует тонкий волоконно-оптический кабель, идущей вдоль всей длины скважины и проходящие через пакеры со сквозными отверстиями. При этом можно получить очень точные (до 0,1 градуса) профили температуры вдоль ствола скважины. Распределенные датчики давления (РДД). Для определения дебита жидкости в скважинах с уклоном до 30 градусов и точностью до 0,1 атм. вдоль ствола скважины используют трубку Вентури. Использование устройств контроля притоков (ICV) жидкости позволяет определить расход жидкости в каждой из зон путем перекрытия других продуктивных зон.

Технологию умных скважин использует компания с мировым именем Salym Petroleum Development (Салым Петролеум Девелопмент (СПД)). СПД ведет освоение Салымской группы нефтяных месторождений в Ханты-Мансийском автономном округе. Инновационной технологией, применяемой на Салымском нефтепромысле для эффективной нефтедобычи, является технология «умных скважин». Она позволяет вести одновременно-раздельную эксплуатацию двух объектов разработки. При использовании этой технологии применяется автоматизированное внутрискважинное оборудование, обеспечивающее непрерывный сбор и передачу на поверхность данных о параметрах добычи или закачки жидкости в пласт в реальном времени. На Салымской группе месторождений опытно-промышленная эксплуатация «умных скважин» началась в 2006 г. К настоящему времени данное оборудование установлено на 10 скважинах нефтепромысла. А также мировые лидеры энергетического сектора: Shell, Chevron добились определенных успехов в использовании умных скважин в глубоководных

месторождениях Мексиканского залива, Северного моря [Ресурс: Salym Petroleum Development].

*Заключение.* Умная скважина с управляемым компонентным составом многофазной продукции является перспективным направлением. В ближайшее время, ожидается появление автономных интеллектуальных скважин для глубоководных месторождений и создание полностью автономной интеллектуальной скважины второго поколения.

### Литература

1. Eremin N.A. Management of development of smart oil fields and gas. Moscow: Publ. of Gubkin Oil and Gas State University, Part 2, 2012, p.210.
2. Khrulenko A., Zolotukhin A.B. Approach for Full Field Scale Smart Well Modeling and Optimization, paper SPE149926 presented at the SPE Arctic and Extreme Environments Conference & Exhibition, Russia, 18–20 October, 2011.
3. Alsayed S., Yateem K. Testing Methodology of Smart Wells Completion toward attaining optimal production rate setting for maximum hydrocarbon recovery. SPE150014, Netherlands, 2012.
4. Ипатов А.И. Мониторинг и регулирование разработки залежей с использованием ОПЭ и оборудования smart well. Инженерная практика. №2, 2012, 16-25.
5. Jarassova T., Eremin N. Types of Smart Wells. Journal of Scientific and Engineering Research, 2020, 7(2):299-304.
6. João Paulo Q. G. da Silva, Denis J. Schiozer. Methodology to Compare Smart and Conventional Wells. SPE-124949-MS, 2009.
7. Nadri Pari M., Kabir A.H., Mahdia Motahhari S., Turaj Behrouz. Smart well- Benefits, Types of Sensors, Challenges, Economic Consideration, and Application in Fractured Reservoir. SPE-126093-MS, 2009.
8. Jansen J.D., Wagenvoort A.M., Droppert V.S., Daling R. and Glandt C.A. Smart Well Solutions for Thin Oil Rims: Inflow Switching and the Smart Stinger Completion. SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, Melbourne, Australia, 2002.
9. Yeten B., Durlofsky L.J. and Aziz K. Optimization of nonconventional well type, location and trajectory. SPE Journal, September 2003, 200-210.
- 10.

**T.S. Jarassova, N.A. Eremin**

#### **Application Of Smart Wells Technology**

**Abstract.** This article is devoted to questions of introduction smart wells in the oil and gas fields. The main objective of this article is to investigate smart well installations and operated in the best way to enhance the field sweep efficiency and maximize the oil production. To maximize the benefits of this or any new technology. The optimization work of smart wells is important.

**Keywords:** smart well technology, smart production well, intelligent well, control valves, smart well smart flow, smart completion, first and second generations of smart wells, multilateral well, ICV- inflow control valves.

**Т.С. Джарасова, Н.А.Еремин**

#### **Ақылды ұңғымаларды қолдану технологиясы**

**Аннотация.** Бұл мақала мұнай және газ кен орындарында ақылды ұңғымаларды енгізу мәселелеріне арналған. Осы мақаланың негізгі мақсаты - кен орнын тазарту тиімділігін арттыру және мұнай өндіруді барынша жақсарту үшін ұтымды жұмыс істейтін ұңғыма қондырғыларын зерттеу. Кез-келген жаңа технологияның артықшылықтарын арттыру үшін ақылды ұңғымаларды оңтайландыру жұмысы маңызды.

**Түйін сөздер:** ақылды ұңғыма технологиясы, ақылды өндіріс ұңғымасы, интеллектуалды ұңғыма, бақылау клапандары, ақылды ағын, ақылды аяқтау, ақылды ұңғымалардың бірінші және екінші ұрпақтары, көпжақты ұңғымалар, ICV - ағынды бақылау клапандары.

**Н.Е.Елеукулов**

*Научный руководитель: Т.А.Енсенбаев – заведующий кафедрой ГНГ, доктор PhD, Satbayev University, г. Алматы, Казахстан  
yeleukulov.nursultan@gmail.com*

## **ДОРАЗВЕДКА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ДОЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ В ПРЕДЕЛАХ ЮЖНО-МАНГЫШЛАКСКОГО ПРОГИБА**

***Аннотация.** В статье рассматриваются перспективы нефтегазоносности доюрских отложений в пределах Южно-Мангышлакского прогиба. Приводится краткий обзор и история планомерного изучения геологии и нефтегазоносности триасового разреза, которое привело к открытию в этих отложениях месторождений нефти и газа. Также отмечается рациональность проведения геохимической оценки нефтегазогенерационного потенциала для дальнейшего определения нефтегазоносности данного структурного этажа.*

***Ключевые слова:** триасовые отложения, прогиб, южный мангышлак, нефтегазогенерационный потенциал, нефтегазоносность.*

Южно-Мангышлакская нефтегазоносная область контролируется одноименным мезозойским прогибом, расположенным на крайнем западе Туранской плиты. Административно она расположена на территории Мангистауской области. Данный нефтегазоносный регион второй по экономической значимости для Казахстана. Открыт он в 1961 г., на газонефтяном месторождении Узень и газоконденсатнонефтяном Жетыбай разрабатывается с 1963 г. по настоящее время [1].

До начала 70-х годов проблеме поисков скоплений УВ в доюрском комплексе пород не уделялось должного внимания, хотя в отдельных скважинах и наблюдались нефтегазопроявления из триасовых отложений. И лишь после получения в 1972 г. на площади Южный Жетыбай (скважина 4, интервал 3568 - 3605 м) промышленного притока газа с конденсатом из карбонатов среднего триаса началось планомерное изучение геологии и нефтегазоносности триасового разреза. К настоящему времени в этих отложениях открыто пять месторождений (Южный Жетыбай, Северо-Ракушечное, Бектурлы, Оймаша и Тасбулат), а на ряде площадей получены промышленные притоки УВ разной интенсивности или нефтегазопроявления (рис. 1).

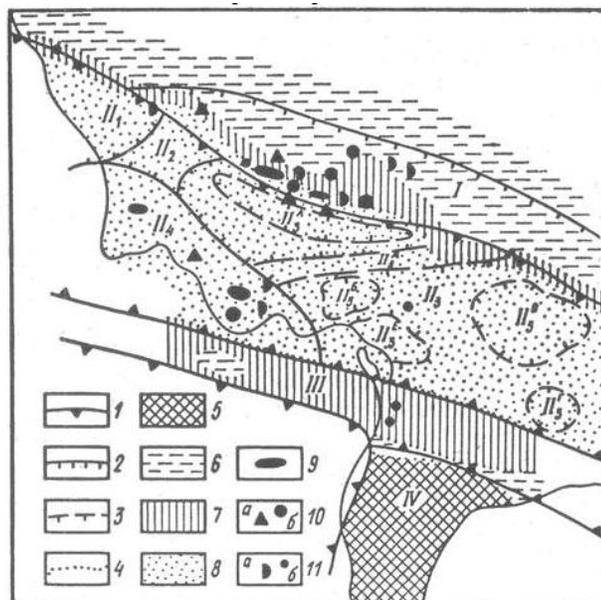


Рис. 1. Геолого-тектоническая карта доюрских отложений Южного Мангышлака

Границы тектонических элементов: 1 - I порядка, совпадающие в плане с крупными разломами, 2 - II порядка, 3 - III порядка; 4 - геологические границы; выход на доюрскую поверхность пород: 5 - фундамента, 6 - нижнего триаса, 7 - среднего триаса, 8 - верхнего триаса; 9 - залежи УВ в доюрском разрезе; 10 - промышленные притоки УВ: а - 10-50 м<sup>3</sup>/сут, б - 2-10 м<sup>3</sup>/сут; 11 - слабые притоки (а) и нефтегазопроявления (б). Тектонические элементы: Центрально-Мангышлакская система дислокаций; I - Жетыбай-Кокумбайская ступень; Южно-Мангышлакско-Устыртская система прогибов: II<sub>1</sub> - Сегендыкская депрессия, II<sub>2</sub> - Карагиинская седловина, II<sub>3</sub> - Жазгурлинская депрессия, II<sub>3</sub><sup>А</sup> - Тайбагарский прогиб, II<sub>3</sub><sup>Б</sup> - Демальская мульда, II<sub>3</sub><sup>В</sup> - Басгурлинская мульда, II<sub>3</sub><sup>Г</sup> - Гюльская мульда, II<sub>3</sub><sup>Д</sup> - Байрам-Курганбайский вал, II<sub>3</sub><sup>Е</sup> - Кумак-Махатский выступ, II<sub>4</sub> - Песчаномыско-Ракушечный свод. III - Туаркыр-Карауданская мегантиклиналь, IV - Карабогазский свод.

Роль различных частей триасового разреза в локализации скоплений УВ неравноценна. Разведанные запасы перечисленных выше месторождений, а также наиболее высокодебитные притоки УВ приходятся на вулканогеннокарбонатную формацию среднего триаса, а в разрезе последней - на пачку Б, сложенную оолитово-комковатыми доломитами, а на Южном Жетыбае и обломочно-полидетритовыми известняками. Высокоемкостные свойства данной пачки обусловлены развитием каверново-поровых коллекторов. По данным лабораторных анализов, выполненных в КазНИПИнефти, открытая пористость этих пород достигает 28 %, а проницаемость - 0,6 мкм<sup>2</sup>.

С вулканогенно-терригенными образованиями верхнего триаса связаны в основном низко- и малодебитные притоки УВ, и лишь в отдельных случаях (скважины 2 Жиланды, 14 Нармаул, 20 Северо-Ракушечная, 1 Западный Тасбулат) отмечались средне- и высокодебитные притоки.

Алевритисто-аргиллитовые отложения нижнего триаса из-за низких коллекторских свойств практического интереса не представляют. Низкодебитные притоки (не более 2 м<sup>3</sup>/сут) из этой части разреза были получены на Узеньском и Северо-Ракушечном поднятиях.

Большого внимания заслуживают и отложения верхнего триаса там, где развиты песчано-алевролитовые (возможные коллекторы) и глинистые (потенциальные покрывки) разности пород. Их перспективность подтверждается и практикой поисково-разведочных работ [2].

Лито-физическая характеристика нижнетриасовых продуктивных горизонтов выдерживается постоянной на многих разведочных площадях Южного Мангышлака.

Промышленные притоки нефти и газа на ряде площадей Южного Мангышлака свидетельствуют о залежах в нижнетриасовых отложениях. [3].

Таким образом, основные перспективы нефтегазоносности Мангышлака связаны с вулканогенно-карбонатной толщей среднего триаса. Однако эффективность поисково-разведочных работ на этот комплекс пород в настоящее время крайне низка, что является следствием механического переноса методики поисков и разведки, применяющейся в отложениях платформенного чехла. Поэтому необходимо прежде всего изучить условия образования, сохранения и пространственного развития коллекторов в доюрском разрезе и затем разработать методику их прогнозирования [2].

Как правило, глубинный прогноз нефтегазоносности и выявление продуктивных пластов по результатам бурения поисково-разведочных скважин осуществляется путем изучения рассеянного органического вещества (ОВ) пород во всех литологостратиграфических комплексах, солевого состава пластовых вод и состава растворенных в них газов и органических соединений с помощью геохимических методов разведки. На основе определения количества и типа захороненного ОВ, степени его превращенности выделяются нефтегазопроизводящие толщи, и дается количественная оценка возможных ресурсов нефти и газа [4] и в этой связи с целью восполнения минерально-сырьевой базы Казахстана и обоснования перспектив нефтегазоносности доюрских отложений Южно-Мангышлакского прогиба является целесообразным проведение геохимической оценки нефтегазогенерационного потенциала вышеупомянутых отложений путем проведения пиролиза Рок-Эваль и последующего бассейнового моделирования, которые были обусловлены из-за слабой геохимической изученности отложений осадочного чехла на определенных месторождениях Южно – Мангышлакского прогиба.

### Литература

1. Г.Ж.Жолтаев, П.Т.Гайковой, Б.М.Абишев, Г.Ермекбаева. «Геология нефти и газа». Учебное пособие. - Алматы: КазНТУ, 2011. – 158 с.
2. Д.С.Оруджева (ИГиРГИ), В.И.Попков, А.А.Рабинович (КазНИПИнефть). «Новые данные о геологическом строении и перспективах нефтегазоносности доюрских отложений Южного Мангышлака». Геология нефти и газа, 1985'07
3. Арбузов В.Б., Волож Ю.А., Данилин А.Н., Дмитриев Л.П., Козмодемьянский В.В., Липатова В.В., Салов Ю.А., Хафизов И.А. «Триас Южного Мангышлака». М.: Недра, 1981 г.с.179
4. Я.Г.Грибик, Н.С.Петрова. «Поиски и разведка месторождений нефти и газа». Минск – 2016 г., с.14

Н.Е.Елеукулов

**Оңтүстік Маңғышлақ ойпатындағы игерудің соңғы кезеңіндегі кен орындарындағы юраға дейінгі мұнай-газ шөгінділерін барлау және мөлшері бойынша перспективасын зерттеу.**

*Андатпа. Мақалада Оңтүстік Маңғышлақ ойпатындағы юраға дейінгі мұнай мен газ шөгінділерінің перспективасы талқыланады. Триас шөгінділеріндегі мұнай мен газ кен орындарындағы ашылуына себеп болған триас қимасының геологиясы мен мұнай-газ шөгінділерінің жүйелі түрде зерттеудің қысқаша шолуы мен тарихы келтірілген. Осы құрылымдық қабаттағы мұнай мен газ шөгінділерінің мөлшерін одан әрі анықтау үшін мұнай-газ өндіру потенциалын анықтайтын геохимиялық зерттеудің орынды екені атап өтілді.*

**Түйін сөздер:** триас шөгінділері, ойпат, оңтүстік маңғышлақ, мұнай және газ өндіру потенциалы, мұнай және газ мөлшері.

N.Y.Yeleukulov

**Additional exploration and determination of the prospects for oil and gas potential of pre-Jurassic sediments in mature oil fields within the South Mangyshlak trough**

**Abstract.** The article discusses the prospects for the oil and gas potential of pre-Jurassic deposits within the South Mangyshlak trough. A brief review and history of the systematic study of the geology and oil and gas potential of the Triassic section which led to the discovery of oil and gas deposits within Triassic is given. The rationality of conducting a geochemical assessment of the oil and gas generation potential for further determining the oil and gas content of this structural floor is also noted.

**Keywords:** Triassic sediments, trough, south mangyshlak, oil and gas generation potential, oil and gas potential.

УДК 553.982.231

**Г.Т. Енсепаев, Д.Н. Нурланов**

*Научный руководитель – С.К. Умиришин, кандидат 2-м наук, ассоц. Профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[Ensep.galym@mail.ru](mailto:Ensep.galym@mail.ru)*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ЗАПАСОВ НЕФТИ В МЕЖСВОДОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЩИСАЙ, ЮЖНО-ТОРГАЙСКОЙ ВПАДИНЫ**

**Аннотация.** *Ащисайское нефтяное месторождение имеет один из самых высоких коэффициентов восстановления в мире (65%) без третичных методов увеличения нефтеотдачи и поддержания пластового давления, добывая из терригенных отложений нижнемеловых и юрских образований Южно-Тургайского бассейна, Казахстан. Причиной высокого коэффициента извлечения является высокая проницаемость коллектора и мощная подпорная вода комбинированный с упруго-водонапорным режимом.*

*Сложной частью разработки месторождения является высокая обводненность (90%) в сочетании с истощением запасов нефти (20 лет). Вдобавок к этому, в текущей отраслевой среде, учитывая низкую буровую активность компании (4 скважины в год), основной целью является повышение эффективности существующих скважин, обеспечивающих разработку месторождения и минимизацию рисков при планировании проектных скважин для максимизации добычи нефти. Будучи небольшой независимой компанией, чрезвычайно важно продумывать все риски и придерживаться комплексного подхода к разработке месторождения.*

*В этой статье будет подчеркнута важность моделирования и связь с опытом бурения успешных скважин. Комбинированные статические и динамические модели коллектора, построенные в Petrel и ECLIPSE, были полностью включены в повседневную работу и помогли принимать решения о новых местах расположения скважин, планировании расположения скважин и прогнозирования добычи с новых скважин.*

*В результате интегрированного подхода к моделированию коллектора, сопоставляя фактические и прогнозные данные, проведен количественный анализ пробуренных скважин, и выведен статистические данные определяющие факторы влияющие на успешность бурения скважин. В презентации будут рассмотрены практические примеры реализованных скважин. Анализ и выводы в данной работе базируются на статическом и динамическом моделировании.*

**Ключевые слова:** *Petrel, ECLIPSE, межсводовое пространство, остаточные запасы нефти.*

Так как были предпосылки подтверждения наличия гидродинамической связи между 3 и 6 Залежами, в частности, краевая скважина 3 Залежи №43 имела обводнённость ниже, чем в соседних скважинах.

Было принято решение о построении совместной, единой модели 3 и 6 Залежей для учёта перепадов давления и перетоков жидкостей, в следствии усиленной добычи со скважин 3 Залежи. Так как суммарная добыча жидкости на 3 залежи в х5 раз превышала добычу с 6 Залежи и составляла 33 300 м3/сут и 6 200 м3/сут соответственно. Более того, разработка 3 Залежи началась гораздо раньше, чем на 6 Залежи в 2000 и 2012 годах соответственно.

Трудности начались на стадии геологического моделирования, во время корреляции скважин, в связи с тем, что в корреляции участвовали скважины всего Центрального блока, то есть 1-2-3-4-6 Залежи, около 100 скважин.

Время расчёта одного запуска Центрального блока также была очень высокой – 5-6 часов. Далее путём секторного моделирования были отделены Залежи 3 и 6, с учётом перетоков жидкостей с других Залежей, а также перепадов давления.

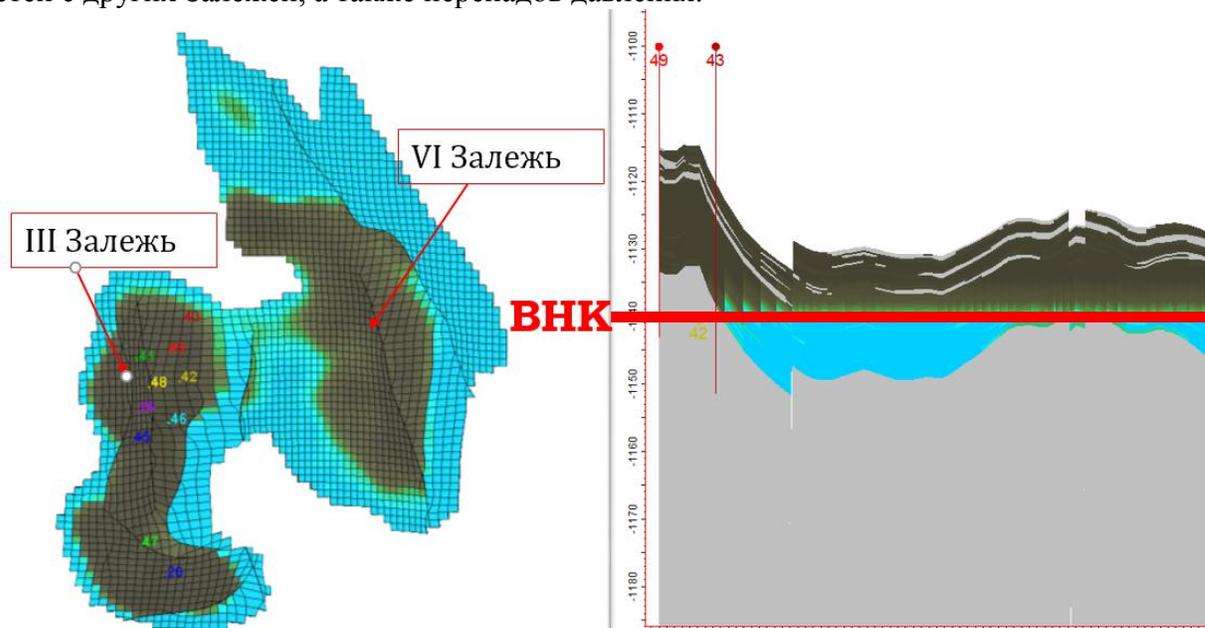


Рисунок 1. Карта с иллюстрацией нефтенасыщенности до начала разработки.

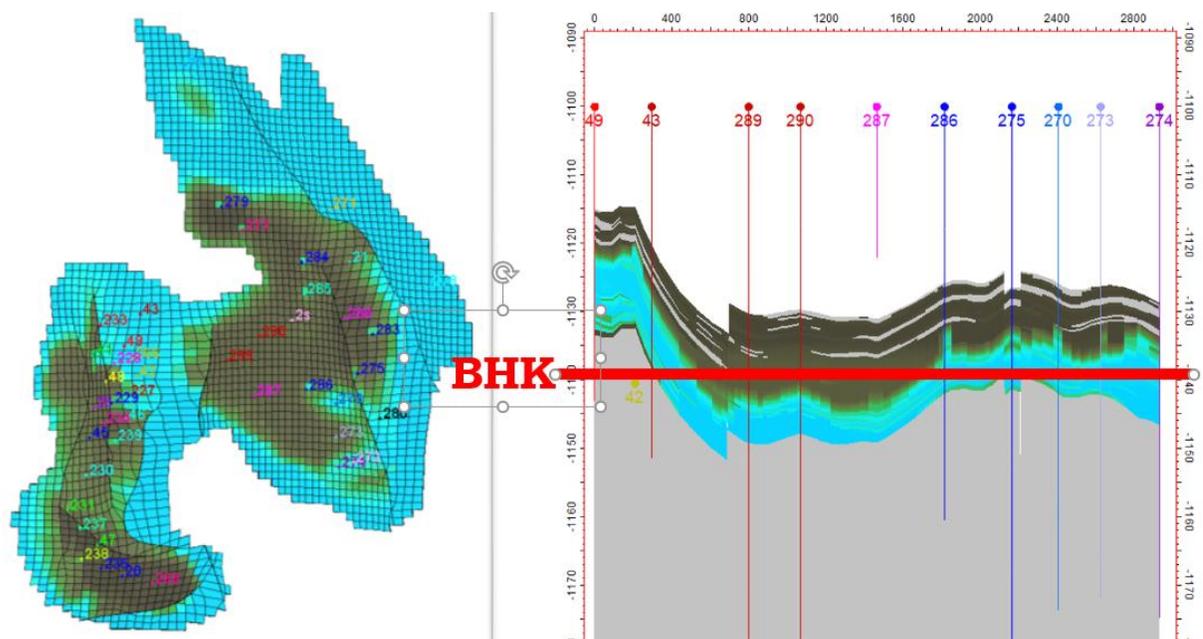


Рисунок 2. Карта с иллюстрацией нефтенасыщенности в 2020 году.

Таким образом, геологическая модель была построена (рис.1), и для подтверждения теории была симулирована гидродинамическая модель, с учётом всех скважинных данных, интервалов перфорации, добычи каждой скважины с начала разработки. После адаптации гидродинамической модели, модель не только подтвердила наличия гидродинамической связи между Залежами, но и определила локализацию остаточных запасов нефти (Рис.2).

Для минимизации рисков была пробурена сперва скважина №286 (рис.3), и на следующий год скважина №287. ГИС данные обеих скважин подтвердила текущий ВНК, и на сегодняшний день параметры скважины №287:  $Q_{ж}=12\text{м}^3/\text{сут}$ , обв=16%.

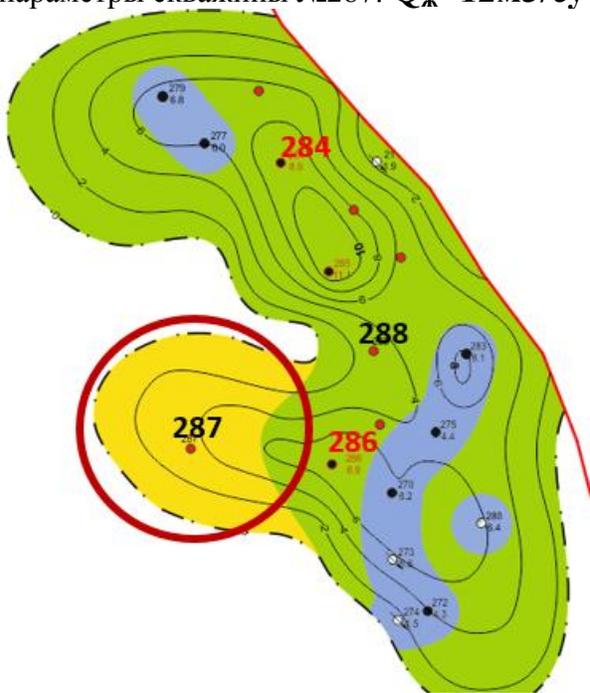


Рисунок 3. Подсчётный план. Прирост запасов категории С2.

**Аннотация.** Подведя итог, благодаря комплексному моделированию, было пробурено 2 скважины с обводнённостью 15% и 50% при том, что средняя обводнённость по месторождению 92%. Более того заложены 2 проектные скважины №289 и №290 (рис 2) в зоне где на наличие нефти не было даже подозрений геологов.

**G.T. Yensepbayev, D.N. Nurlanov**

**Determination of the displacement of oil reserves in the inter-roof space using the example of the Ashisay field, the South Torgai depression**

**Abstract.** To summarize, thanks to integrated modeling, 2 wells were drilled with water cut of 15% and 50%, while the average water cut for the field is 92%. Moreover, 2 project wells №289 and №290 (Fig. 2) were drilled in an area where the presence of oil was not even suspected by geologists.

**Keywords:** Petrel, Eclipse, modeling, oil reserves drilled wells, water cut.

**Ғ.Т. Еңсеппаев, Д.Н. Нұрланов**

**Аршааралық кеңістіктегі мұнай қорының ығысуын Ащысай кен орны, Оңтүстік Торғай ойпаты мысалында анықтау**

**Аңдатпа.** Қорытындылай келе, интеграцияланған модельдеудің арқасында 2 ұңғыма 15% және 50% кесілген су бұрғыланды, ал кен орнына орташа су шығыны 92% құрайды. Мұнымен қатар геологтар күдіктенбеген жерде No289 және No290 жобалық 2 ұңғыма салынды (2-сурет).

**Түйін сөздер.** Petrel, ECLIPSE, кеңістік аралығы, мұнайдың қоры, ұңғы.

УДК 550.8.053

**А.Б.Ерболат**

*Ғылыми жетекші – Г.Ж.Жолтаев, г.м.-ғ.д, профессор*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.*

[bekbolatovna.a@mail.ru](mailto:bekbolatovna.a@mail.ru)

## **АРЫСҚҰМ ОЙЫСЫМЫНЫҢ ДАМУ САТЫЛАРЫ**

**Аңдатпа.** Мақалада Арысқұм ойысымынның мұнай-газ кешендерінің (мұнай-газ қабатның) қалыптасу шарттары қарастырылады. Арысқұм ойысымының мұнай-газ кешендері (мұнай-газ қабаттары) мұнай-газ түзілуінің рифтогендік геодинамикалық режимінің әсерінен қалыптасқан. Рифтогенез кезеңдері рифтқа дейінгі, бастапқы (төменгі юра), ортаңғы (төменгі – ортаңғы юра) және аяқтаушы (жоғарғы юра) болып бөлінеді, олар юра өнімді горизонттарының қалыптасуымен байланысты. Бор өнімді горизонттары эпирифттік кезеңде қалыптасқан.

**Түйін сөздер:** Оңтүстік Торғай ойпаты, Арысқұм ойысымы, мұнай-газ кешені, рифтогенез сатылары, құрылым.

Оңтүстік Торғай ойпаты Торғай синеклизасының оңтүстік-шығыс бөлігін қамтиды және Тұран плитасының құрамына кіреді. Ойпат Мыңбұлақ седловинасымен бөлінген екі ойысымынан тұрады: солтүстігінде Жыланшық және оңтүстігінде Арысқұм. [1]

Оңтүстік Торғай мезозой-кайнозой қалыптасу тарихында көптеген ғалымдардың пікірі бойынша үш кезеңнен тұрады: бастапқы, басты және аяқтаушы. Бастапқы және басты кезеңнің бір бөлігін қамтитын рифтогенез жоғарғы триас-төменгі юра және жоғарғы юра дәуіріне дейін үш кезеңде болды: бастапқы – қалыптасу (триас-төменгі юра), ортаңғы – шөгу (төменгі – ортаңғы юра) және аяқтау (жоғарғы юра). Рифтогенез нәтижесінде Оңтүстік Торғай бассейнінің құрылымы қалыптасты. [4]

Аймақ құрылымында үш құрылымдық қабат бөлінеді:

-төменгі гетерогенді қатпарлы іргетас, метаморфталған протерозой – венд және төменгі – палеозой вулканогенді – шөгінді түзілімдерінен тұрады, каледондық консолидациядан өткен.

- ортаңғы квазиформалы, девон –төменгі карбонның карбонатты және терригенді – карбонатты түзілімдерінен тұрады. Қабаттың көтеріңкі қуаттылық аймағы (3 км және одан жоғары) Мыңбұлақ седловинасының оңтүстік-батыс шетінде және Арысқұм ойпатының батыс бөлігінде төменгі Сырдария күмбезімен бірігу аймағында байқалады.

- жоғарғы, платформалық қабат 2 құрылымдық деңгейге бөлінеді: юралық орогендік, Жыланшық және Арысқұм ойысымындағы рифтогендік грабен-синклинальдар қалыптасуы және бор-төрттік түзілімдерінің плащ тәрізді көне шөгінді кешендерімен қабаттасады.

Юра құрылымдық жікқабатарының ерекшелігі оның белсенді тафрогенді тектоникалық режиммен сипатталатын тек континент ішілік жағдайда қалыптасуы болып табылады, бұл өз кезегінде тар сызықты созылған грабендердің қалыптасуына, оларды орындайтын түзілімдердің әр ритмдік кешені бойынша жоғары қарай қима бойынша кеңейіп, іргетастың шығыңқы бөліктерімен бөліген.

Грабен синклинальдарындағы юра кешенінің табанының белгілері 5-6 км-ге жетеді, горст - антиклинальдарда -1000 -1600 м-ге дейін азаяды.

Арысқұм ойысымы көптеген жергілікті құрылымдармен күрделенген.

Оңтүстік Торғай ойпатын зерттейтін авторлардың көпшілігі оның грабен-синклинальды компоненттерін юра кезеңінің басында қалыптасқан рифтогендік құрылым деп қарастырады.

Грабен-синклинальдардың рифтогендік табиғаты іргетастың бетінің сатылы құрылымымен, қалыптасқан жарылымдар, конседиментациялық құрылымдық жікқабатардан тұрады. Барлық грабен-синклинальдар асимметриялы. Тік жақтар юра шөгінділерінің барлық немесе төменгі бөлігінің таралуын шектейтін үлкен амплитудалық сатылардан тұрады. Г.Ж.Жолтаевтың айтуы бойынша, грабен-синклинальдар - бұл көмірсутектерді генерациялау аймақтары. Тегістелген жақтар бойлық, кейде көлденең сатылармен күрделеніп, негізгі ритмокешендерінің юра қимасында және олардың бөліктерінде таралуын бақылайды. Осы құрылымдарды бөлетін горст-антиклинальдар (мұнай-газ жинақталу аймақтары) салыстырмалы түрде аз амплитудасы бар шығыңқы жерлер және мұльдалармен күрделенген.

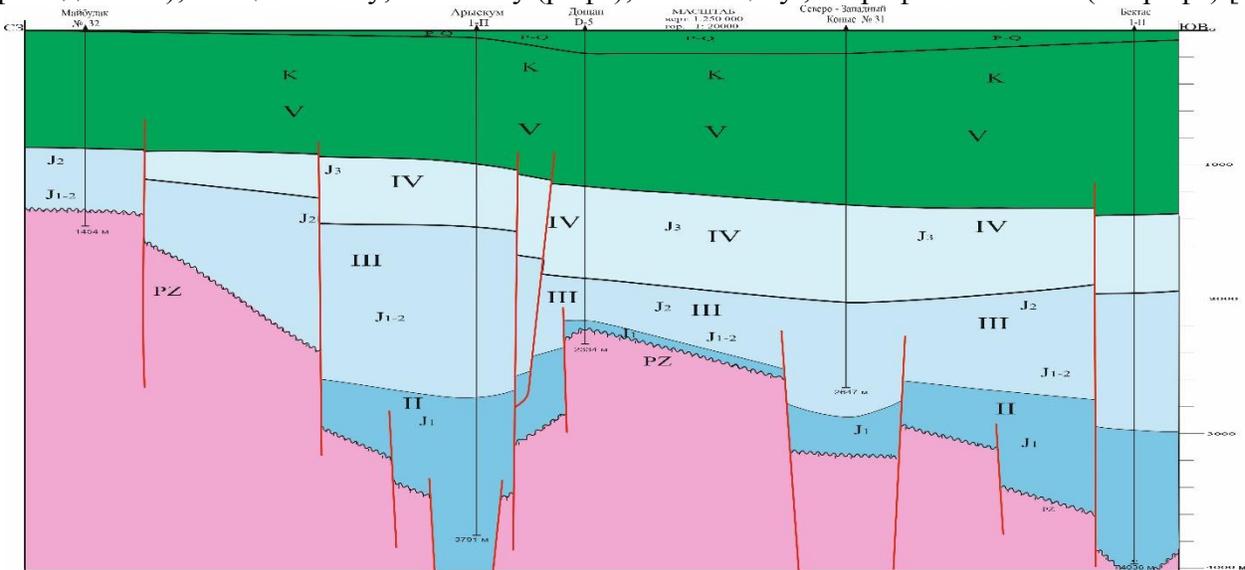
Арысқұм ойысымының батыс бөлігінде орналасқан Арысқұм грабен-синклинальы, ені 20-25 км-ге дейін жетіп 200 км-ден астам солтүстік-батысқа созылып жатыр. Арысқұм грабен - синклинальдың ең батып жатқан орталық бөлігінде шөгінді тыс қалыңдығы 6000 метрге жетеді. Оңтүстік Торғай бассейндеріне ұқсас, рифт бассейндері үшін сызықтық құрылымдық формалар және олардың ұзақ мерзімді терең жарылымдар байланыстарымен сипатталады. [2]

Оңтүстік Торғай (Арысқұм) ойысымы аумағында 4 суб-ендік бағытында рифтте қалыптасқан ең үлкен сызықтық созылған грабен - синклинальдер: Бозінген, Сарылан, Ақшабұлақ, Арысқұм, Табақ-Бұлақ, Ащысай және Ақсай грабен-антиклинальдар деп аталатын өзара горст көтерілімдермен бөлінген.

Арысқұм грабен-синклинальының осьтік бөлігі Басты Қаратаудың жарылының жалғасы болып табылатын үлкен жарылымды бұзылыстармен күрделенген. Жарылым амплитудасы солтүстік-батыста 2000 метрге жетеді, оңтүстік-шығысқа қарай 400 метрге дейін төмендейді. Грабен- синклинальдің солтүстік-шығыс беткейі оңтүстік-батысқа қарағанда тік. Жарылыс палеозой мен мезо-кайнозойдың барлық қимасын кесіп өтеді. Оған грабен-синклинальдің ішкі бөлігінде Майбұлақ, Арысқұм, Қоныс, Оңтүстік Қоныс, Солтүстік-Батыс Қоныс, Бектас кен орындары тобы ұштастырылған.

Өңірде 3D сейсмикалық деректері бойынша П<sup>1</sup>, Па, П<sub>3</sub>, П<sub>4</sub>, Р<sub>2</sub> шағылысатын горизонттардың әртүрлі өңірлік және аймақтық реперлері сенімді түрде ерекшеленеді, оларға өңірлік мұнай-газ кешендері ұштастырылған.

Ойпаттың осы үлкен құрылымдық-тектоникалық элемент қимасында үш мұнай-газ кешенге бөлінеді: төменгі бор (неоком), юра және мезозойға дейінгі, оның пайда болуы мұнай мен газ түзілуінің рифтогендік режимімен байланысты, онда дамудың бес кезеңі ажыратылады: I-жетілу (рифтке дейінгі); II - қалыптасу; III - шөгу (рифт); IV – аяқтау; V- рифттан кейінгі (эпирифт).[4]



Даму кезеңдері: I-жетілу (рифтке дейінгі); II-қалыптасу; III-шөгу (рифт); IV-аяқтау; V-рифттен кейінгі(эпирифт).

Сур.1. Арысқұм ойысымының аймақтық геологиялық –геофизикалық профилі

Мезозойға дейінгі кезеңде мұнай мен газ шоғырлары іргетастың жоғарғы, ыдыраған бөлігінде пайда болған және негізінен екінші дәрежелі болып саналады, юра дәуірінің аналық таужыныстарынан көмірсутектердің миграция нәтижесінде қалыптасқан. Бұл кешен I-рифтке дейінгі кезеңмен сипатталады.

Юра кезеңі триас-төменгі юра, ортаңғы юра және жоғарғы юра кезеңдеріне сәйкес келетін үш үлкен седиментациялық циклмен байланысты, олар II - қалыптасу, III - шөгу және IV-аяқтау сатысында қалыптасты. Циклдардың әрқайсысы ірі сынықты зор түйірлі таужыныстардың пайда болуынан басталып, негізінен сазды шөгінділердің жиналуымен аяқталған.

Ритмокешендердің төменгі бөліктеріне негізгі өнімді горизонттар байланысқан юра қимасының коллекторларының 80%-на дейін ұштастырылған. Ритмокешендердің жоғарғы бөлігі, сазды қабаттары негізінен аймақтық жапқыш рөлін атқарады. Жоғары триас - юра шөгінділерінде, тұтастай алғанда, көлдік шөгінділер басым болды. Арналық шөгінділер де кең таралған, әсіресе төменгі және ортаңғы юрада көлдік және жайылма сазды шөгінділер айқын басым болуымен кеңінен таралған.[3]

Өнімді горизонттар құмтастармен, алевролиттер мен саздардың қабаттасауымен күрделенген. Коллектор таужыныстар түйіршікті түрге жатады және құмтас, құм және алевролиттермен ұсынылған.

Кешен үш ішкі кешеннен тұрады: төменгі, төменгі-ортаңғы және жоғарғы юра, олардың әрқайсысының төменгі бөлігінде қабаттар коллекторлы ірі сынықты таужыныстармен күрделенген, жоғарғы бөлігінде сұйықтыққа төзімді сазды қабаттардан тұрады. Төменгі мұнай-газ кешені стратиграфиялық тұрғыдан екі свитаны қамтиды: сазымбай және айбалин, тиісінше, құм-конгломерат және алевро-құм-аргиллит қабаттарымен ұсынылған.

Бор кезеңі V - эпирифт кезеңімен байланысты. Өнімді горизонттар құмтастар, алевролиттер және саздардың қайталанған қабаттарынан тұрады. Коллектор таужыныстары

түйіршіктелген типке жатады және олар құмтастармен, құмдармен және алевролиттермен ұсынылған.

Жоғарыда айтылғандарды қорытындылай келе, рифт және оның даму процесі мұнай-газ бассейндерін қалыптастыруда маңызды рөл атқаратынын атап өтуге болады. Рифтогенез мұнай-газ түзілу және мұнай-газ жинақтау процестерін және көмірсутектер шоғырларының орналасу заңдылықтарын бақылайды. Арысқұм ойысымында төменгі және ортаңғы юра шөгінділерінің өнімді горизонттары рифттің даму кезеңдерінде, ал жоғарғы юра және бор рифттің даму сатысында және плиталық кезеңде қалыптасты.

Зерттелетін аймақтағы мұнай-газ перспективаларының оң факторы болып табылатындығын атап өтуге болады:

1. Көмірсутектер өндіру аймағы ретінде қызмет ететін юра қимасының (Арысқұм грабен-синклиналь) терең жүктелген бөліктерінің болуы;

2. Мұнай-газ түзілуінің рифтогендік режимі аймағында кен орындарының болуы;

3. Көмірсутектердің тұтқыштары үшін экран болып табылатын ұзын тектоникалық жарылымдардың болуы ;

4. Коллекторлар мен жапқыштардың қимада болуы;

5. Бор және юра горизонттарындағы қабатты - күмбезді тектоникалық экрандалған шоғырларды және палеоарналардағы құрылымдық емес шоғырларды табу перспективалары.

#### **Әдебиет**

1. Жолтаев Г.Ж., Парагульгов Т.Х. и др. «Геология нефтегазоносных областей Казахстана (Геология и нефтегазоносность Южного Тургая)». Алматы, 1998 г.

2. Жолтаев Г.Ж., и др. «Тектоническое развитие и нефтегазоносность Южно-Тургайского бассейна», Алматы, 2004 г.

3. Жолтаев Г.Ж., Парагульгов Т.Х. Рифтогенез и нефтегазоносность Тургайского прогиба // Рифтогенез и нефтегазоносность. М.: Наука, 1993. С.112-116.

4. Отчет о научно-исследовательской работе 21.Н «Геодинамические условия формирования нефтегазоносных комплексов рифтогенных зон Северного Устюрта и Восточного Казахстана». Алматы, 2005 г.

#### **А.Б.Ерболат**

##### **Этапы развития Арысқұмского прогиба**

**Аннотация.** В статье рассмотрены условия формирования нефтегазоносных комплексов (нефтегазовый пласт) в Арысқұмском прогибе. Нефтегазовые комплексы (нефтегазовые пласты) Арысқұмского прогиба формируются под влиянием рифтогенного геодинамического режима нефтегазообразования. Этапы рифтогенеза делятся на дорифтовые, , начальный – заложения (ранняя юра), средний – проседания (ранняя – средняя юра) и завершающий (поздняя юра), они связаны с формированием юрских продуктивных горизонтов. Меловые продуктивные горизонты сформировались в эпирифтовую стадию.

**Ключевые слова:** Южно-Тургайская впадина, Арысқұмский прогиб, нефтегазоносные комплексы, структура, этапы рифтогенеза .

#### **A.B. Yerbolat**

##### **Stages of development of the Arysium trough**

**Abstract.** The article considers the conditions for the formation of oil and gas complexes (oil and gas reservoir) in the Arysium trough. Oil and gas complexes (oil and gas layers of the Arysium trough) are formed under the influence of the rift geodynamic regime of oil and gas formation. The stages of rifting are divided into pre – rift, , initial – laying (early jurassic), middle – subsidence (early-middle jurassic) and final late jurassic), which are associated with the formation of jurassic productive horizons. The cretaceous productive horizons were formed during the epirift stage.

**Keywords:** South Torgay, Arysium trough, oil and gas complex (oil and gas play), structure, rifting stage.

**Н.М. Итемен**

*Научный руководитель – С.М. Кан, зав.лаб. промышленных и геотермальных вод, к.г.-м.н.  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

## **ПАЛЕОГИДРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАССОЛОВ**

**Аннотация.** Палеогидрогеохимические исследования являются важной составной частью общего палеогидрогеологического анализа, задача которого выявление региональных палеогидрогеологических условий формирования и размещения промышленных рассолов, включая реконструкцию условий формирования для отдельных площадей и зон.

Геологическая история воды начинается с момента попадания ее в земную кору. Это происходит в результате седиментации - захоронения вместе с осадками и последующего отжатия из них, дегазации мантии и магматизма, инфильтрации и конденсации. Названные процессы - составная часть гидрологического и геологического круговоротов воды и разновидности геологической формы ее движения, благодаря чему на протяжении геологической истории поддерживается равновесие между водой свободной и связанной, в жидком, твердом, газообразном и надкритическом состояниях.

**Ключевые слова:** Палеогидрогеохимический анализ, геотермальные воды, инфильтрация, осадка, магматизм.

### **Принципы восстановления гидрогеологической истории**

При восстановлении историю воды в недрах Земли с учетом современных гидрогеологических закономерностей необходимо обратиться к происходившим в прошлом геологическим процессам. В минувшие эпохи многие геологические процессы происходили так же, как и теперь, механизм их мало отличался от современного.

Отлагающиеся на дне водоемов глины и илы содержат воду в количестве 60— 90% от своего объема. При уплотнении осадков часть воды отжимается сначала обратно в водоем, а затем по мере погружения и увеличения давления перекрывающих толщ, ведущего к превращению осадка в породу, вода вытесняется в песчаные слои, заключенные между глинами и илами. Если такой коллектор не имеет сообщения с водоемом, то вода в значительной массе в нем и накапливается. В результате уплотнения ила и последующего литогенеза количество воды уменьшается с 50—60 до 1—2% и менее (глинистые сланцы). Уплотнение песков примерно в два раза меньше, чем глин. Такое различие как раз и способствует переходу в больших масштабах воды из глин в пески. По мере погружения осадка содержание воды уменьшается. При достаточно высоких давлениях (на глубинах 3 км и более) из глин переходит в пески физически и химически связанная вода, при этом она становится свободной и начинает перемещаться под влиянием гидростатического или геостатического напора.

Находящиеся в песчаных слоях седиментогенные воды, захваченные при осадконакоплении, постепенно замещаются водами, которые отжимаются из глин. Движение отжимаемых вод, вызванное геостатическим давлением, направлено от мест наибольшего прогибания в сторону наименьшего погружения песчаного коллектора. Выжимающаяся из глин вода обеспечивает водообмен. Его называют *седиментационным* или, *элизионным* (лат. «элизио» — выжимаю).

Элизионный водообмен происходит при морском режиме, когда резервуар подземных вод находится в стадии погружения. При смене отрицательного знака тектонических движений

на положительный наступает подъем территории и морской режим частично или полностью сменяется континентальным. Тогда становится возможным проникновение метеорных вод. Внедрение инфильтрационных вод обязано действию гидростатического напора. Оно вызывает вытеснение находящихся в резервуаре седиментогенных вод. Такой водообмен получил название *инфильтрационного*.

Разрывная тектоника, обусловленная растягивающими усилиями, местами приводит к образованию глубоких расколов, по которым поступает из подкорковых и других очагов магма. Вместе с магмой, обычно в виде смеси с другими разновидностями вод, в резервуар проникают магматогенные воды. Они замещают как седиментогенные, так и инфильтрационные воды. Возникающий в этом случае водообмен может именоваться *магматическим* или *эндогенным*. Движущей силой магматического водообмена служат внутреннее (эндогенное) давление, передающееся из магматических очагов, и тектонические напряжения. Такой водообмен происходит только в тектонически активных зонах.

Итак, полный гидрогеологический цикл состоит из элизионного (седиментационного), инфильтрационного и иногда магматического (эндогенного) этапов водообмена.

В течение элизионного этапа следующего гидрогеологического цикла снова происходит погружение и накопление седиментогенных вод в образующихся осадках. В отложениях первого цикла также продолжается водообмен, ведущий к вытеснению магматогенных или инфильтрационных вод, при этом в погруженных частях продолжают выжиматься седиментогенные воды из глин, синхронные прежнему циклу. На инфильтрационном этапе нового цикла инфильтрационные воды внедряются как в молодые, так и древние отложения. То же будет в случае интрузии магматогенных вод. Сходная с описанной картина имеет место при следующих гидрогеологических циклах. Таким образом, на протяжении времени своего существования бассейны пластовых вод сочетают в себе элизионный и инфильтрационный водообмены.

Резервуары платформенного типа, будучи устойчивыми во времени, подвергаются относительно слабой тектонической перестройке. В истории развития платформенных бассейнов пластовых вод наблюдаются обычно только элизионные и инфильтрационные этапы водообмена. Магматический этап проявляется редко (например, трапповый магматизм). В современную эпоху на древних платформах вследствие сильного уплотнения пород практически прекратился элизионный водообмен, сменившись инфильтрационным. Правда, подземные водоносные системы в глубоких горизонтах молодых платформ продолжают пополняться седиментогенными водами путем отжатия связанных глинами вод из отложений прошлых гидрогеологических циклов, но наряду с ним в верхних горизонтах действует инфильтрационный водообмен текущего, гидрогеологического цикла.

Следовательно, в ходе исторического развития бассейны пластовых вод оказались заполненными большей частью смесью с самым различным соотношением седиментогенных и инфильтрационных вод.

### ***Палеогидрогеохимические реконструкции***

Палеогидрогеохимические реконструкции основаны на материалах структурно-палеогидрогеологического анализа распространения различных геологических формаций как по площади, так и в разрезе исследуемых тектонических структур. Кроме того, при восстановлении степени минерализации и особенностей химического состава подземных вод важное значение имеют материалы палеогидрогеодинамических и палеогидротермических построений. Также важны данные палеогеографии и палеоклиматологии, данные о эпигенетических изменениях водовмещающих горных пород в процессе литогенеза.

При реконструкции химического состава пластовых вод бассейнов осадконакопления различных геологических формаций использованы существующие методики. Для открытых морских бассейнов в основу приняты данные о составе современных морских бассейнов разной солености (Мировой океан и Каспийское море). Для характеристики минерализации и химического состава древних солеродных бассейнов в первом приближении использованы имеющиеся данные о процессах испарения современной морской (океанической) воды, о составе образующихся при этом маточных рассолов и кристаллизующихся в них минеральных солей. Правомерность использования данных о химическом составе современных морских (океанических) вод и продуктов их концентрирования (путем испарения) для палеогидрогеохимических реконструкций определяется тем положением, что химический состав океанической воды, вероятно, не претерпел существенных изменений, начиная с кембрийского периода.

При накоплении осадочных формаций в условиях гумидного климата в пресноводных речных и озерных бассейнах, воды таких бассейнов имели, как в современную эпоху, гидрокарбонатный магниевый-кальциевый состав с минерализацией 0,1-0,2 г/кг. Для характеристики состава вод ранее существовавших внутренних морских водоемов и крупных озерных бассейнов условиях аридного климата использованы имеющиеся сведения о составе современных внутренних морей и озер, располагающихся в различных климатических зонах.

### Литература

1. Ахмедсафин У.М., Джабасов М.Х. и др. «Артезианские воды Чу-Сарысуйской впадины», 1979
2. Бондаренко С. С. Изучение и комплексная оценка месторождений подземных промышленных вод. - Сов. геология, 1982, № 8, с. 108—117.
3. Бойко Т.Ф., Литий, рубидий, цезий. В кн.»Металлы в осадочных толщах». М., 1964
4. Бойко Т.Ф., Редкие элементы в галогенных формациях. М., «Наука», 1973
5. Быкадоров В.А., Никитин Е.А.. Тектоника мезозой-кайнозойского платформенного чехла Чу-Сарысуйской впадины. 1977
6. Вартанян Г. С. Поиски и разведка месторождений минеральных вод в трещинных массивах. М., Недра, 1977.
7. Зайцев И. К-, Толстихин Н. И. Закономерности распространения и формирования минеральных (промышленных и лечебных) подземных вод на территории СССР. М., Недра, 1972.
8. Маврицкий Б. Ф. Термальные воды складчатых и платформенных областей. М., Наука, 1981.
9. Розен Б.Н., Геохимия брома и йода. М., «Недра», 1970
10. Солодов Н.А., Болашов Л.С., Кременецкий А.А. Геохимия лития, рубидия и цезия. М., «Недра», 1980
11. Тугаев Т.М., Мухамеджанов М.А., Сыдыков Ж.С. Отчет по результатам поисков редких элементов подземных и поверхностных водах Тургайской впадины, Центрального Казахстана и составление «Карты промышленных вод Казахстана», м-ба 1:15000000 за 1978-1980 гг (ВГФ, РГФ, ТГФ, Фонды ПГО «Казгидрогеология»)

### N.M. Itemen

#### aleohydrochemical analysis of conditions for the formation and placement of industrial brines

**Abstract.**In general, the development of an underground aquifer system, i.e., a reservoir of underground water, occurs cyclically. The concept of the hydrogeological cycle is introduced, which represents a segment of the history of underground waters, beginning with tectonic immersion, sedimentation and formation of sedimentogenic waters, covers the subsequent

uplift of the territory, denudation and penetration into the reservoir of infiltrogenic waters, sometimes includes the introduction and outpouring of magma with the release of juvenile waters and ends before a new transgression of the sea, from which the next hydrogeological cycle begins.

**Keywords:** Paleohydrogeochemical analysis, geothermal waters, infiltration, sediment, magmatism.

**Н.М. Итемен**

**Өнеркәсіптік тұздықтарды қалыптастыру және орналастыру жағдайларын палеогидрохимиялық талдау**

**Аңдатпа.** Жалпы жағдайда жер асты су жүйесінің, яғни жер асты суларының резервуарының дамуы циклді түрде жүреді. Гидрогеологиялық цикл ұғымы, ол тектоникалық батудан, шөгінділердің жиналуынан және шөгінділердің түзілуінен басталатын жер асты суларының тарихының бір бөлігін білдіреді, аумақтың одан әрі көтерілуін, инфильтрагенді сулардың резервуарына енуін және енуін қамтиды, кейде ювинельді сулардың бөлінуімен магманың төгілуін және келесі гидрогеологиялық цикл басталатын жаңа теңіз трансгрессиясының алдында аяқталады.

**Түйін сөздер:** Палеогидрогеохимиялық талдау, геотермалдық сулар, инфильтрация, тұнба, магматизм.

УДК 556.3

**А.К.Кайсар, Э.М.Кульдеева**

*Научный руководитель – доктор Phd, лектор кафедры “Геология нефти и газа”*

*Э.М.Кульдеева*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

*[aigerimquatqyzy@gmail.com](mailto:aigerimquatqyzy@gmail.com)*

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ДОИЗУЧЕНИЯ С ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ ЖАМБЫЛСКОЙ ОБЛАСТИ, В СВЯЗИ С АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены результаты работ по гидрогеологическому доизучению с исследованиям Жамбылской области, 6093км<sup>2</sup>. Основанием дополнительных гидрогеологических исследований послужила интенсивная антропогенная нагрузка на территории Жамбылской области. В связи с этими обстоятельствами возникает необходимость изучения гидрогеологических условий местности, информация о которой необходима как для перспективного планирования, так и для сельскохозяйственных целей, а также для реализации планов территориального развития. Кроме того, были проанализированы и учтены материалы гидрогеологических изысканий в масштабе 1: 50 000–1: 200 000, проведенных в разные годы.

**Ключевые слова:** Гидрогеология, водоносный горизонт, водозаборная площадь, гидрогеологическая сеть

Гидрографическая сеть на территории листа приурочена к межгорным долинам и эрозионным врезам. Часть рек относится к бассейну р. Сырдарья (Боралдай, Кошкарата и др.) остальные реки (Асса, Терс и др.) – к бассейну р. Чу. Наиболее крупными из них являются реки Асса, Боралдай, Тамды, Коктал.

Река Асса на исследованной территории расположена средней своей частью и впадает в оз. Среднегодовой расход реки 5,74 м<sup>3</sup>/сек, максимальный 14,2 м<sup>3</sup>/сек, минимальный 0,42 м<sup>3</sup>/сек. Наибольшие расходы наблюдаются в период паводка в марте – апреле. Вода в реке пресная и слабосоленоватая. До впадения в озеро минерализация воды не превышает 500 мг/л, вблизи северной границы территории она увеличивается до 1500 мг/л. Химический состав воды сульфатно-гидро-карбонатный натриевый.

Река Боралдай берет начало из родника на северо-восточном хр. Боралдайтау у пос. Кузьминка и течет в северо-западном направлении. Берега реки обрывистые, скалистые, высотой до 300 – 700 м. Глубина реки незначительная (50-70 см), течение быстрое. Среднегодовые расходы рек достигают 1 – 2,75 м<sup>3</sup>/сек. Вода в реке пресная, с минерализацией, с превышающей 305 мг/л.

Река Коктал берет начало в одном из ущелий плато Кокджот и на протяжении 35 – 40 км течет почти в меридиональном направлении. В период паводков максимальные расходы реки колеблются от 30,8 до 59,7 м<sup>3</sup>/сек, минимальные – от 0,07 до 0,1 м<sup>3</sup>/сек. Вода в рек пресная с минерализацией 380мг/л. По химическому составу вода р. Коктал гидрокарбонатная кальцие-магниевая.

Река Тамды, как и Коктал, берет началот на плато Кокджот, течет в северо-восточном направлении и теряется в пределах предгорной наклонной равнины, не доходя до оз. Бийлюколь. Расход реки в среднем составляет 0,66 м<sup>3</sup>/сек, максимальный расход наблюдается в паводок и достигает 39,5 м<sup>3</sup>/сек. В меженный период он снижается до 0,12 м<sup>3</sup>/сек. Питание рек осуществляется за счет атмосферных осадков, подземных вод и сезонного таяния снегов.

Кроме указанных рек, в горной части района наблюдается многочисленные выходы подземных вод в виде родников с расходами от 0,001 до 200 л/сек, дающих начало большому количеству более мелких речек и ручьев, часто теряющихся у подножья гор.

Климат района резко континентальный с продолжительным жарким и сухим летом и короткой суровой зимой. В климатических условиях в зависимости от рельефа местности наблюдаются некоторые различия. Так, ранинная часть территории отличается несколько более мягкими чертами климата. Ветровой режим оказывает на формирование климата определенное влияние.

Оно сказывается в распределении температур воздуха, атмосферных осадков и снежного покрова по площади, а также в интенсивности испарение. Среднегодовая скорость ветра на предгорный равнине составляет 2,9 м/сек, а в горном районе возрастает до 3,2 м/сек. Средняя максимальная скорость 3,7 м/сек падает на весенние месяцы. Наибольшее количество дней с сильными ветрами наблюдается в февралемарте. Температура воздуха отличается непостоянством как в суточном, так и в месячном и годовом разрезе. Наиболее высокие температуры приходятся на июль-август, а наиболее низкие на январь месяц.

Территория листа, в связи с большим разнообразием геологоструктурных особенностей, характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. Эта сложность заключается в многообразии водоносных горизонтов и комплексов, различных условиях их питания, залегания и разгрузки. Большую часть территории листа слагают скальные протерозойские и палеозойские породы, содержащие в себе трещинные и трещинно-карстовые воды. Остальную часть занимают мезозой-кайнозойские отложения, заключающие воды со свободной поверхностью уровня.

Выделение водоносных горизонтов и комплексов при построении гидрогеологической карты производилось по их литологическому составу и генетическим признакам с учетом стратиграфических принадлежностей водовмещающих пород. Перечисленные выше факторы обуславливают выделение в пределах территории листа 18 водоносных горизонтов и комплексов. Наряду с водоносными горизонтами и комплексами в исследованном районе имеют место воды спорадического распространения в отложениях миоцена. Практически безводные породы верхнечетвертично – современного возраста представлены эоловыми песками.

Характеристика подземных вод озерных четвертичных и нижнемеловых отложений не приводится ввиду их незначительной мощности и слабой изученности. Качественная оценка подземных вод произведена в соответствии с общепринятой классификацией, по которой к пресным относятся воды с минерализацией до 1 г/л, слабосоленатым 1-3 г/л, сильносоленатым 5-10г/л.

Химический состав подземных вод определялся раздельно по анионам и катионам, тип воды – по содержанию ионов от большего к меньшему.

Подсчет эксплуатационных запасов подземных вод четвертичных отложений производился по модулю эксплуатационных запасов, который взят из работы А.К. Джакелова (1969ф).

Для выражения минерализации использована сумма всех содержащихся в воде солей, включая половину  $\text{НСО}_3$ .

Горизонт распространен в пределах рек Асса, Терс, Тамды, Кошкарата и др. в отложениях пойм и первых надпойменных террас. Кроме того, современные аллювиальные отложения с грунтовыми водами прослеживаются в долинах многочисленных горных речек. Общая площадь его составляет около  $400 \text{ км}^2$ .

Водовмещающие породы характеризуются изменчивостью литологического состава как в продольном, так и в поперечном профиле речных долин. Как показал механический анализ пород, водоносными отложениями в пойме долины р. Ассы до впадения ее в оз. Бийлюколь являются среднезернистые и крупнозернистые пески, на первой надпойменной террасе пылеватые пески. На участке выхода р. Ассы из озера водосодержащие отложения представлены супесями с прослойками песков и суглинков. В пределах горной части долин вода содержится в гравийно-галечниковых отложениях с песчаным заполнителем, реже валунно-галечниках, местами перекрытых суглинками. Вниз по течению рек крупнообломочный материал сменяется песками разнозернистыми незначительной мощности, переслаивающимися с супесями и суглинками.

Водоносные породы в горной части подстилаются палеозойскими отложениями, на равнине по долинам рек Асса, Терс – верхнечетвертичными гравийно-галечниковыми образованиями. Максимальная вскрытая мощность водоносного горизонта в горной части составляет 5 м (долина р. Чукургаксай). Мощность обводненной толщи пород на предгорной равнине колеблется от 6,7 м, на первой надпойменной террасе р. Терс, до 14,7 м – в долине р. Ассы. Воды, циркулирующие в этих отложениях, образуют сплошной поток со свободной поверхностью зеркала, направление движения которого в основном совпадает с направлением течения рек. Глубина залегания грунтовых вод в зависимости от рельефа поверхности различная. Так, в узких горных долинах грунтовые воды залегают неглубоко, участками выклиниваясь на поверхность в виде заболоченности, прослеживаемой на значительной площади. В долинах более крупных рек, в горных и предгорных районах грунтовые воды вскрываются на глубине от 0,6 до 2,5 м, а в долинах равнинных рек (Асса, Терс) глубина залегания их увеличивается до 5 м.

Водообильность пород при различном литологическом составе их различная. Естественные выходы грунтовых вод современных аллювиальных отложений в виде родников имеют место только в горной части в пределах узких горных долин. Расходы этих родников колеблются от 0,1 л/сек в супесях до 3,5 л/сек – в галечниках. Дебиты скважин, пройденных в современном аллювии равнинных рек Асса и Терс, изменяются в широких пределах – от 0,07 л/сек при понижении уровня воды на 5,35 м в переслаивающихся супесях и суглинках и до 20 л/сек в гравийно-галечниковых отложениях при понижении уровня воды на 3 м. Коэффициенты фильтрации пород варьируют от 0,123 м/сутки в супесях до 12,3 м/сутки в разнозернистых песках и галечниках.

Минерализация подземных вод современных аллювиальных отложений так же различная. В горной части описываемого района она не превышает 0,3 г/л, за исключением подруслового потока долины ручья Аксу в горах Улькун-Бурултау, где она достигает 2 г/л. Минерализация грунтовых вод в отложениях аллювия равнинных рек имеет значительный диапазон колебания от 0,3 г/л (долина р. Терс) до 1,5 – 7,0 г/л (долина р. Ассы). Повышенная минерализация наблюдается в основном вблизи солончаков.

Подземные воды современных аллювиальных отложений имеют довольно пестрый химический состав. Так, в долинах горных рек и р. Терс он преимущественно гидрокарбонатный кальциевый, тогда как грунтовые воды равнинной р. Ассы с увеличивающейся минерализацией по мере движения потока от 1,6 г/л у выхода реки из оз. Бийлюколь до 7,3 г/л (в 7 км ниже выхода р. Из озера) изменяются по составу от сульфатно-гидрокарбонатных натрие-магниевых до сульфатных кальциевых (табл. 4). Из микрокомпонентов воды содержат цинк и свинец в пределах от 5 до 30 мг/л. По жесткости воды описываемого горизонта изменяются от мягких с величиной общей жесткости 4,8 мг-экв/л в долине р.Терс до очень жестких в долине р. Ассы с общей жесткостью до 58,3 мг-экв/л. Температура воды 11 – 15°С.

Питание подземных вод современных аллювиальных отложений горных рек происходит за счет подпитывания трещинными водами из различных комплексов коренных пород, а также за счет инфильтрации атмосферных осадков в основном весение – зимнего и осеннего периода. В предгорьях и на равнинах в пополнении запасов подземных вод участвуют атмосферные осадки и поверхностные воды рек, частично – воды нижележащих водоносных горизонтов и комплексов.

Режим грунтовых вод отличается непостоянством и зависит от величины поверхностного стока водотоков, а также количества и интенсивности атмосферных осадков. В период паводка уровень грунтовых вод заметно повышается, затем постепенно уменьшается и достигает своей минимальной отметки в осенний период (октябрь – ноябрь). Максимальная амплитуда колебания уровня грунтовых вод не превышает 1,0 м.

Подземные воды современных аллювиальных отложений используются для питьевого водоснабжения мелких водопотребителей и водопоя скота.

### **Литература**

1. Ахмедсафин У.М., Якупова Н.Я. и др. Перспективы использования подземных вод предгорных районов Южного и Юго-Восточного Казахстана для орошения. «Вестник АН Каз. ССР», №3, 1964.
2. Ахмедсафин У.М. Методика составления карт прогнозов и обзор артезианских бассейнов Казахстана. Из-во АН Каз. ССР, 1964.
3. Безруков П.Л. Отчет о поисках фосфоритов хребта Каратау. «Народное хозяйство Казахстана», вып. I. Изд-во АН Каз. ССР, 1961.
4. Безруков П.Л. Геологическое строение фосфоритоносного бассейна Каратау и основные результаты геологопоисковых работ. Сб. «Фосфориты Каратау», изд-во АН Каз. ССР, 1954.

**А.Қ.Қайсар, Э.М.Кульдеева**

**Антропогендік жүктемеге байланысты Жамбыл облысының инженерлік-геологиялық зерттеулерімен гидрогеологиялық қосымша зерттеу**

**Аннотация.** Бұл мақалада Жамбыл облысы, 6093 км<sup>2</sup> зерттеулерімен гидрогеологиялық қосымша зерттеу жұмысының нәтижелері талқыланады. Қосымша гидрогеологиялық зерттеулер Жамбыл облысының аумағында қарқынды антропогендік жүктемеге негізделген. Осы жағдайларға байланысты ұзақ мерзімді жоспарлау үшін де, ауылшаруашылық мақсаттары үшін де, аумақтарды дамыту жоспарларын орындау үшін де қажет болатын аумақтың гидрогеологиялық жағдайларын зерттеу қажет болады. Сонымен қатар, әр жылдары жүргізілген 1: 50,000-1: 200,000 масштабындағы гидрогеологиялық зерттеулер материалдары талданып, ескерілді.

**Түйін сөздер:** Гидрогеология, Сулы деңгейжик, су жинау алаңы, гидрогеологиялық желі

**А.К.Кайсар, Е.М.Кулдеева**

**Hydrogeological additional study with engineering and geological studies of the Zhambyl region, due to anthropogenic load**

**Abstract.** This article discusses the results of work on the hydrogeological additional study with the studies of the Zhambyl region, 6093 km<sup>2</sup>. The additional hydrogeological studies were based on the intense anthropogenic load on the territory of the Zhambyl region. In connection with these circumstances, it becomes necessary to study the hydrogeological conditions of the area, information about which is necessary both for long-term planning and for agricultural purposes, as well as for the implementation of territorial development plans. In addition, the materials of hydrogeological surveys on a scale of 1: 50,000–1: 200,000, carried out in different years, were analyzed and taken into account.

**Keywords:** Hydrogeology, aquifer, water intake area, hydrogeological network

УДК 628.543/628.3

**Калитов Мурат**

*Научный руководитель – Завалей Вячеслав Алексеевич, профессор, кандидат геолого-минералогических наук*

*Satbayev University, Институт геологии, нефти и горного дела, Кафедра геологии нефти и газа, Казахстан, г. Алматы  
[kalitov\\_murat@mail.ru](mailto:kalitov_murat@mail.ru)*

**АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ЧИНАРЕВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Аннотация.** *Представлены особенности эксплуатации полигона захоронения промышленных стоков Чинаревского нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного в Зеленовском районе Западно-Казахстанской области.*

*Целью проведенных работ является анализ условий эксплуатации полигона захоронения промышленных стоков, а также изучение изменения давления и объемов закачки стоков в зависимость от изменения приемистости скважины.*

**Ключевые слова:** *Полигон захоронения промышленных стоков, подземные воды, приёмистость скважины.*

Чинаревское нефтегазоконденсатное месторождение находится на территории Зеленовского района Западно-Казахстанской области, в 100 км к северо-востоку от города Уральск, на сопредельной площади с Российской Федерацией.

Геологоразведочные работы для оценки возможности закачки пластовых вод и промышленных стоков месторождения на контрактной территории Чинаревской НГКМ были проведены в период с 2005-2010 гг.

По результатам проведенных работ перспективным принят водоносный верхнепермский татарский горизонт. В результате бурения разведочной скважины №R-1 и проведенных в ней геологических и геофизических исследований, был детально изучен разрез участка недр проектируемого под полигон захоронения. В этом разрезе выделены потенциальные интервалы для закачки пластовых вод и промышленных стоков. Впоследствии эта скважина переведена в разряд нагнетательной.

На основании полученных расчетных гидрогеологических параметров проведена оценка величины зоны локализации захороняемых промышленных стоков и давления в пласте на границе их растекания. Расчеты выполнены применительно к объемам закачки пластовых вод и промышленных стоков с производительностью 400 м<sup>3</sup>/сутки в течение 10 000 суток.

Проведены лабораторные исследования по изучению качественных характеристик подземных вод пласта-коллектора, пластовых вод и промстоков, подлежащих захоронению. Большая работа проведена по оценке совместимости подземных вод коллектора с закачиваемыми промышленными стоками и пластовыми водами.

Особое внимание уделено оценке карбонатной и сульфатной стабильности – способности смеси вод и промышленных стоков сохранять в течение неограниченного времени свой химический состав и не выделять из раствора твердый карбонат. Работы по определению стабильности и совместимости промстоков с пластовой водой осуществлялись целым рядом сертифицированных лабораторий расчетным и опытным путем.

Расчет сульфатной совместимости показал, что все представленные исходные воды стабильны и совместимы между собой.

В целях исследования работы полигона захоронения промышленных стоков на Чинаревском НГКМ проанализированы данные результатов отчетов о работе полигона за периоды с октября 2018г. по сентябрь 2019г. и с октября 2019г. по сентябрь 2020г.

Работу полигона в отчетном периоде с октября 2018г по сентябрь 2020г можно разбить на три основных активных периода: первый – октябрь-ноябрь, затем перерыв в связи с зимними холодами, второй период закачки - с конца мая по середину июня и третий – с конца августа по сентябрь включительно равномерная ежедневная закачка (Рис.1., Рис.2.). В среднем, величина суточной закачки 65 – 180м<sup>3</sup> (редко выше) и не превышала 220м<sup>3</sup>.

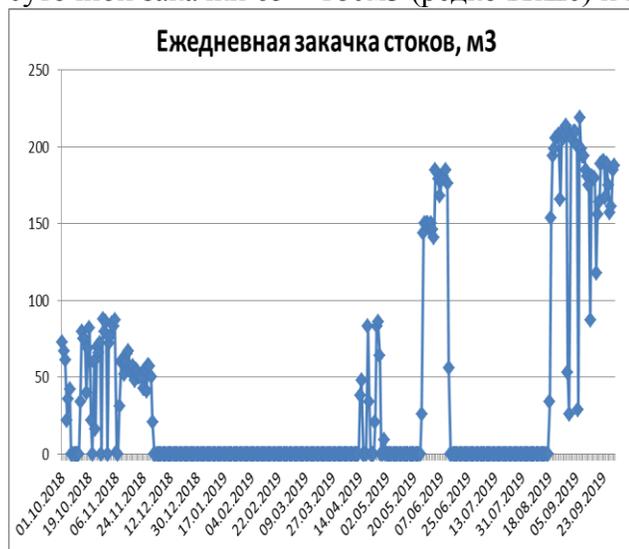


Рисунок 1. – Ежесуточная закачка стоков с октября 2018г. по сентябрь 2019г.



Рисунок 2. – Ежесуточная закачка стоков с октября 2019г. по сентябрь 2020г.

В октябре – начале ноября 2019г. закачка осуществлялась в обычном штатном режиме. Усредненная величина суточной закачки составила 136м<sup>3</sup>, а средняя величина суточного времени работы полигона по всему временному интервалу составила 11,5 часов. При этом среднее значение приемистости нагнетательной скважины составило 3,9м<sup>3</sup>сут на 1кгс/см<sup>2</sup> при давлении преимущественно 70 атм, что практически соответствует расчетным проектным показателям.

Другая картина работы полигона наблюдается во второй период его работы, соответствующий второй половине 2020г. (самый разгар ограничений, вызванных коронавирусной пандемией). В этот период величина суточной закачки составляла лишь преимущественно 20м<sup>3</sup> (редко выше) и не превышала 40м<sup>3</sup>. Время работы полигона в основном

составило 2,5 часа в сутки При давлении закачки преимущественно 70,0 атм приемистость нагнетательной скважины составила 2,74м3сут на1кгс/см2.

До середины сентября 2019 года давление в колонне при закачке работы полигона находилось в пределах расчетных значений. Однако, начиная с 15 сентября 2019 года произошло значительное увеличение давление закачки до значений 88-95 кгс/см2 (Рис. 3.). Увеличение давления закачки может быть связано с процессом кольтматации затрубного пространства и ухудшением, в связи с этим, фильтрационных параметров поглощающего горизонта. Судя по всему, для возврата давления закачки в установленные нормы необходимо провести определённые мероприятия по декольтматации затрубного пространства, чему может способствовать кислотная обработка.

Закачка стоков весь отчетный период с октября 2019г по сентябрь 2020г осуществлена без особых осложнений. Давление закачки преимущественно составляло 70,0 атм (Рис. 4.).

Основным показателем эффективности работы нагнетательной скважины являются значения величины её приемистости, показывающей, какое количество стоков закачивается в пласт (м3/сут) при создании единицы избыточного давления (1кгс/см2). Вполне очевидно, что чем выше коэффициент приемистости, тем выше эффективность работы нагнетательной скважины. Одной из задач мониторинговых работ на полигоне захоронения, является постоянный контроль над этим показателем.

Количество пластовых вод и промышленных стоков, согласованных в ГКЗ РК для закачки, составляет 400 м3/сутки на срок эксплуатации полигона 10000 суток. Необходимо создавать избыточное давление на устье скважины около 85кгс/см2. При этом расчетное значение коэффициента приемистости принято около 4.7 м3/сут на 1 кгс/см2.

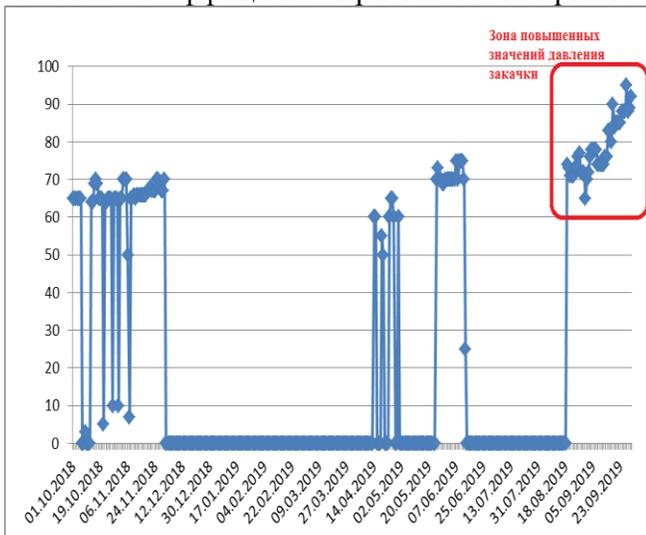


Рисунок 3. – Давление в колонне при закачке за период работы полигона с октября 2018г по сентябрь 2019г

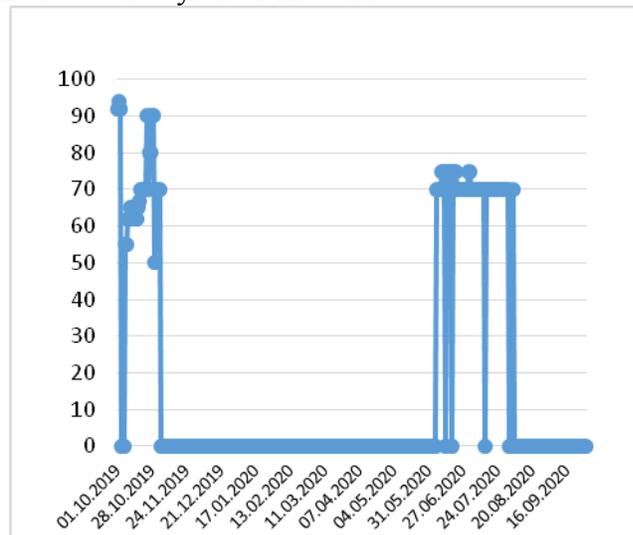


Рисунок 4. – Давление в колонне при закачке за период работы полигона с октября 2019г по сентябрь 2020г

Если в течение всего расчетного периода с октября 2018г. по сентябрь 2019г. коэффициент приемистости находился в пределах расчетных показателей, то к концу этого периода начиная с середины сентября 2019г. коэффициент приемистости начал постепенно снижаться. Причиной этого является, судя по всему, кольтматация пород призабойной зоны, сказывающейся на отраженной выше величине давления закачки и уменьшение значения величины приемистости (Рис.5.).

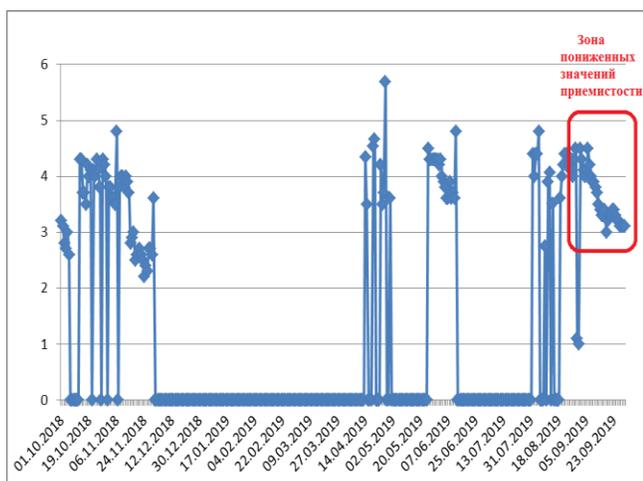


Рисунок 5. – Значения коэффициента приемистости (м<sup>3</sup>/сут/1кгс/см<sup>2</sup>) скважины R-1 за период работы полигона с октября 2018г по сентябрь 2019г

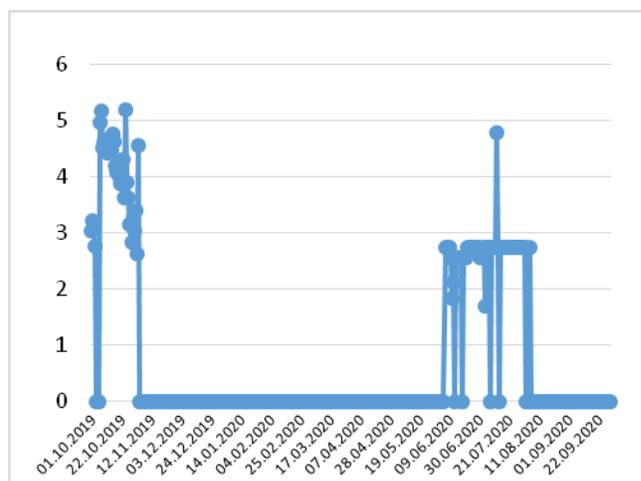


Рисунок 6. – Значения коэффициента приемистости (м<sup>3</sup>/сут/1кгс/см<sup>2</sup>) скважины R-1 за период работы полигона с октября 2019г по сентябрь 2020г

Из рисунка 6 видно, что значения коэффициента приемистости составлял в среднем между 2,8 и 4,0 (за редким исключением выше). Эти значения коэффициента приемистости близки к заложенным в проекте эксплуатации.

Учитывая изложенные в данном отчете результаты исследования работы полигона ЗПС Чинаревского НГКМ, метод утилизации промышленных стоков, образованных при бурении и эксплуатации нефтегазовых скважин, путем их захоронения в глубокие водоносные горизонты, может быть применим также и на других на месторождениях Западного Казахстана.

### Литература

1. Давидович Г.Т., Хусаинов Т.Н. «Отчет о результатах разведочных работ за 2005-2008 на полигоне захоронения рапы и промышленных стоков Чинаревского НГКМ (с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод по состоянию изученности на 01 апреля 2008 г.)» (Протокол ГКЗ РК № 720-08-У от 05.08.2008г).
2. Хусаинов Т.Н. «Отчет о результатах доразведки на полигоне захоронения пластовых вод и промышленных стоков Чинаревского НГКМ, выполненных ТОО «Жайкмунай» за 2009-2010гг (Протокол ГКЗ РК №1065- 11-ПС от 11.05.2011г).
3. Проект эксплуатации полигона захоронения пластовых вод и промышленных стоков Чинаревского НГКМ. 2011г. ТОО «ПК «Геотерм».
4. Завалей В.А., Калитов М.Д. Информационные отчеты по авторскому надзору за эксплуатацией полигона захоронения пластовых вод и промышленных стоков ЧНГКМ за 3 и 4 кварталы 2019г и 1 и 2 кварталы 2020г.;
5. Завалей В.А., Калитов М.Д. Отчеты по авторскому надзору за эксплуатацией полигона захоронения пластовых вод и промышленных стоков ЧНГКМ за 2019-2020гг.

**Калитов М.Д.**

**Чинаревское мұнай-газ конденсаты кен орныны өндірістік саркын суларды сактау полигонды пайдалану шарттарын талдау**

**Андатпа.** Мақалада Батыс Қазақстан облысының Зеленовский ауданында орналасқан Чинаревское мұнай-газ конденсаты кен орныны өндірістік саркын суларды сактау полигон жұмысының ерекшеліктері көрсетілген.

Жүргізілген жұмыстың мақсаты - өндірістік сарқын суларды сақтау полигонының жұмыс жағдайларын талдау, сондай-ақ ұңғыманың инъективтілігінің өзгеруіне байланысты сарқын сулардың көлемінің және қысымының өзгеруін зерттеу.

**Түйін сөздер:** Өндірістік сарқын суларды сақтау полигоны, жерасты сулар, ұңғыманың инъективтілігі.

**M.D. Kalitov**

**Analysis of operating conditions for the disposal of industrial wastes of the Chinarevsky oil and gas condensate field**

**Abstract.** The features of the operation of the landfill for the disposal of industrial effluents of the Chinarevskoye oil and gas condensate field located in the Zelenovsky district of the West Kazakhstan region are presented.

The purpose of the work carried out is to analyze the operating conditions of the industrial waste disposal site, as well as to study changes in pressure and volumes of waste water injection depending on changes in the injectivity of the well.

**Keywords:** Industrial waste disposal site, groundwater, well injectivity.

УДК: 551.435.627/.628

**Ш.А. Құлбекова, К. Е. Изтурганов, А. Е. Жақып, М.М. Альжигитова**

*Ғылыми жетекші – М.Р. Заппаров геология-минералогия ғылымдарының кандидаты,*

*Satbayev University қауымдастырылған профессор*

*[sh.kulbekova@stud.satbayev.university](mailto:sh.kulbekova@stud.satbayev.university)*

## **АЛМАТЫ АГЛОМЕРАЦИЯСЫНДАҒЫ ҚАУІПТІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕССТЕР: ЗЕРТТЕУ, БАҚЫЛАУ ЖӘНЕ ЕСКЕРТУ**

**Аңдатпа.** Мақалада Алматы агломерация аумағындағы қауіпті геологиялық процесстердің таралу динамикасы, әлеуеттік қауіптілігі мен апатты салдарының мүмкіндігі қарастырылған. Қауіпті құбылыстың пайда болуының басты факторы анықталып, жыл аралық бағалау жүргізілді. Қауіпті геологиялық процесстерді бақылау жүйесінің жіктемесі жасалынды.

**Түйін сөздер:** қауіпті геологиялық процесстер, сырғыма, опырылым, жер сілкінісі, бақылау жүйесі

Қауіпті геологиялық процесстер (одан ары - ҚГП) төтенше динамикалық үдерістермен байланысты, олардың сипатталу ерекшелігі - басталу уақытының белгісіздігі мен салдарының бәймәлімділігі болып табылады. Адам құрбандықтарын тудыратын және үлкен материалдық зиян келтіретін қауіпті геологиялық процесстер жойқын және апатты деп аталады. Мұндай табиғи процесстердің екі аспектісі бар: олардың әлеуетті қауіптілігі және апатты салдарларының мүмкіндігі. Әлеуетті қауіпті геологиялық құбылыстардың баршасы қиратушы күшке ие емес. Геологиялық процесстердің бірдей әлеуетті қауіптілігінде апаттың мөлшері бес негізгі фактормен анықталады:

1. Тарихи және әлеуметтік жағдай, сондай-ақ аймақтың немесе ауданның экономикалық даму деңгейіне байланысты. Жергілікті жерлерде тіпті қауіптілігі төмен геологиялық процесстер жойқын болуы мүмкін.
2. Шығынның өлшемі, ҚГП тудыруы мүмкін зиянның мөлшері, жерді пайдалану жағдайларына байланысты.
3. Геологиялық процесстердің апатты салдарының мөлшері ауданның географиялық орналасуына, сондай-ақ процесстердің реттілігі мен олардың үйлесуіне байланысты.

4. Көптеген геологиялық құбылыстар жеке түрде қауіпті емес, алайда баска генетикалық қатарлардың үдерістерімен бірге өте күрделі орта жасай алады.

5. Көптеген геологиялық процесстер салдарының мөлшері олардың жекеленген туындау фактісімен емес, жаппай таралуымен, оның ұзақтығы және әрекет ету күшімен анықталады. Сондықтанда геологиялық процесстер үнемі және барлық жерде қауіпті болғанымен, олардың келтірілген зияны әлеуметтік, экономикалық және географиялық жағдайларға байланысты өзгеруі мүмкін [1].

Геологиялық процесстер мәселелерін қазіргі заманғы ғылыми-техникалық жетістіктердің көмегімен және табиғи ортаға адам әрекетінің үздіксіз тигізетін әсерін ескере отырып зерттеу қажет. Бұл әрекеттер тиісті табиғи процесстердің табиғи динамикасын бұзады және өзгерте алады. Адам әрекеті, қоршаған ортаның табиғи жағдайын бұзуда, ендігі мәселеде табиғи процесстерді реттеуші іс-шараларды қабылдау керек.

Алматы аймағының әлеуетті ҚГП-ге сырғыма, құлама, жылжыма, опырылым, қорым, тас құламасы, жыра түзілу, эрозия, суффозия және эолдық процесстер жатады. Бұл құбылыстардың туындауы - Алматы аймағының экономикасына едәуір материалдық шығын келтіруде және адам өміріне қауіп төндіруде. Қауіпті геологиялық құбылыстар Іле Алатауы аудандарында кеңінен таралған. Бұл аймақта ҚГП туындау факторлары жекеленген түрде ғана емес, кешенді факторлардың нәтижесінен пайда болған.

Алматы аймағында таралған қауіпті геологиялық құбылыстардың көрінісі 1887 жылғы Верный жер сілкінісінен басталады. Алапат жер сілкісі салдарынан Алматы аумағындағы Іле Алатау тауының біршама жерлері аса қауіпті геологиялық процесстерге ұшырады. Магнитудасы – 7,3 болатын жер сілкісінен, жалпы көлемі шамамен 400 млн.м<sup>3</sup> асатын ҚГП орын алды. Іле Алатауының шығысы Түргеннен бастап батысы Ұзынқарғалы өзен алабынан дейінгі алаптағы орта және аласа таулы аудандарда аса қауіпті сырғыма, опырылым, құлама, жыру түзілу және жылжыма ошақтары пайда болды. Кейін келе, 1889 жылы болған Шелек жер сілкінісі бұл аймақтағы құбылыстардың одан ары жандануы мен ошақ сандарының артуына алып келді. Іле Алатауындағы қираулар көптеген жарықтармен, сырғымалармен, опырылымдармен және жер бетіндегі жылжулармен көрініс тапты. Аталған жер сілкістерінен Белбұлақ, Қотырбулақ, Прямая Щель және Қаскелен алқаптарында жылжыма процесстері айқын орын алды. Ақсай, Ақжар, Ойжайлау, Тастыбулақ және Қарғалы алқаптарында опырылымдар мен құламалардың ошақтары пайда болды [2]. Соның бірі қазіргі күнге дейінгі көрініс беретін Ақжар құламасы (1-суретте).



1-сурет. Ақжар құламасы (11.05.2020 ж)



2-сурет. Нар т.сырғыма (2018 ж)

Кіші және Үлкен Алматы өзен алаптарындағы беткейлерде көптеген сырғымалар мен жылжымалар тіркелген. Ұзындығы шамамен 2 км құрайтын қауіпті құбылыстар орын алды. Жер сілкінісінен орын алған ҚГП-дің салдарынан абсолюттік биіктігі 2000 м -2500 м аралықтарда ірілі үйінді көлдер пайда болды. Олар Іле Алатауында - Үлкен Алматы көлі, Есік және Ақкөл, Күнгей Алатауында – Көлсай көлдері, Өрікті, Қайынды, Саты, Жетысу Алатауында –Жасылкөл көлі [2]. Болып өткен алапат жер сілкіністері Алматы аумағының геоморфологиясы мен рельефінің қайта түзілу өзгерісіне алып келді. Өз кезегінде жер сілкіністері айтарлықтай адам шығынын келтірді және үлкен материалдық зиянға ұшыратты, сонымен қатар әлеуметтік және экономикалық жағдайға өз үлкен зардабын тигізді.

ҚГП-дің пайда болуы көптеген факторлармен, ең алдымен тау жыныстарының литологиясымен, геологиялық құрылымдармен, массивтердің сулануымен анықталады [4]. Сейсмикалық белсенді таужынысты облыстарда ол беткейлер құрылымының типіне; кернеулердің тектоникалық және гравитациялық өрісімен шарттасқан таужыныстар массивтерінде әрекет ететін жоғары кернеулерге; беткейлердің сейсмотектоникалық және климаттық жағдайына; олардың әртүрлі масштабтағы және белсенділіктегі жер қыртысының әлсіреу аймақтарына орналасуына байланысты.

Алматы агломерациясының дамуы мен жерді кеңінен игеруі, әсіресе 1990-шы жылдары Іле Алатауы жотасының "таулы бөктер" деп аталатын аймақта әртүрлі демалыс аймақтарының, туристік базалардың, саяжайлардың, үйлердің, мейрамханалардың қарқынды құрылысы басталды. Бұл аталған қауіпті құбылыстардың жандануына алып келді. Құрылыстың барлық түрлері ҚР геологиялық қызметтерімен және мамандандырылған ұйымдармен қандай да бір келісімсіз жүргізілді. Құрылыс ҚНЖЕ сақталмай, жер үсті ағынын реттеу үшін арық желісін орнатпай жүргізілді, көшкін қаупі бар беткейлерде орналасқан учаскелерді бақылаусыз суару, көптеген су өткізгіш және су бұрғыш құбырларды монтаждау жүзеге асырылды, бұл сырғыма ағындарының пайда болуына себеп болды.

Геологиялық процесстерді бақылау нәтижесінде, Алматы агломерция аумағында соңғы онжылдықта 700-ге жуық ҚГП саны тіркелді [3]. Сондай-ақ бір қауіпті ошақта қауіпті құбылыстың бір жыл ішінде бірнеше рет қайталануы да байқалды. Соның бірі, аса қауіпті Талғар өзен алабындағы Нар тауындағы сырғыма жағдайы (2-сурет). Сондай-ақ соңғы 5 жылда орын алып отырған Қызылжар өзен алабындағы сел шығандылары. Қауіпті ошақта сәуір айынан маусым айы аралығында қарқынды жауын-шашын салдарынан тау беткейінде ұсақ опырылымдар орын алуда (3-сурет). 2019 жылы 18 сәуір айында нөсерлі жауын-шашын мен беткейлік ағынның салдарынан Кіші Алматы өзен алабының сол жақ беткейінде жаңа сырғыма

ошағы пайда болды. Сырғыма «Тау Күні» оқу сауықтыру кешені аумағында орын алды, жалпы көлемі 12000 м<sup>3</sup> құрайды (4-сурет) [3].



3-сурет. Қызылжар сел шығарындысы (11.05.2020 ж)



4-сурет. Кіші Алматы өзен алабындағы сырғыма (18.04.2020 ж)

ҚГП бақылау - бұл геологиялық орта бақылауың құрамдас бөлігі болып табылатын ақпараттық жүйе. Ол қауіпті геологиялық процесстерді зерттеуді және болжауды қарастырады, оның ішінде техногендік әсерден туындағандардыда. Бақылау жүйесі 3 ішкі жүйеден тұрады: барлаулық жұмыстар (бақылауды ұйымдастыру), қадағалау және болжам. ҚГП бақылаудың негізгі ұйымдастырылу мен оны жүргізу жолдары - зерттеу тәртібі, бақылау жүргізу жерлері мен желілерін, қадағалау нысандарын таңдау болып табылады (1-кесте) [4].

1-кесте. Бақылау жүйесінің жіктелуі

№	Бақылау жүйесінің түрлері	Негізгі зерттеу кезеңі	Жүзеге асырылу түрі
1	Барлаулық жұмыстар (бақылауды ұйымдастыру)	ҚГП таралуы; зақымдалу аумағын бағалау; олардың даму шарттары бойынша аумақты аудандастыру.	арнайы инженерлік-геологиялық зерделеу; инженерлік-геологиялық карта және түсірілім; тірек бақылау желісін ұйымдастыру.
2	Қадағалау	бақылауды тұрақты (қадағалауды) жүргізу; жергілікті және аймақтық зерттеу режимі; ақпаратты жіберу	тірек желісін орнату; тірек желі режимін жасау.
3	Болжау (бақылау жүргізу)	қысқа және ұзақ мерзімді болжам; аймақтық және жергілікті болжам; тұрғындарды ескерту және құлақтандыру; ұсыныс беру	автоматты түрде қолдану, техникалық заттарды және электронды компьютерлерді қашықтықтан қолдану; инженерлік-геологиялық үлгісін жасау; математикалық көрсеткіш; талдау.

Қорыта келгенде, Алматы агломерация аумағының кеңіюі, ондағы халық санының артуы, қарқынды құрылыс жобаларының іске асуы, маңызы бар нысандардың салынуы және жерді пайдалану, қарқынды игеруі техногендік сипаттағы қауіпті геологиялық процесстердің туындау ықтималдылықтың жоғары екенін білдіреді. Сондай-ақ, жаһандық мәселеге айналған

климаттық өзгерістердің әсері, сейсмикалық белсенділік артуы табиғи сипаттағы ҚГП-дің жандануымен жиілігіне алып келеді.

Алматы агломерациясында қауіпті құбылыстарды оңтайлы басқаруда: жергілікті және аймақтық қадағалау (бақылау) режимін жүйелендіру, бақылау желілерін санын көбейту, кезеңдік кешенді зерттеулерді жүргізу, төтенше жағдай туындағанда жедел шешім қабылдау мен әрекет ету, қауіпті құбылыстарға қарсы іс-шараларды жүзеге асырудан тұратын орталықтандырылған автоматты бақылау жүйесін орнату ұсынылады.

### **Әдебиет**

1. Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы /В.В. Голосова., С.Б. Лаварова, Л.Г. Никифорова- А.: Москва «Прогресс», 1978- 349-351 б.
2. Опасность сейсмообусловленных экзогенных процессов в горных районах Казахстан/ А.Р. Медеу., В.П. Благовещенский., Т.С. Гуляева., В.В. Жданов., С.У. Ранова- А.: Алматы – 2017 – 15-26 б;
3. Казселезащита - оперативные меры до и после стихии / Т.А. Баймолдаев, В.Н. Виноходов - А.: Бастау,2007 – 11-15 б.
4. Опасные геологические процессы на территории Юго-Восточного Казахстана / С.Т. Мустафаев, В.А. Смоляр, Б.В. Буров - А.: Ғылым, 2008 – 205, 216-218 б.

**Ш.А. Кулбекова, К. Е. Изтурганов, А. Е. Жақып, М.М. Альжигитова,  
Опасные геологические процессы в Алматинской агломерации: изучение, контроль и  
оповещение**

**Андатпа.** В статье рассмотрена динамика распространения опасных геологических процессов на территории Алматинской агломерации, потенциальная опасность и возможность катастрофических последствий. Выявлены основные факторы возникновения опасных явлений, проведена ежегодная оценка. Определена классификация систем наблюдений за опасными геологическими процессами.

**Ключевые слова:** опасные геологические процессы, оползни, обвалы, землетрясения, система мониторинга.

**Sh. A. Kulbekova, K. E. Izturganov, A. E. Zhakyp, M. M. Alzhigitova  
Dangerous geological processes in the Almaty agglomeration:  
study, control and warning**

**Abstract.** The article considers the dynamics of the spread of dangerous geological processes in the territory of the Almaty agglomeration, the potential danger and the possibility of catastrophic consequences. The main factors of occurrence of dangerous phenomena were revealed. A risk assessment has been made. The classification of observation systems for dangerous geological processes was defined.

**Keywords:** dangerous geological processes, landslides, rock falls, earthquakes, monitoring system

УДК 551.75

**А.С. Кыдырбаев**

*Научный руководитель: доктор г.м.н., ассоц.профессор кафедры геологии нефти и газа*

*С.А.НИГМАТОВА*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

[a\\_kydyrbaev@mail.ru](mailto:a_kydyrbaev@mail.ru)

## **К ВОПРОСУ О ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ УСТЮРТ-БОЗАШИНСКОГО БАССЕЙНА**

***Аннотация.** Рассмотрена обстановка осадконакопления и вещественный состав отложений ортоплатформенного чехла Устюрт-Бозашинского бассейна, на локальных структурах которых выявлены нефтяные и газовые месторождения в последнее десятилетия.*

***Ключевые слова:** осадочный бассейн, трансгрессия, отложения, структура.*

В позднем докембрии Устюрт в составе единого Скифско-Туранского блока земной коры был причленен к Восточно-Европейской платформе. На протяжении всего фанерозоя Северо-Устюртский блок развивался как часть Восточно-Европейского, а затем (с перми) Евразийского континентов.

По северному краю Устюрта в раннем палеозое возник Тугаракчанский рифт, затухающий к Каспийскому морю. Восточным концом он выходил к Уральскому океану.

В позднем девоне раннем карбоне над рифтом сформировался Южно-Эмбинский прогиб, выполненный серой терригенной граувакковой толщей мощностью до 5 км. Обломочный материал поступал с суши, занимающей юго-восток Северного Устюрта и с островной невулканической дуги, возникшей на месте Сакмарского океанического бассейна.

В позднем девоне и раннем карбоне Северный Устюрт вместе с Восточной Европой находился вблизи экватора и был развернут на 90° на запад по отношению к современному положению. Его окружали более глубоководные Прикаспийский и Мангышлакский (рифтовый) внутриконтинентальные бассейны и Уральский океанический бассейн. Границы Северного Устюрта с океаническим бассейном была пассивной. Субдукция шла под Казахстанский континент.

В период P<sub>1</sub>-T<sub>3</sub>, геодинамическая обстановка изменилась. Восточно-Европейский континент с Устюртом продвинулся на север на 8° и развернулся по часовой стрелке примерно на 40-45°. В результате произошли закрытие океанических бассейнов и столкновение (коллизия) с Казахстанским континентом. Коллизия привела к формированию на юго-востоке Северного Устюрта орогенных рифтов с накоплением вулканогенно-осадочных морских и континентальных (на островах) пород с вулканитами разного состава

В артинское время начинаются закрытие и воздымание Донецко-Туаркырского рифта. На его месте и по югу Северного Устюрта возникла гористая суша, с которой обломочный материал поступал в морской бассейн Прикаспийской впадины и северо-запада Устюрта. С кунгурского времени Северный Устюрт становится областью континентального осадконакопления.

В поздней перми и триасе постколлизийные процессы порождают интенсивные сбросо-сдвиги и общее погружение Северного Устюрта при одновременном воздымании Южно-Эмбинского, Центрально-Устюртского и Казахстанского блоков. Интенсивность погружения отдельных блоков была разной. В Косбулакском, Самском, Кулажатском прогибах она достигала 3-5 км, на поднятиях и ступенях 1-3 км. Осадконакопление происходило в континентальных озерно-аллювиальных и озерно-болотных условиях. Морской мелководный бассейн находился западнее Северного Устюрта.

В конце триаса – начале юры в связи с закрытием океанического бассейна (Палеотетис) в районе Кавказа на Северном Устюрте отмечаются слабая складчатость, общий подъем и эрозия значительных площадей.

С конца триаса, а местами с начала юры или даже более поздних отрезков геологического времени на всей территории Устюрта накапливается чехол типичных платформенных отложений, который можно называть ортоплатформенный.

В конце раннеюрского времени произошло поднятие территории, сопровождавшееся интенсивной денудацией и выравниванием рельефа. В среднеюрское время поднятие сменилось дифференцированным прогибанием. Вследствие этого отложения байосского и батского ярусов, а на Арстановской ступени и валанжинского яруса несогласно перекрывают породы чушкакульской серии, а в местах их отсутствия — породы верхней перми-нижнего триаса и даже фундамента. К поздней юре приурочен максимум юрской трансгрессии.

Конец юрского и самое начало мелового периода ознаменовались региональным подъемом и осушением территории, в результате чего произошел размыв отложений верхней юры, а местами и средней. Наступившее затем общее погружение территории сопровождалось накоплением мощных толщ меловых отложений.

Дифференциация тектонических движений наиболее резко проявилась в палеогене и неогене. Установившаяся закономерность общего постоянства структурных планов, наблюдавшаяся в юрское и меловое время, сохранилась и в кайнозое.

Структурные условия формирования среднеюрских, верхнеюрских, меловых и палеоген-нижнемиоценовых отложений в совокупности с литологическим составом дают возможность выделения их во второй структурный этаж ортоплатформенного чехла. Интенсивное общее воздымание, наметившееся в предсреднемиоценовое время, способствовало размыву отложений палеогена и нижнего миоцена, особенно на участках активного роста структур. В конце среднемиоценового времени территория вновь погрузилась с восстановлением морских условий осадконакопления вплоть до раннего плиоцена. Отлагавшиеся в условиях морского мелководья известковистые отложения понтического времени имеют небольшие мощности. Это последняя широкая трансгрессия моря на Северном Устье. Среднемиоценово-нижнеплиоценовые отложения небольшой мощности образуют третий структурный этаж ортоплатформенного чехла.

В конце понтического века территория вновь испытала воздымание, произошла нивелировка рельефа, в большинстве случаев до сарматских известняков, поверхность которых сохранилась и в настоящее время.

В четвертичное время с запада до подножия Устья распространялось хвалынское море. Отложения верхнеплиоцен-антропогенного времени образуют четвертый структурный этаж ортоплатформенного чехла. Он распространен в основном на западе и северо-западе региона.

Важным рубежом в формировании современной структуры Северного Устья является поздний миоцен-плиоцен. В это время идет интенсивное закрытие Кавказского субокеанического бассейна, и рост Кавказской суши. К началу плиоцена Северный Устье был поднят выше уровня моря, возобновились движения по крупным разломам (Каратауский, Токубайский, Центрально-Устьютский, Арало-Кызылкумский).

С неогеновым этапом связано формирование большинства локальных структур.

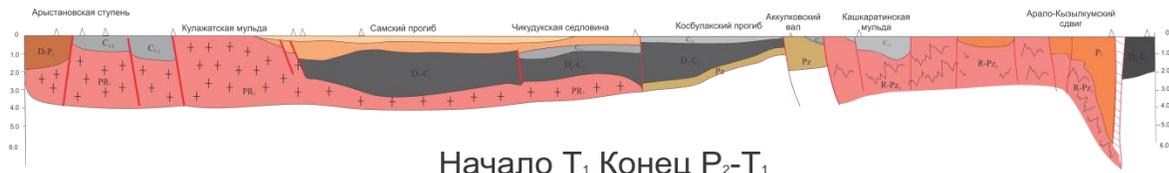
Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. На ортоплатформенном этапе развития территория Устья испытывала преобладающее погружение, особенно интенсивное в меловое время. Отрицательные структурные элементы рифтогенных зон явились седиментационными бассейнами с интенсивным накоплением осадков.

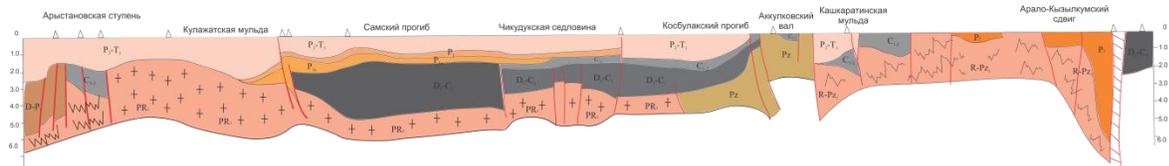
2. Структурные планы в юре, мелу, палеогене и неогене в целом отличаются постоянством и находятся в тесной связи с особенностями структуры квазиплатформенного комплекса и поверхности фундамента.

3. Наблюдается упрощение структурных планов снизу вверх как в отношении рифтогенных зон, так и третьего порядка с заметным сокращением их площадей и амплитуд.

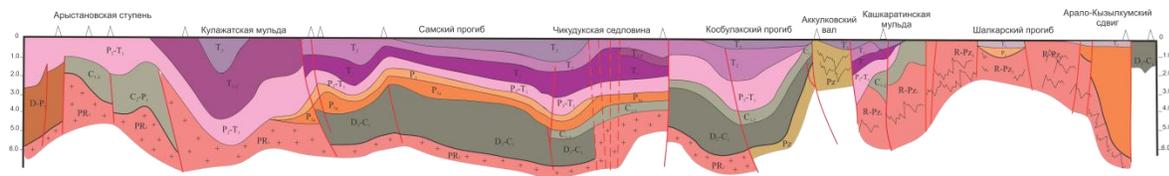
## Начало Т<sub>1</sub> Конец Р<sub>2</sub>-Т<sub>1</sub>



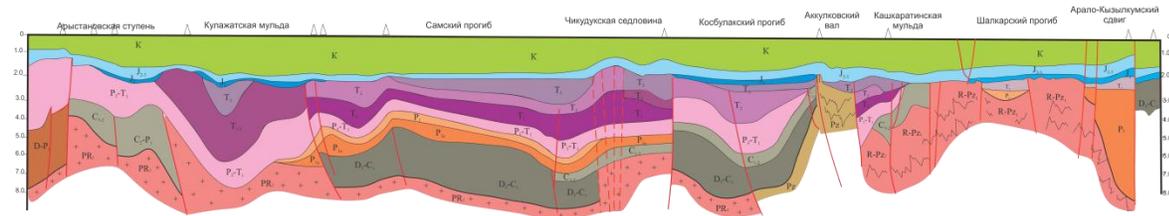
## Начало Т<sub>1</sub> Конец Р<sub>2</sub>-Т<sub>1</sub>



## Начало Р<sub>2</sub>-Т<sub>1</sub> Конец Т<sub>3</sub>



## Начало Т<sub>3</sub> Конец К



## Геологический разрез по линии I-I'

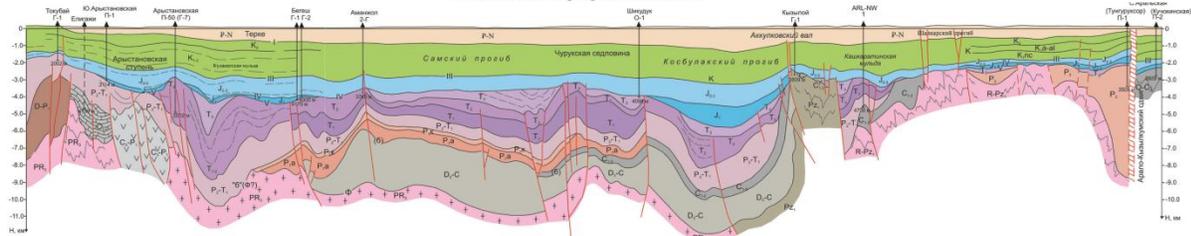


Рис 1. Палеотектонический профиль Северо-Устьюртского-Бошазинского бассейна

### Литература

1. Абилов А.А., Абетов А.Е., Киршин А.В., Авазходжаев Х.Х. Геодинамическое развитие Куаныш-Коскалинской тектонической зоны в палеозое (Восточный Каракалпакстан), Нефтяная геология, выпуск 31, №4, 1997, с. 388-393
2. Бабаджанов Т.Л., Кунин Н.Я., Люк-Зибман В.И., Строение и нефтегазоносность глубокопогруженных комплексов Средней Азии по геофизическим данным, Ташкент, Узбекистан, 1986, с. 188.

3. Быкадоров В.А., Федоренко О.А., Попов В.А., Шлыгин Д.А., Отчет по теме «геодинамическая модель и оценка перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов Казахстана» Раздел IV Северный Устюрт, Алматы, 2001.
4. Гризик А.Я., Прогноз нефтегазоносности структурных этажей доюрских отложений Восточного Устюрта, автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, Москва, 2011.
5. Кан Б.П., Тропп Е.Б., Глубинные структуры северо-восточной части Южно-Эмбинского поднятия в свете новых сейсмических данных. Геология нефти и газа. 1996, №5, с. 40-47
6. Козмодемьянский В.В., Салимгереев М.Ж., Авров В.П., Виноградова К.В., Липатова В.В. Строение доюрского структурного комплекса бузачинского полуострова и его нефтегазоносность, Геология нефти и газа, №10, 1995г, с. 9-15.
7. Летавин А.И., Фундамент молодой платформы юга СССР, Москва, Наука, 1980, с. 152
8. Липатова В.В., Волож Ю.А., Воцалевский Э.С., Кривонос В.Н., Николенко В.П. Доюрский комплекс Северного Устюрта и полуострова Бузачи, М.: Недра. 1985, с.135.
9. Милановский Е.Е., Геология СССР, Выпуск №1, 1987, с.144.
10. Сапожников Р.Б., Шлезингер А.Б., Яншин А.И. Допозднепермское развитие восточной и юго-восточной части Прикаспийской впадины, Советская Геология, №4 1986, с. 90-100
11. Филипенко А.И., Верхнепалеозойские породы юго-западной части Аральского моря на сейсмических данных, Геология нефти и газа, №4, 1990, с. 23-26
12. Khain В.Е., Региональная геотектоника – внеальпийская Европа и западная Азия, Москва, Недра, 1977, с. 360.

**Кыдырбаев А.С., Нигматова С.А.**

**Үстірт-бозашы бассейнінің қалыптасуының геологиялық тарихы туралы мәселе**

**Аңдатпа.** Үстірт-Бозашы бассейнінің ортаплатформалық тыстағы түзілімдердің шөгілу жағдайы және заттық құрамы және оған қарасты соңғы онжылдық аралық уақытында анықталған жергілікті құрылымдардағы мұнай және газ кен орындары қарастырылған.

**Түйін сөздер:** тұнба су алабы, трансгрессия, түзілімдер, құрылымдар

**Kudyrbayev A.S., Nigmatova S.A.**

**To the question about the geological history of formation of the usturt-bozashi basin**

**Abstract.** The environment of sedimentation and the material composition of the sediments of the ortho-platform cover of the Ustyurt-Bozashi basin, on the local structures of which oil and gas fields have been identified in the last decade, are considered.

**Keywords:** sedimentary basin, transgression, deposits, structure.

УДК 556.3

**Марат Д.С.**

*Научный руководитель – Макыжанова Асыл Темиртаевна, Phd*

*Satbayev University, Институт геологии, нефти и горного дела имени К. Турысова, Кафедра Нефтегазовой геологии, Казахстан, г. Алматы*

*marat\_dauren@mail.ru*

**ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОДОНОСНОГО НИЖНЕ-СРЕДНЕЧЕТВЕРТИЧНОГО БАКИНО-ХАЗАРСКОГО МОРСКОГО ГОРИЗОНТА**

**(M<sup>B</sup>Q<sub>I</sub>+M<sup>HZ</sup>Q<sub>II</sub>)**

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены гидрогеологические условия водоносного нижне-среднечетвертичного бакино-хазарского морского горизонта ( $m^b Q_I + m^{hz} Q_{II}$ ).

**Ключевые слова:** геологические условия, гидрогеологические условия, буровые работы, опытно-фильтрационных работы, лабораторные работы, естественные ресурсы, химический состав подземных вод

Рассматриваемая в данной статье территория, где были проведены изучения гидрогеологических работ, представляет собой один из экономически важных регионов Республики Казахстан. Она охватывает территорию Акжайкского района Западно-Казахстанской области.

Климат исследуемой территории, на основании многолетних наблюдений Уральской гидрометеорологической станции за период с 1901 года, резко континентальный, с жарким засушливым летом и суровой продолжительной зимой. Для района характерна неустойчивость и дефицитность атмосферных осадков, малоснежье, сильное сдувание снега с полей, большая сухость воздуха и почвы, интенсивность процессов испарения.

Атмосферные осадки являются наиболее важным элементом климата, посредственно регулирующим величину водного баланса исследуемой территории. Средняя многолетняя сумма осадков составляет для северной части 305-325 мм/год, для западных и южных 213-311 мм/год.

В пределах исследуемой территории по данным геологической съемки масштаба 1:200000 изучены отложения от палеогеновых до четвертичных. Геологическое строение рассматриваемой территории характеризуется глубоким погружением кристаллического фундамента, в связи с этим, большая часть изучаемой территории перекрыта мощной толщей четвертичных и плиоценовых отложений, залегающих почти горизонтально.

На рассматриваемой территории развиты нижне-среднечетвертичные морские бакино-хазарские отложения ( $m^b Q_I + m^{hz} Q_{II}$ ).

Они представлены в основном глинами и песками с редкими прослоями суглинков. Глины бурые, черные, коричневые, темно-серые, зеленовато-серые, плотные, жирные, песчанистые, карбонатные. Пески желтовато-бурые, буровато-коричневые, желтовато-серые, серые, мелкозернистые. Мощность бакинских отложений от 3,0 до 37,0 м.

Морские хазарские отложения с размывом залегают на бакинских и реже - на апшеронских породах.

Отложения хазарского возраста представлены песчано-глинистой толщей темно-серого цвета голубоватым оттенком. Глины серые, темно-серые, зеленовато-серые, черные, коричневые, песчанистые, ожелезненные, плотные, пластичные, иногда жирные. Мощность отложений от 2,0 до 35,0 м.

Описываемые территории участков работ относятся к Северо-Каспийскому артезианскому бассейну II порядка северной части Прикаспийского артезианского бассейна I порядка.

В гидрогеологическом отношении район работ располагается в Прикаспийской впадине и отрогах Общего и Зауральского сыртов. На указанных площадях ранее были проведены гидрогеологические съемки масштаба 1:200 000.

На баланс подземных вод территории большое влияние оказывают геоморфологические и климатические условия.

Относительно ровная поверхность, осложненная озерными котловинами, сорами, западинами и развитой гидрографической сетью способствуют инфильтрации атмосферных осадков и восполнению запасов подземных вод в паводковый период.

Одним из основных факторов, влияющих на минерализацию подземных вод, является соляно-купольная тектоника, способствующая проникновению по зонам разломов высокоминерализованных вод в вышележащие водоносные горизонты.

Подземные воды участка исследований приурочены к водоносному нижне-среднечетвертичному бакино-хазарскому морскому горизонту ( $m^bQ_I + m^{hz}Q_{II}$ ).

Водоносный горизонт имеет весьма значительное площадное распространение под покровом верхнечетвертичных пород и широко распространен на территории хозяйств, расположенных в пределах Прикаспийской впадины.

В подошве водоносного горизонта залегает глинистая толща плиоцена, в кровле песчано-глинистая толща верхнечетвертичных пород. Гидравлическая связь с вышележащими водоносными горизонтами почти повсеместна, так как выдержанных водоупоров между горизонтами не существует.

Подземные воды в основном приурочены к мелко- и тонкозернистым пескам. Мощность варьирует в пределах от 4,0 до 25,0 м. Водообильность отложений по данным опытных работ изменяется от 0,01 до 2,5  $dm^3/c$  при понижении 0,4-12,1 м. Подземные воды пресные, слабосоленоватые и рассолы (0,6-70,0  $г/дм^3$ ).

Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и паводковых вод. Разгрузка вод описываемого водоносного горизонта осуществляется в центральных частях Прикаспийской впадины, а также перетеканием в нижележащие водоносные горизонты.

Пресные и солоноватые воды имеют практическое значение для водоснабжения сел и обводнения пастбищ.

Гидрогеологическое исследование в пределах исследуемой территории выполнено для обследования существующих водопунктов, выбора мест проезда, рационального размещения новых скважин на местности, увязки местоположения скважин с геоморфологическими особенностями местности, а также для уточнения местоположения свалок мусора и других источников загрязнения подземных вод в пределах участка работ.

Обследование территорий, прилегающих к сельским населенным пунктам, для водоснабжения которых выполнялись поисково-разведочные работы, проводились в радиусе 30 км с целью уточнения гидрогеологических условий участка работ, экологического и санитарного состояния территории.

По результатам обследования были выбраны участки и составлены акты предварительного заложения скважин, акты гидрогеологического, санитарно-экологического обследования, а также пикетажные журналы.

В ходе реализации работ в общей сложности было пробурено 43 скважины из них: 39 поисковые скважины, по завершению опытно-фильтрационных работ ликвидированы путем извлечения фильтровой колонны и тампонажа скважины, в соответствии с проектом; 4 разведочных (опорных) скважин, оборудованные фильтровой колонной диаметром 168 мм и оставлены для проведения режимных наблюдений. Глубина скважин от 10 м до 115 м, дебит от 0,13 до 0,054 л/с, понижение в скважинах от 2,5 до 4 м, удельный дебит от 0,04 до 0,01 л/с/м. Минерализация подземных вод пестрая от солоноватых 4,1  $г/дм^3$  до соленых 33,6  $г/дм^3$ , в непосредственной близости от населенного пункта с.Уштобе находится низина, ранее ответвление первомайского канала, которая в нынешнее время пополняется за счет атмосферных осадков, подземные воды расположенные в приближении к данному водному

объекту имеют минерализацией от 0,8 до 2,5 г/дм<sup>3</sup>, что обусловлено гидравлической взаимосвязью.

По опорной скважине 18594 глубиной 20 м, сухой остаток 1788-2396 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК 1000 мг/дм<sup>3</sup>), хлориды 646,7-975 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК 350 мг/дм<sup>3</sup>), окисляемость перманганата 9,6 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК 0,5-5,0 мг/дм<sup>3</sup>), по остальным компонентам превышения не наблюдаются.

Геолого-гидрогеологические условия изучены достаточно полно. Составлены схематические гидрогеологические карты масштаба 1:50 000, 1:100 000. Все карты сопровождаются гидрогеологическими разрезами.

Следует отметить, что при проведении поисково-разведочных работах выполнен обширный комплекс работ, позволивший установить контуры распространения перспективных водоносных горизонтов, дать общую оценку формирования естественных ресурсов и химического состава подземных вод, выявить перспективы использования подземных вод в народном хозяйстве.

Качество выявленных запасов подземных вод отвечает требованиям ГОСТов 2874-82 «Питьевая вода», 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов» утвержденного приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан за № 209 от 16 марта 2015 г.

### **Литература**

1 Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, 1964.-308с.

2 Куделин Б. И. Подземный сток в Каспийское море // Лаборатория гидрогеологических проблем, 1949.-С164-171.

3 Ахмедсафин У.М., Садыкова Ж.С. Сток подземных вод Казахстана. Алма-Ата , 1964.-87с.

**Марат Д.С.**

**Төменгі-орта төрттік бакино-Хазар теңіз көкжиегінің Сулы гидрогеологиялық жағдайларын зерттеу**

**(mbQI+mhzQII)**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада төменгі-орта төрттік бакино-Хазар теңіз горизонтының (mbQI+mhzQII)

**Түйін сөздер:** геологиялық жағдайлар, гидрогеологиялық жағдайлар, бұрғылау жұмыстары, тәжірибелік-сүзу жұмыстары, зертханалық жұмыстар, Табиғи ресурстар, жерасты суларының химиялық құрамы.

**Marat D.S**

**Study of hydrogeological conditions of the Lower-Middle Quaternary Baku-Khazar sea horizon**

**(mbQI+mhzQII)**

**Abstract.**This article discusses the hydrogeological conditions of the Lower-Middle Quaternary Baku-Khazar sea horizon (mbQI+mhzQII)

**Keywords:** geological conditions, hydrogeological conditions, drilling operations, experimental filtration works, laboratory works, natural resources, chemical composition of underground waters.

УДК 55-556

**Нургалиева М.М.**

*Научный руководитель – Завалей Вячеслав Алексеевич, профессор, кандидат геолого-минералогических наук*

*Nurgalievamoldir01@mail.ru*

## ПЕРЕОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ЖАНАЙСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

***Аннотация.** Представлены геологическое строение территории, гидрогеологическое условие и водоносные комплексы Жанайского месторождения подземных вод, расположенного в Центральном Казахстане. Месторождение приурочено к водоносной структуре трещинно-карстового типа.*

*Целью проведенных работ является переоценка эксплуатационных запасов подземных вод в данном месторождении с целью их использования как источник водоснабжения горнорудных предприятий.*

***Ключевые слова:** Жанайское месторождение, режим подземных вод, подсчет запасов, эксплуатация, дебит скважины.*

Жанайское месторождение подземных вод расположено в 40-50 км к западу от г. Жезказган и административно территория его относится к Улытаускому району Карагандинской области. Ближайшие к месторождению крупные населенные пункты – п. Жезказган (Рудник) и п.г.т. Жезды. По условиям залегания и циркуляции подземные воды отнесены к трещинно-карстовому типу, при этом отмечено, что наибольшей водообильностью обладают сильнотрещиноватые и закарстованные известняки нижнего турне, менее водообильны известняки верхнего турне, наименее водообильными являются известняки, конгломераты, песчаники, аргиллиты, алевролиты визейского и девонского возрастов.

Климат района резкоконтинентальный и характеризуется по данным метеостанций Жезказган и Улытау. Максимальная температура летом от +35<sup>0</sup>С на севере района (м/с Улытау), по +43<sup>0</sup>С на юге.

Определенная уникальность этого месторождения заключается не только в том, что его разведка (1948 г.) и эксплуатация (1953 г.) начались более полувека назад, а предыдущая переоценка запасов была осуществлена в 1961 году, но также и в том, что методика и полученные результаты проведенных на Жанайском месторождении гидрогеологических исследований, детально описаны в качестве примера в широко известных литературных источниках (Плотников Н.И., Боровский Б.В., Хордакайнен М.А., Язвин Л.С.)

Район Жанайского месторождения расположен в пределах Жезказган- Сарысуйского синклиория. В строении изучаемой площади принимают участие допермские морские и турнейские отложения, а также пермские отложения, перекрытые рыхлым чехлом кайнозойских образований. Жанайская структура представляет собой возвышенность, вытянутую в меридианальном направлении с абсолютными отметками 430-500м и глубиной врезов логов до 50-70м. Это типичная брахиантиклинальная складка длиной 18км, шириной 5-7км с площадью по контуру развития турнейского комплекса пород 88км<sup>2</sup>. С юго-востока на северо-запад структура рассечена Едыгейским разломом. Ядро брахиантиклинали слагают отложения кассинского и русаковского горизонтов (известняки серые и темно-серые, плитчатые, кремнистые). На русаковский горизонт согласно налегает толща средневизейских зеленовато-серых песчаников, алевролитов, реже известняков. Более молодые визе-намюрские отложения представлены переслаиванием серых и красных песчаников, алевролитов, аргиллитов. Периферийную часть структуры слагают среднекаменноугольные-нижнепермские песчаники, аргиллиты, алевролиты (Рис-1).

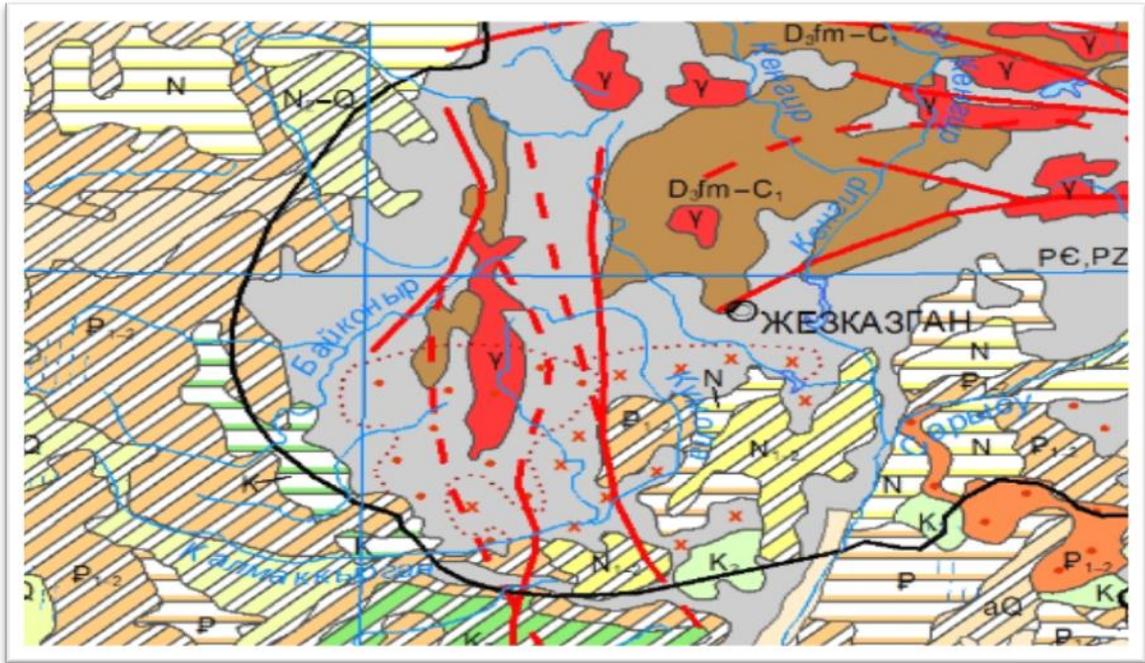


Рисунок 1- Геологическое строение территории

По условиям залегания и циркуляции подземные воды отнесены к трещинно-карстовому типу, при этом отмечено, что наибольшей водообильностью обладают сильнотрещиноватые и закарстованные известняки нижнего турне, менее водообильны известняки верхнего турне, наименее водообильными являются известняки, конгломераты, песчаники, аргиллиты, алевролиты визейского и девонского возрастов.

По результатам детальной разведки (1961г.) выделяются, как наиболее перспективные для освоения два водоносных комплекса трещинно-карстовых вод: сульфидеровых слоев (фамена кассинского и русаковского горизонтов, объединенных в водоносный комплекс фаменских и турнейских отложений ( $D_{3fm}-C_{1t}$ )). Отложения интенсивно закарстованы и трещиноваты, глубина распространения карста достигает 180-200м. Глубина залегания подземных вод колеблется от первых метров, до 57м, при среднем значении по эксплуатационным скважинам-28,9м. Разгрузка подземных вод до момента эксплуатации осуществлялась посредством мокрых солончаков, родников и плесов р. Жезды. По данным разведочных работ зона активного водообмена составляет 100-200м. Дебиты эксплуатационных скважин достигают  $79 \text{ дм}^3/\text{с}$ , при понижении до 10м, удельные дебиты 4-15  $\text{дм}^3/\text{с}$  на метр понижения. Подземные воды преимущественно солоноватые, средневзвешенная, минерализация в пределах  $1,2-1,3 \text{ г/дм}^3$ . Основным источником формирования подземных вод является инфильтрация атмосферных осадков.

Жанайский водозабор расположен в 15-20км от водопользователя -рудничной промплощадки ОАО "Корпорация Казахмыс". Эксплуатационные запасы месторождению утвержденные в 1953г. составили в количестве 20,6 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  (протокол ВКЗ № 8064 от 17.04.1953г.), в 1957г. в количестве 22,3 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  (протокол ГКЗ № 2002 от 03.09.1957г.), в 1961г. в количестве 43,2 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ , в том числе по А-22,9 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ , В -9,5 тыс., С-10,8 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  (протокол ГКЗ №3457 от 02.10.1961г.)

До 1977 года эксплуатация Жанайского месторождения в разные годы осуществлялась эксплуатационными скважинами северо-восточного и южного водозаборных участков, при этом максимальный среднегодовой водоотбор достигал 30,9 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  (1968г.).

Начиная с 1977г. и по настоящее время эксплуатация осуществляется лишь скважинами южного участка (скв. 22,155).

Величина естественных ресурсов подземных вод определена по результатам эксплуатации за период с 1952 по 1969 годы.

Исходными данными для подсчета эксплуатационных запасов подземных вод является следующее:

— Площадь месторождения составляет  $88 \cdot 10^6$  м<sup>2</sup>. Средняя величина коэффициента водопроницаемости составляет 525 м<sup>2</sup>/сут. Подошву водоносного горизонта проводим на глубине 100м ниже уровня подземных вод. По данным резистивиметрии основной водоприток по скважинам отмечается в интервалах 70-100м. Высокая степень неоднородности трещиноватости и закарстованности пород, и, как следствие, неравномерная обводненность, ограниченность их распространения позволяет отнести Жанайское месторождение по сложности к 3-й группе.

Учитывая все эти обстоятельства, расчет эксплуатационных запасов подземных вод осуществлен гидравлическим методом. По результатам выполненных расчетов построен график зависимости ежегодного снижения уровня подземных вод от величины суммарного водоотбора. Анализ графика показал, что при водоотборе не более 15-17 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Водоотбору 10,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут, составляющему расчетную производительность водозабора, соответствует ежегодное снижение уровня равное 0,9м, в целях создания запаса надежности принимаем - 1,0м. В качестве расчетного водозабора рассматривался линейный ряд скважин (скв. 18,22,155) в юго-западной части месторождения. Нагрузка на каждую скважину определялась исходя из результатов их опробования и эксплуатации и составила: скважина 22 - 4320 м<sup>3</sup>/сут (50 дм<sup>3</sup>/с), скважина 155-4320 м<sup>3</sup>/сут (50 дм<sup>3</sup>/с), скважина 18-1382 м<sup>3</sup>/сут (16 м<sup>3</sup>/сут).

Понижение уровня воды в каждой скважине, расположенной в схеме "большого колодца" рассчитывается как сумма понижения уровня, вызванного работой системы скважин (на период 25 лет - 25м) и дополнительного понижения в скважине, зависящее от расположения скважин внутри системы. Исходя из этого прогнозные понижения уровней в скважинах составляют:

- скважина 155 - 34,20м при допустимом 50,0м;
- скважина 18 - 28,0м при допустимом 50,0м;
- скважина 22 - 28,0м при допустимом 33,0м.

При категоризации эксплуатационных запасов подземных вод учитывались фактические дебиты скважин за период 1988-2000гг. По скважине 22 к категории А относится фактический дебит 2180 м<sup>3</sup>/сут и к В расчетной 2140 м<sup>3</sup>/сут. По скважине 155 - к категории А - 2130 м<sup>3</sup>/сут, В -2190 м<sup>3</sup>/сут. Учитывая, что скважина 18 не эксплуатировалась, расчетный дебит в количестве 1382 м<sup>3</sup>/сут относится к категории В.

Таким образом, эксплуатационные запасы Жанайского месторождения в количестве 10,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут относятся к категориям А+В, из которых к категории А-4310 м<sup>3</sup>/сут (часть расчетных дебитов скважин 22 и 155) ; и к категории В - 5690 м<sup>3</sup>/сут (скв. 22, 155,18). Сопоставление эксплуатационных запасов утвержденных на 01.01.1961г. и предлагаемых к утверждению на 01.01.2001г. (табл.1).

Категория запасов	Утвержденные на 01.01.1961 г. тыс. м <sup>3</sup> /сут	Предлагаемые к утверждению на 01.01.2001г. тыс. м <sup>3</sup> /сут
А	22,9	4,31
В	9,5	5,69

С	10,8	-
Сумма	43,2	10,0

Таблица 1- Эксплуатационные запасы Жанайского месторождения

В процессе водоотбора в течение 25 лет ухудшения качества подземных вод не ожидается и будет удовлетворять требованиям, предъявляемым для технического водоснабжения горнорудных предприятий рудника Жезказган. Влияние водоотбора на окружающую среду выражается в формировании депрессионной воронки по всей Жанайской структуре. Формирование депрессионной воронки отразилось на условиях естественной разгрузки – исчезли родники и мокрые солончаки, произошло угнетение растительности. И в дальнейшем, сформировавшаяся картина не изменится и восстановление области разгрузки не произойдет.

### Литература

1. Плотников Н.И. Эксплуатационная разведка подземных вод. М.: Недра, 1973.
2. Боровский Б.В., Хордакайнен М.А., Язвин Л.С. Разведка и оценка эксплуатации запасов месторождений подземных вод в трещинно-карстовых пластах. М.: Недра, 1976.
3. Справочное руководство гидрогеолога. М., Недра, 1979.

### Нургалиева М.М.

#### Жаңай жер асты сулары кен орнының пайдаланылатын қорларын қайта бағалау

**Андатпа.** Орталық Қазақстанда орналасқан Жаңай жер асты сулары кен орны аумағының геологиялық құрылымы, гидрогеологиялық жағдайы және сулы қабаттары көрсетілген. Кен орны жарықшақты- карст типті сулы құрылыммен шектелген.

Жүргізілген жұмыстың мақсаты - кеніш кәсіпорындарын сумен қамтамасыз ету көзі ретінде пайдалану үшін осы кен орнындағы жер асты суларының пайдалану қорларын қайта бағалау.

**Түйін сөздер:** Жаңай кен орны, жер асты суларының режимі, қорларды есептеу, эксплуатация, ұңғыманың дебиті.

### Nurgalieva M.M.

#### Re-estimation of operational groundwater reserves in the zhanay field

**Abstract.** The geological structure of the territory, hydrogeological conditions and water-bearing complexes of the Zhanay underground water deposit located in Central Kazakhstan are presented. The deposit is confined to an aquiferous structure of the fractured-karst type.

The purpose of the work carried out is to re-evaluate the operational reserves of underground water in this field in order to use them as a source of water supply for mining enterprises.

**Keywords:** Zhanay field, underground water regime, reserves calculation, operation, well flow rate.

ӘОК 556.3

### С.М. Нұрлыбай

*Ғылыми жетекші – А.Т. Макыжанова, Phd*  
*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*  
[nurlybayevas@mail.ru](mailto:nurlybayevas@mail.ru)

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ БАТЫС БӨЛІГІНДЕГІ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫ РЕСУРСТАРЫНЫҢ ҚАЛЫПТАСУ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫ, ОЛАРДЫҢ СУ МЕН ГИДРОХИМИЯЛЫҚ АҒЫНДАРЫ ЖӘНЕ ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПАЙДАЛАНУ ЖАҒДАЙЛАРЫН ЖАҚСARTU

***Аңдатпа.** Бұл мақалада еліміздің батыс бөлігіндегі жерасты сулары, су және гидрохимиялық ағындар, сондай-ақ жер асты суларының ластану себептері және мәселенің өзекті шешімдері қарастырылған. Жерасты суларының қалыптасу жағдайлары, табиғи ресурстарды бағалау, гидрохимиялық ағындар жайында мәліметтер келтірілген. Еліміздегі басты мәселелердің бірі - қоршаған ортаның ластануы да талқыланды. Соның ішінде, ерекше тоқтала кеткен мәселе судың экожүйесі. Каспий теңізі экожүйесінің және барлық қоршаған табиғи ортаның болашақ қалыпты жай-күйі, оларды шешуге байланысты ең маңызды және өзекті проблемалары талқыланып отыр.*

***Түйін сөздер:** Табиғи ресурстар, су алмасу, ландшафт, рельеф, жерасты ағыны, тұзды (гидрохимиялық) ағын.*

Қарастырылып отырған аумақ Қазақстан Республикасының экономикалық маңызды өңірлерінің бірі болып табылады. Ол Батыс Қазақстан, Атырау, Маңғыстау облыстарының аумақтарын, сондай-ақ Ақтөбе облысының үлкен батыс бөлігін қамтиды. Мақалада жерасты су және гидрохимиялық ағындар қарастырылғандықтан, олар аймақтық бағыттар бойынша анықталады. Республика аумағының батыс бөлігіндегі басты су айрығы Каспий, Арал және Торғай болып бөлінеді.

Қазақстан үшін су ресурстарын пайдалану проблемасы әрдайым өзекті болып келді және оны шешу мәселесі де тікелей елдің экономикалық дамуына байланысты. Осыған байланысты су ресурстарын ұтымды пайдалану, оларды бағалау және жаңа, есепке алынбаған қорларды анықтау проблемасы ғылым мен практиканың бірінші кезектегі міндеттерінің бірі болып табылады.

Жерасты суларының қалыптасуын зерттеу, олардың табиғи ресурстарын бағалау, олардың жерасты мен гидрохимиялық ағындарының көлемін анықтау біздің еліміздің экономикасында негізгі рөл атқаратын Каспий бассейнінің аумағы үшін өте маңызды. Каспий бассейнінің шегінде пайдалы қазбалардың, бірінші кезекте көмірсутек шикізатының орасан зор қорлары анықталды. Мұнай мен газдың қорлары бойынша бассейн әлемдегі жетекші орындардың бірін алады. Сонымен қатар, Каспий бассейні республиканың су тапшылығы бар аймақтарының біріне жатады. Мұндай жағдайларда бассейндегі экономиканың қалыпты дамуы, халықтың су қажеттілігін қанағаттандыру үшін жерасты сулары маңызды болып табылады.

Су ресурстарының қалыптасуы және олардың жер қойнауында, оның ішінде белсенді су алмасуы өте күрделі процесс болып табылады. Оларға көптеген табиғи факторлар әсер етеді, олардың арасында төрт топ айқын ерекшеленеді: рельеф, климат, жер үсті сулары және геологиялық және құрылымдық жағдайлар. Олардың әрқайсысы су ресурстарына бір-бірінен оқшауланбайды, бірақ бір-бірімен тығыз байланыста әрекет етеді. Сонымен қатар, бассейнің әртүрлі бөліктерінде олардың кейбіреулері немесе басқалары негізгі және шешуші болып табылады. Олардың кез-келген комбинациясында жерасты суларының мөлшері жерасты суларының қоректену, қозғалу және түсіру процестерін біріктіретін күрделі табиғи құбылыстардың жалпылама интегралды сандық сипаттамасы түрінде ұсынылады.

Рельеф, оның биіктік жағдайы, гидрографиялық желісі және жердің эрозиялық бөлінуі, жер бетінің беткейлері жер асты ағынының бағытын анықтайды. Бұл фактор геология сияқты, басқа факторларға қарағанда ұзақ геологиялық уақыт ішінде тұрақтылықпен сипатталады.

Ең қарқынды және орташа жерасты ағыны жүретін өңірдің ең биік солтүстік-шығыс бөлігі Оралтау мен Мұғалжар Оңтүстік жоталарында байқалады, абсолюттік белгісі 350-650 м және жалпы ұзындығы солтүстіктен оңтүстікке қарай 200 км-ден асады. Ең биік таулы бөлігі Мұғалжар тауының оңтүстік-батысында орналасқан. Орташа биіктігі 400-510 м-ден аспайтын

үстірттер болып келеді. Шығыс Мұғалжардың орталық, ең биік бөлігінде жерасты ағынының негізгі су бөлігі өтеді.

Батыс және оңтүстік-батыс бағыттардағы рельефтің сипатталған түрлері Каспий теңізінің бассейніне қарай кең ойпатқа өтеді. Ол Каспий маңы ойпатының жазығын ғана емес, Бозашы түбегінің морфологиялық жағынан бір тектес ойпатын - Маңғыстау құрылымдарының солтүстігін де қамтиды. Бұл біртұтас, біркелкі тегіс теңіз жазығы болып келеді. Рельефтің беті шамалы бөлшектенген және көптеген таяз ойпаттармен толықтырылған.

Кез-келген кең аумақты аудандастырудың принциптері мен мазмұны зерттеудің мақсаты мен бағытына байланысты. Зерттеу жұмыстарының негізгі мәні жерасты су және тұз (гидрохимиялық) ағындыларын бағалау болып табылады. Сондықтан қарастырылып отырған аймақты аудандастыру принципі негізінен жерасты суларының элементтерін кеңістікте орналасу заңдылықтарын қалыптастыру және анықтауға, табиғи ресурстарды бағалау және оларды пайдаланудың гидрогеологиялық жағдайларын жақсарту мәселелерін шешуге бағытталған. Олардың ішінде геологиялық-ландшафтық және гидрогеологиялық-гидрологиялық үйлесімі басты рөл атқарады. Олар өз мазмұнында бірқатар басқа табиғи факторларды көрсетеді, жер асты су ресурстарын қалыптастыру мен уақыт пен кеңістіктегі сулы-тұзды ағынының таралуын өзара байланыстырады.

Аймақтың әртүрлі бөліктерінің қалыптасу жағдайларының ортақтығы мен өзара байланысы үшін таулы аймақтар және жазықтар бірқатар ландшафтық ерекшеліктері бойынша ерекшеленеді. Ең алдымен, олардың даму тарихы мен геологиялық және құрылымдық құрылымы ерекшеленеді. Тауларда оларды құрайтын тау жыныстарының денудациясы мен жойылу процестері, биік жазықтарда ерекше рөл атқарады, дегенмен аккумуляция басымдау болып келеді. Тауларда жер үсті де, жерасты сулары да қоректенеді және ағыны пайда болады, ал жазықтарда ол біркелкі емес түрде пайда болады және таралады. Тауларда жерасты және жер үсті сулары өте шамалы минералданған, биік жазықтарда олар аралас минералданған, ал төмен жазықтарда жоғары минералданған. Осылайша, аймақтың ландшафттарының осы үш негізгі түрі жерасты суларының пайда болуының әртүрлі жағдайларын, қоректенудің әртүрлі бағыты мен қарқындылығын, миграциясын, жерасты су-тұз ағынының жиналуын анықтайды.

Зерттеушілердің көпшілігі жерасты ағынын, жерасты суларының табиғи ресурстарын қалыптастырудың гидрогеологиялық жағдайларын сипаттайтын табиғи процес деп түсінеді.

Платформалық және таулы-қатпарлы аудандарда жерасты ағынының таралуы мен қалыптасу заңдылықтары бірдей зерттелмеген. Платформалық аймақтарда неғұрлым зерттелген және сенімді түрде жинақталған, ал таулы-қатпарлы аймақтарда ол аз дәрежеде және егжей-тегжейлі зерттелмеген. Бұл айырмашылық гидродинамикалық сулы жүйелердің неғұрлым күрделі геологиялық және гидрологиялық жағдайларымен және әсіресе су өткізетін таужыныстардың сүзілу қасиеттерімен түсіндіріледі, өз кезегіндесу алмасу жүйесіне әсерін тигізеді.

Жерасты ағынын зерттеу және оның қорын бағалау су балансының есепті аудандары бойынша жүзеге асырылады. Бағалаудың бұл әдісі, ең алдымен, процесті дұрыс схемалауға және тиісті шекаралық жағдайларды қабылдауға байланысты оң нәтиже береді. Гидрогеологиялық зерттеулер мен бағалаулардағы бұл принцип негізгі принциптердің бірі болып табылады.

Қазақстанның батыс бөлігіндегі қоршаған табиғи ортаның экологиялық жай-күйі, республиканың басым бөлігіндегі жағдай сияқты өзіне ерекше назар аударуды талап етеді. Техногенездің өсіп келе жатқан қарқыны, ең алдымен минералды ресурстарды қолданумен байланысты, экожүйеде айтарлықтай өзгерістер тудырады және табиғи тепе-теңдіктің бұзылуына әкеледі. Су экожүйелері әсіресе осал болып табылады.

Сонымен қатар, Каспий маңы аймағы бірегей су-экологиялық жүйе болып табылады. Сондықтан Қазақстан Республикасының табиғатты қорғау заңнамасын ғана емес, сонымен қатар табиғатты қорғауға қатысты барлық халықаралық заңнамалық актілер мен конвенцияларды қатаң сақтау қажет.

Каспий теңізі экожүйесінің және барлық қоршаған табиғи ортаның болашақ қалыпты жай-күйі оларды шешуге байланысты ең өткір және өзекті проблемалардың ішінде мыналар болып табылады:

- теңіз, өзен және жер асты суларын мұнай-газ саласының өнімдерімен және өнеркәсіп және ауыл шаруашылығы өндірісінің қалдықтарымен, өңірдің елді мекендерінің коммуналдық-тұрмыстық қалдықтарымен ластанудан қорғау;

- геологиялық барлау жұмыстарын жүргізу және мұнай-газ және пайдалы қазбалардың басқа да түрлерін пайдалану кезінде жер қойнауын қорғау;

- ерекше қорғалатын қорық аумақтарына жататын өңірдегі кез келген шаруашылық қызметті регламенттейтін республикалық және халықаралық құқықтық актілер мен нормативтерді сақтау;

- Каспий маңы елдерінің әлемдегі ең ірі Ішкі жер су айдынының бірегей экожүйесін сақтауға және оның табиғи ресурстарын бүкіл адамзаттың игілігі үшін ұтымды пайдалануға бағытталған Каспий теңізі жөніндегі жан-жақты қамтитын конвенцияның түпкілікті қорытындысы.

Жер асты суларын ластанудан қорғау және қорғау проблемасының Қазақстандық Каспий маңы аумағының аридтік аумағына тән қатерсіз су ресурстарының үлкен тапшылығына байланысты ерекше маңызы бар.

Аталған проблеманың өткірлігі мен өзектілігін ескере отырып, Қазақстан мен барлық Каспий маңы мемлекеттері үшін мұнайдың төгілуінің алдын алу және оны болдырмау, төтенше жағдайларға дайындық және ден қою шаралары жөніндегі жұмыстар жүргізілуге тиіс. Жұмыстың қорытындысы мұнай-газ кешеніндегі қызметті реттейтін ұлттық заңнамаларды жетілдіруге бағытталған ұсыныстарды қабылдау, күтпеген мұнайдың төгілуіне ден қою жөніндегі Ұлттық жоспарларды әзірлеу, мұнай төгілімдеріне қарсы күрес жөніндегі екі жақты, сол сияқты көп жақты деңгейлерде де ынтымақтастық тетіктерін әзірлеу және басқа да көптеген мәселелер болуы тиіс.

#### **Әдебиет:**

- 1 Гидрогеологическое районирование и региональная оценка ресурсов подземных вод Казахстана. Алма-Ата, 1964.-308с.

- 2 Куделин Б. И. Подземный сток в Каспийское море//Лаборатория гидрогеологических проблем, 1949.-С164-171.

- 3 Ахмедсафин У.М., Садыкова Ж.С. Сток подземных вод Казахстана. Алма-Ата , 1964.-87с.

#### **С.М. Нұрлыбай**

##### **Закономерности формирования ресурсов подземных вод западной части Казахстана, их водный и гидрохимический стоки, улучшение гидрогеоэкологических условий использования.**

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены подземные воды западной части нашей страны, водные и гидрохимические стоки, а также причины загрязнения подземных вод и актуальные решения проблемы. Приведены сведения об условиях формирования подземных вод, оценке природных ресурсов, гидрохимических стоках. Обсуждалась и одна из главных проблем страны-загрязнение окружающей среды. В частности, особенно остро стоит проблема водной экосистемы. Обсуждаются наиболее острые и актуальные проблемы экосистемы Каспийского моря и всей окружающей природной среды, от решения которых зависит будущее нормальное состояние.

**Ключевые слова:** Естественные ресурсы, водообмен, ландшафты, рельеф, подземный сток, солевой (гидрохимический) сток.

S.M.Nurlybay

**Patterns of formation of underground water resources in the western part of Kazakhstan, their water and hydrochemical effluents, improvement of hydrogeoecological conditions of use.**

**Abstract:** This article discusses the underground waters of the western part of our country, water and hydrochemical effluents, as well as the causes of groundwater pollution and current solutions to the problem. Information on the conditions of underground water formation, assessment of Natural Resources, hydrochemical flows is given. One of the main issues in the country was also discussed-environmental pollution. In particular, the issue of water ecosystems was touched upon. The most acute and urgent problems related to their solution are discussed, the future normal state of the Caspian Sea ecosystem and the entire natural environment.

**Keywords:** Natural resources, water exchange, landscapes, relief, underground runoff, salt (hydrochemical) runoff.

УДК 556.3

**С.Н. Нұрмуханбет, А.Т. Мақыжанова**

*Ғылыми жетекші – Phd- доктор А.Т. Мақыжанова*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.*

*[serik.nurmukhanbet@gmail.com](mailto:serik.nurmukhanbet@gmail.com)*

**ҚАПШАҒАЙ СУ ҚОЙМАСЫ АУМАҒЫНЫҢ ГИДРОГЕОЛОГИЯЛЫҚ ЖӘНЕ  
ЖАҒДАЙЫ**

***Аңдатпа.** Аталмыш мақалада Қапшағай су қоймасының геологиялық-гидрогеологиялық жағдайы сипатталған. Қарастырылып отырған аумақтың жерасты сулары негізінен орта төрттік делювиалды-пролювиалды сулы горизонтқа (d<sub>p</sub>QII) тиесілі және жерасты сулары кесек-құмдар, шағылтастар және малтатасты шөгінділерде кеңінен таралған.*

***Түйін сөздер:** Гидрогеология, сулы горизонт, аллювий, дебит, сүзу коэффициенті.*

Қапшағай су қоймасы Тянь-Шань таулары мен Жоңғар Алатауы арасында созылып жатқан Іле ойпатының ең төменгі бөлігінде орналасқан. Қапшағай су қоймасының ұзындығы 180 километр, ал ені 22 километр, негізгі қоректенуі Қытайдан бастау алатын Іле өзенінен алады.

Жоғарыда аталған, орта төрттік делювиалды-пролювиалды сулы горизонты Іле ойпатында шектеулі түрде таралған, солтүстігінде Шолақ тауларының тау етегі жазығымен, Іле өзенінің оң жақ жағалуымен шектелсе, оңтүстігінде Шошқалы және Балабүгіті тау етегі жазықтарымен шектелген.

Делювиалды-пролювиалды түзілімдер ірі түйірлі құмдар, шағылтастар, малтатастармен және құмдақ пен сазадақтардың линзаларымен көрсетілген. Сирек түрде нашар жұмырланған және шағылтастармен толтырылған қойтастар кездеседі. Сипатталып отырған сулы горизонт толықтай дерлік құмды-саздақты, шақпақтасты қазіргі жоғарғы төрттік делювиальды-пролювиальды шөгінділерімен көмкерілген. Жоғарғы төрттік қазіргі делювиалды-пролювиалды түзілімдердің қалыңдығы өте аз, сирек шұңқырларда, 15-17 метрге дейін жетеді. Жерасты суларының негізгі қоректенуі инфильтрациялық процесстер арқылы жүзеге асады.

Оңтүстік-Шығыс аумақ жерасты суларының бұлақтар түрінде жер бетіне шығуымен сипатталады. Бұлақтар көбінесе диаметрі 3,0 метрге дейін және тереңдігі 1 метрге дейін табақ тәрізді депрессияларға жайылады. Су өткізгіш таужыныстар ретінде қиыршықтасты-

шақпақтасты және малтатасты, кейде құмдақ қосындысы бар шөгінділер келтірілген. Кейде кимада қалыңдығы 2 метрге дейін жететін сазды қабаттар кездеседі, бұл жекелеген аудандарда әлсіз арын пайда болуына және қайнар бұлақтардың пайда болуына ықпал етеді.

Бұлақтардың дебиті 0,01 дм<sup>3</sup>/с-тан басталып, 2-4 дм<sup>3</sup>/с-қа дейінгі арлықта өзгереді. Көп жағдайда бұлақ суы тұщы, минералдылығы 0,3-0,5 г/дм<sup>3</sup>, кейде 1 г/дм<sup>3</sup> дейін. Басым бөлігінің химиялық құрамы гидрокарбонатты, сульфатты-гидрокарбонатты кальцийлі-натрийлі, кальцийлі-магнийлі немесе аралас. Бұлақ сулары орташа кермектілікке ие 3,0-4,4 мг-экв/дм<sup>3</sup>, суық, температурасы 8-12° С.

Сөгеті алқабының шегінде орта төрттік аллювиалды-пролювиалды шөгінділерінің жер асты сулары, бұрғыланған № 93 ұңғымамен ашылды. Мұнда сипатталған сулы горизонт қалыңдығы 5 метр болатын, сазды шөгінділермен ұсынылған, жоғарғы аллювийлі түзілімдермен көмкерілген. Су сиыстырушы таужыныстар әр түрлі түйірлі құмдар мен брекчиялар болып табылады, қабаттың табанынан қалыңдығы 3 метрге тең саздақ қабаты кездеседі (сутірек). Жерасты сулары 7,3 метр тереңдікте ашылған, ұңғыманың дебиті 1,08 дм<sup>3</sup>/с. Суы тұщы минерализациясы 0,69 г/дм<sup>3</sup>. Химиялық құрамы: гидрокарбонатты-сульфатты, магнийлі-кальцийлі-натрийлі.

Аумақтың солтүстік-батыс бөлігінде Шолақ тауларының оңтүстік баурайындағы тау алды жазығында орта төрттік делювиалды-пролювиалды сулы горизонты таралған. Аймақтың гидрогеологиялық жағдайын жете зерттеу бойынша жұмыстарды жүргізу кезінде Қапшағай су қоймасынан 2 километр жерде тереңдігі 100 метр № 11 ұңғыма бұрғыланған. Мұнда орта төрттік делювиалды-пролювиалды шөгінділері дәл сол генезистің заманауи шөгінділерімен көмкерілген. Олар қалыңдығы 10 метр саздақ аралас ұсақ қиыршықты шақпақтасты шөгінділерден тұрады, сипатталған сулы горизонттың таужыныстары құммен толтырылған ұсақ брекчиялардан тұрады. Жер асты сулары 63 метр тереңдікте жатыр, ұңғыманың дебиті 1,5 дм<sup>3</sup>/с, су төмендеу деңгейі 2,1 метр, суы тұщы, минерализациясы 0,95 г/дм<sup>3</sup> сульфатты-хлоридті кальцийлі-натрийлі, орташа кермек.

Қапшағай су қоймасының жағалау аймағында, жобаланған қаланың жаңа ауданы мен солтүстік демалыс аймағын шаруашылық-ауыз сумен қамтамасыз ету үшін жер асты суларының Шолақ кен орнына барлау жұмыстары жүргізілді. Барлау объектісі ретінде делювиалды-пролювиалды шөгінділердің жер асты суларын аламыз. Литологиялық тұрғыдан олар шақпақтас пен малтатастардан тұрады. Суға қаныққан қабаттың қалыңдығы 44,3-тен 102,5 метр аралығында құбылады. Грунт сулары 10,9 метрден 175,5 метрге дейін тереңдікте жатады. Ұңғымалардағы жерасты суларының дебиті 13,3-тен 36,2 дм<sup>3</sup>/с-қа дейін, минерализация 0,3-0,6 г/дм<sup>3</sup> аралығында өзгереді. Байқағанымыздай су тұщы.

Негізгі гидрогеологиялық параметрлер: сулы горизонттың қалыңдығы 69 м; фильтрация (сүзілу) коэффициенті – 42 м/тәул; су өткізгіштігі – 2 898 м<sup>2</sup>/тәул; деңгейөткізгіштік коэффициенті – 2,72 x 10<sup>4</sup> м<sup>2</sup>/тәул; субергіштігі – 0,2.

Жер асты сулары кен орнының қорларын бағалау жартылай шектелген қабат жағдайы үшін гидродинамикалық әдіспен жүргізілген. Бұл әдісте басты сүйенетін ақпарат көзі ретінде жер беті су көздерінің фильтрациялық су жоғалтуын алынған.

Бұл жер асты сулары кенорны үшін пайдалану қоры тәулігіне 266 мың м<sup>3</sup> мөлшерінде бекітілген (КСРО ҚМК (1976ж .23.06 №7645 хаттама)). Алайда қазіргі уақытта кен орны тұтынушы жоқтығынан іс жүзінде пайдаланылмайды.

Орта төрттік делювиалды-пролювиалды сулы горизонтының жер асты сулары қалыптасуы еріген сулардың, атмосфералық жауын-шашынның жер беті су көздері инфильтрациясы есебінен, сондай-ақ жоғары палеозой таужыныстарындағы жарылымдары арқылы су қанығуы жүзеге асады.

## Әдебиет

- [1] Жунусов В. А. Отчет о результатах поисковых работ для водоснабжения хозцентров совхозов и колхозов Алма-Атинской области (1978)
- [2] Зубашев А.И. Отчет «Гидрогеологические условия листа К-44-І» (1967)
- [3] Сергеев Н. Н. Отчет по «Гидрогеологическому доизучению с инженерно-геологической съемкой и геоэкологическими исследованиями масштаба 1:200 000 листа К-44-І (район Капчагая, площадь 5 600 км<sup>2</sup>)». (2009).

**С.Н. Нурмуханбет, А.Т. Макыжанова**

### **Гидрогеологическое и состояние территории Капшагайского водохранилища**

**Аннотация.** В данной статье описывается геолого-гидрогеологическое состояние Капшагайского водохранилища. Подземные воды рассматриваемой территории в основном относятся к среднечетвертичному делювиально-пролювиальному водоносному горизонту (dpQII), а подземные воды широко распространены в глыбово-щебенистых, древесно-щебенистых отложениях.

**Ключевые слова:** Гидрогеология, водоносный горизонт, аллювий, дебит, коэффициент фильтрации.

**S. N. Nurmukhanbet, A. T. Makyzhanova.**

### **Hydrogeological and state of the territory of the Kapshagai reservoir.**

**Abstract.** This article describes the geological and hydrogeological state of the Kapshagai reservoir. The underground waters of the territory under consideration mainly belong to the Mid-Quaternary deluvial-proluvial aquifer (dpQII), and the underground waters are widely distributed in block-crushed stone, gravel-crushed stone deposits.

**Keywords:** Hydrogeology, aquifer, alluvium, flow rate, filtration coefficient.

УДК № 556.3, 631.6;

**Онласынов Ж.А.**

Научный руководитель - Шагарова Л.В., заведующая лабораторией ГИС технологий и ДЗЗ при ИГГ им. У.М. Ахмедсафина, кандидат технических наук

Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

[Zhuldyzbek.onlasynov@mail.ru](mailto:Zhuldyzbek.onlasynov@mail.ru)

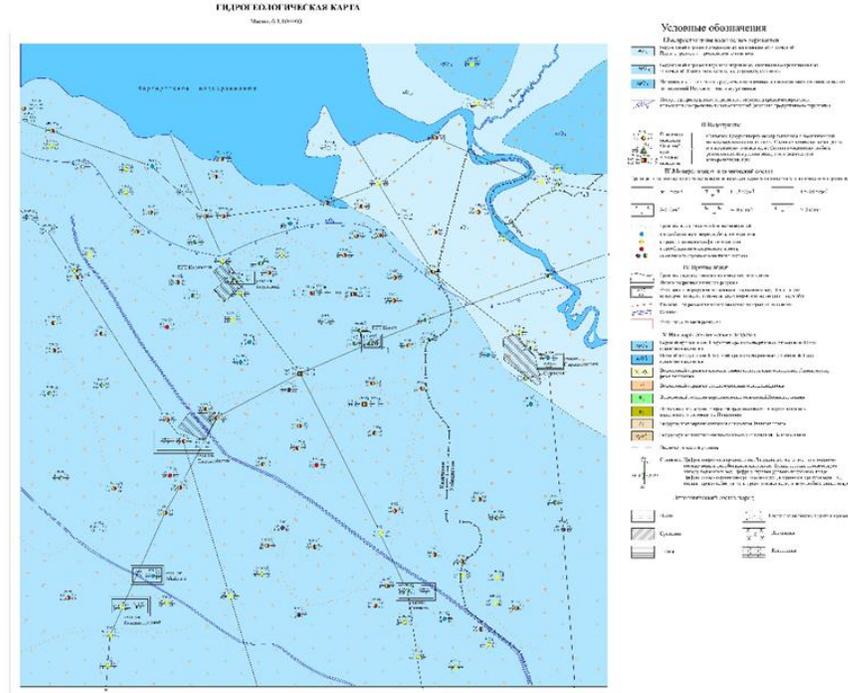
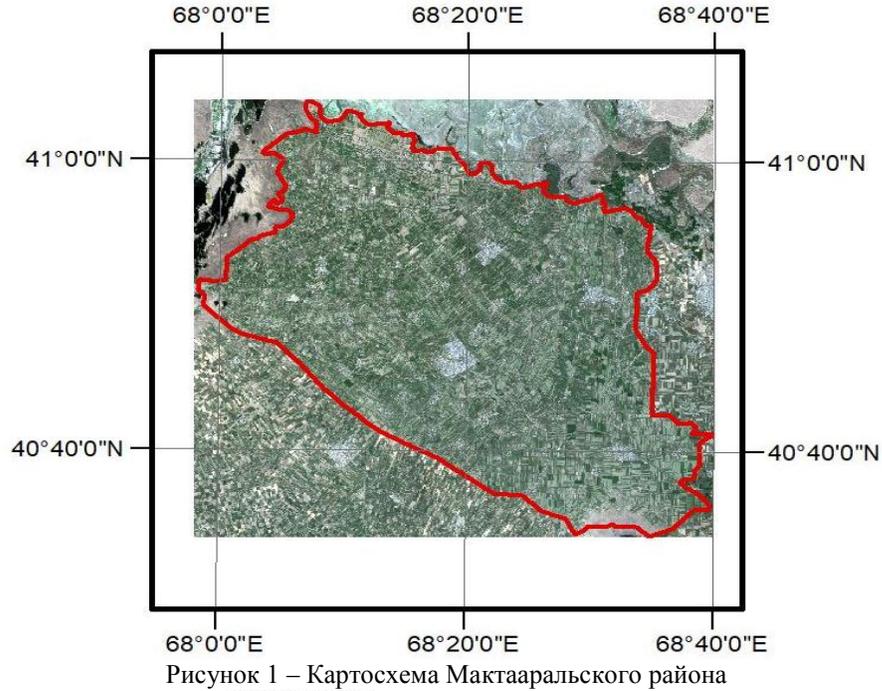
## **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОРОШАЕМЫХ МАССИВОВ МАКТААРАЛЬСКОГО РАЙОНА**

**Аннотация.** Одной из наиболее актуальных проблем в агропромышленном секторе Республики Казахстан в настоящее время является повышение урожайности и конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции, в том числе хлопчатника [1]. Орошаемые массивы Мактааральского района являются основным источником хлопчатника в Республике. В данной работе показаны особенности гидрогеологического строения орошаемых массивов Мактааральского района. Изучение гидрогеологических особенностей и литературный обзор проводились в рамках диссертационной работы на тему «Применение данных дистанционного зондирования Земли в гидрогеологии орошаемых массивов Мактааральского района».

**Ключевые слова:** орошение, ирригация, засоленность, гидрогеология, хлопчатник.

Возделывание хлопчатника имеет важную роль как в экономике Мактааральского района, так и в экономике страны. Доля хлопкового волокна при экспорте сельскохозяйственных культур составляет 3,8%, однако экспорт хлопчатника превышает

импорт на 21,5% [2]. В административном отношении орошаемые массивы хлопчатника располагаются на территории Мактааральского района Туркестанской области (рис. 1, 2). Голодностепская депрессия окружена с востока отрогами Чаткальского хребта, с юга – предгорьями Туркестанского хребта. Большая часть почв юга Южно-Казахстанской области, где осуществляется воздел хлопчатника, занята светлыми сероземами [3]



В целях прогрессивного повышения плодородия почвы и обеспечения высокого устойчивого урожая сельскохозяйственных культур необходимо доизучение гидрогеологических условий, мониторинг подземных вод [4] и орошаемых массивов.

По условиям залегания, литологическому составу водовмещающих пород, стратиграфической принадлежности, в районе исследования выделяются следующие водоносные горизонты.

Водоносный горизонт современных аллювиальных отложений (aQIV). Приурочен к узкой локальной полосе современных аллювиальных отложений, протягивающейся вдоль реки Сырдарья. Ширина этой полосы колеблется от 500 м до 3 км, кое-где достигая 10 км. Зеркало грунтовых вод залегает на глубине 0,5-5,0 м. Водовмещающие породы представлены мелкозернистыми пылеватыми песками, переслаивающимися с суглинками и глинами. Мощность обводненных отложений составляет 0,5-5,0 м. Водообильность мелкозернистых песков низкая. Удельные дебиты скважин составляют 0,01-0,1 л/с. Минерализация грунтовых вод довольно пестрая – от 0,5 г/л до 3 г/л. Общая жесткость 7-8 мг/экв. В основании водоносного горизонта залегают суглинки верхнечетвертичного возраста. Питание водоносного горизонта осуществляется путем инфильтрации атмосферных осадков и фильтрации из поверхностных водотоков. Подземные воды современных отложений используются местным населением для питья и водопоя скота. Для централизованного водоснабжения они практического значения не имеют.

Водоносный горизонт верхнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений (арQIII) в пределах описываемой части Голодной степи распространен повсеместно. Водовмещающие породы представлены светло-серыми разномышными песками, иногда с включением мелкой гальки и гравия, переслаивающимися с суглинками и глинами, невыдержанными по простиранию. В кровле залегает слой суглинков и супесей мощностью 20-30 м. Описываемый горизонт безнапорный, однако суглинки, слагающие кровлю горизонта, обуславливают создание некоторых местных напоров. Мощность обводненных верхнечетвертичных отложений колеблется в пределах 30-60 м, иногда достигая 90 м. Глубина залегания зеркала подземных вод колеблется от 0,5 до 5,0 м (рис. 3). От нижележащего водоносного горизонта описываемый горизонт отделен слоем суглинков и глин среднечетвертичного возраста мощностью 10-30 м.

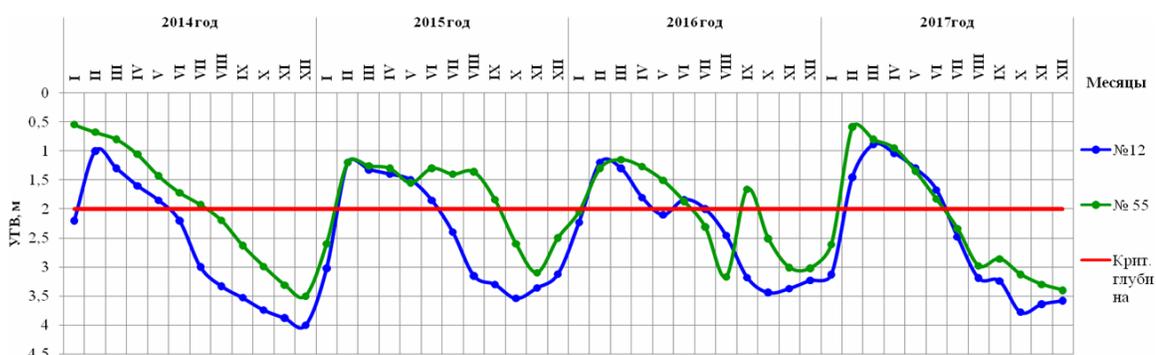


Рисунок 3 – График изменения уровня грунтовых вод

Водообильность верхнечетвертичных песков характеризуются дебитами 3,2-9,1 л/с при соответствующих понижениях 11,8-6,5 м. Удельные дебиты скважин составляют 0,27-1,15 л/с. Минерализация подземных вод, как правило, высокая и колеблется от 1,7 до 20,7 г/л, в среднем составляя 3,5-6,1 г/л, а с глубиной минерализация понижается. На орошаемых

массива верхнечетвертичный водоносный горизонт имеет минерализацию 3-5 г/л. Общая жесткость составляет 16-20,5 мг-экв/л. Химический состав воды преимущественно сульфатно-хлоридный натриево-магниевый и хлоридно-сульфатный натриевый. Общая минерализация увеличивается в западном направлении с удалением от основной области питания окаймляющих Голодностепскую депрессию с востока и юга горных хребтов. Второстепенным источником восполнения запасов подземных вод на описываемой территории являются поверхностные воды оросительных каналов и частично поверхностные воды реки Сырдарья.

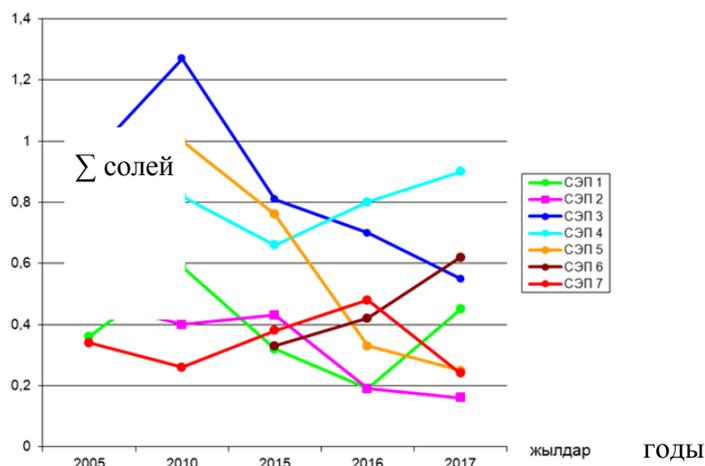


Рисунок 4 - Изменение количества солей в интервале грунта 0-100 см

Небольшая глубина залегания подземных вод верхнечетвертичных отложений, орошение почво-грунтов обуславливает капиллярное поднятие воды близко к поверхности и её интенсивное испарение, вследствие чего происходит увеличение минерализации воды и засоление почв (рис. 4). При периодических колебаниях уровня подземных вод происходит вымывание солей из почв, вновь приводящее к повышению минерализации подземных вод. Водоносный горизонт верхнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложений непригоден для хозяйственно-питьевого водоснабжения из-за высокой минерализации воды [5]. Немаловажную роль в снижении минерализации грунтовых вод и почвы верхнечетвертичного водоносного горизонта играет сеть дренажных коллекторов и скважин вертикального дренажа двойного действия, которые способствуют снижению уровня грунтовых вод путем откачки.

### Литература

1. Т.А. Мусабаев, Ф.Ш. Куанганов, А.Б. Батыргажин, В.В. Могильный, Ж.Ш. Жантаев, Н.А. Айтхожина, В.И. Дробжев, М.М. Молдабеков, Л.М. Чечин. (2008) Космические исследования и эксперименты Республики Казахстан., Том 2. Дайк-Пресс, Алматы. ISBN:9965-798-92-3
2. Сигарев М.И., Кантуреев М.Т. Рынок экспортоориентированной продукции и продовольствия в Казахстане // Известия Национальной Академии Наук. Серия аграрных наук. – Вып. 6, №48 (2018), 32 – 37 (in Eng.) doi.org/10.32014/2018. 2224-526X.16
3. О.К.Бигараев. (2015) Глубокое рыхление почвы в хлопкосеющей зоне юга Казахстана// Международный журнал Наука и мир №4, том 3, 90-91. (In Russian)
4. Шагарова Л.В. К вопросу о мониторинге подземных вод в Казахстане // Молодые -

Наукам о Земле. Материалы IX Международной научной конференции молодых ученых. В 7-ми томах. Т.6. 2020. С. 37-39. ISBN 978-5-6045456-6-9

5. Онласынов Ж.А., Жанабиллов С.С. Отчет о результатах поисково-разведочных работ для обеспечения запасами подземных вод 13 сел Южно-Казахстанской области, в том числе в Мактааральском районе – Искра, Есентаев, Абай, Тегистик, Прогресс, Алгабас, Конырат, Орgebас, Женис, Дихан, Мактажан, Алаш, Наурыз // Алматы, 2015г

**Онласынов Ж. Ә.**

**Мактаарал ауданының суармалы массивтерінің гидрогеологиялық жағдайы.**

**Аңдатпа.**Зерттеу аймағында, пайда болу жағдайларына, сулы тау жыныстарының литологиялық құрамына, стратиграфиялық тиістілігіне, келесі сулы қабаттар бөлінеді. Қазіргі төрттік кезеңнің аллювиалды шөгінділерінің сулы қабаты (aQIV). Ол Сырдария өзенінің бойында созылып жатқан қазіргі аллювиалды шөгінділердің жергілікті жолағында орналасқан. Бұл жолақтың ені 500 м-ден 3 км-ге дейін, кейбір жерлерде 10 км-ге дейін жетеді. Жер асты суларының айнасы 0,5-5,0 м тереңдікте жатыр. Жоғарғы төрттік аллювиалды-пролювий шөгінділерінің сулы қабаты (apQIII) ауданның барлық сипатталған бөлігінде кең таралған. Жоғарғы төрттік шөгінділердің сулы қабаты қалыңдығы 30-60 м-ден, кейде 90 м-ге дейін жетеді, жер асты суларының тереңдігі 0,5-тен 5,0 м-ге дейін жетеді.

**Түйін сөздер:** суару, суландыру, тұздану, гидрогеология, макта.

**Onglassynov Z. A.**

**Hydrogeological conditions of Maktaaral irrigated lands.**

**Abstract.**According to the conditions of occurrence, lithological composition of water-bearing rocks, stratigraphic affiliation, the following aquifers are distinguished in the study area. Aquifer of modern alluvial deposits (aQIV). It is confined to a narrow local strip of modern alluvial deposits stretching along the Syrdarya river. The width of this strip ranges from 500 m to 3 km, in some places reaching 10 km. The groundwater table lies at a depth of 0.5-5.0 m. Aquifer Upper proluvial alluvial deposits (apQIII) within the described parts of research area distributed everywhere. The thickness of the watered Upper Quaternary sediments ranges from 30-60 m, sometimes reaching 90 m. The depth of the groundwater table ranges from 0.5 to 5.0 m.

**Keywords:** irrigation, salinity, hydrogeology, cotton.

УДК 556.3(574)

**Осипов С.В., Исмагулова А.Ж**

*Научный руководитель Муртазин Ермек Жамиштович – к.г.-м.н.*

*Институт гидрогеологии и геоэкологии имени Ахмедсафина, Казахстан, г.Алматы  
zhanatovna@mail.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ КОЛЬМАТАЦИИ В ОСНОВАНИЯХ ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ БАССЕЙНОВ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВОСПОЛНЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В КАЗАХСТАНЕ**

**Аннотация.** В статье даны основные положения методики и результаты проведенных исследований изучения процессов кольматации в основаниях инфильтрационных бассейнов в искусственном восполнении подземных вод в Казахстане.

*Получены натурные характеристики физических свойств и мощности пород зоны аэрации и отложений, залегающих в кровле водоносного горизонта, влияющих на процессы кольматации в основаниях инфильтрационных бассейнов при искусственном восполнении запасов подземных вод.*

*Проведенные исследования имеют прикладное значение в качестве достоверных показателей для принятия проектных решений и показали высокую эффективность использования поверхностных инфильтрационных бассейнов для искусственного восполнения запасов подземных вод.*

**Ключевые слова:** искусственное восполнение запасов подземных вод, инфильтрационный бассейн, литологический состав, водно-физические свойства, процессы коагуляции.

Возможность аккумуляции определенного количества воды в водоносном горизонте и наличие инфильтрационных сооружений позволяют прекращать подачу в них воды в периоды резкого ухудшения качества в источнике пополнения (повышение мутности, загрязнения промышленными стоками и другими выбросами в аварийных ситуациях, появление привкусов, запахов и др.) и тем самым значительно снижать опасность случайного загрязнения. Накопление подземного стока в многоводные периоды года любым из известных способов позволяет повысить надежность водоотбора из аллювиальных водоносных 16 горизонтов, исключая возможность возникновения чрезвычайных ситуаций, определяемых сокращением подачи воды потребителям в маловодные периоды года.

ИППВ посредством инфильтрационных сооружений, в частности инфильтрационных бассейнов или каналов, предопределяет некоторые сложности, связанные с оперативностью управления их работой.

В ряде случаев это требование трудновыполнимо. Так, например, при инфильтрации воды из источника пополнения, содержащей взвесь, через днище этих сооружений отдача постепенно снижается, что требует периодической остановки бассейнов для регенерации фильтрующей загрузки. Необходимость такой регенерации может возникать и в периоды, когда максимально снижается и производительность водозабора подземных вод.

Если в качестве источника пополнения используются водотоки с неустойчивым режимом стока, то дополнительные трудности возникают из-за еобеспеченности нормальных условий забора воды из этого источника и подачи ее в инфильтрационные сооружения

Как отмечалось ранее, системы искусственного восполнения подземных вод подразделяются на три основных типа — открытые, в основном с нфильтрационными бассейнами; закрытые, в основном с инфильтрационными скважинами, и простые с поверхностной фильтрацией, с использованием естественных и нарушенных условий, главным образом гидрогеологических и гидрологических.

В открытой безнапорной системе ИВПВ (I тип), еущественное значение имеет поверхностная инфильтрация со специальными сооружениями — инфильтрационными бассейнами, которые выполняют важную роль при улучшении качества воды. Для закрытых систем ИВПВ (II тип) инфильтрация происходит через, поглощающие скважины (иногда колодцы и др.), куда должна подаваться уже чистая вода. В III типе ИВПВ при поверхностной фильтрации вместо бассейнов используют естественные понижения в рельефе и старицы, а также участки пойменных и низких надпойменных аллювиальных террас.

На данный момент испытательным лабораториям предлагается контролировать конкретный нормируемый показатель "мутность" двумя методами, определяющими разные физические характеристики водного объекта: фотометрией и нефелометрией. Таким образом, под одним термином "мутность" предлагается измерять различные характеристики анализируемой среды. При этом установленный норматив оставлен по ГОСТ 2874-82, для которого установлен фотометрический метод определения показателя [27].

Следует подчеркнуть, что в практике гидрохимического анализа загрязняющих веществ, приводимые загрязнения; за отдельно взятые дискретные годы не достаточно точно отражают динамику загрязнения. А именно, при сохранении объемов загрязняющих веществ из года и год, загрязнение поверхностного стока, за отдельно взятые месяцы, кварталы и годы имеет значительные различия. Причиной тому является зависимость гидрохимического режима от гидрологического режима, т.е. загрязненность водотока полностью зависит от водности

конкретного года с учетом разбавляемости и регенеративной способности водотока [31]. Исходя из этого необходимо проводить анализ загрязнения в совокупности с водностью года, т.е. при 25, 50, 75 и 95 % обеспеченности, ибо при принятии управленческих решений по уменьшению загрязнения огромная роль принадлежит разбавлению высоких концентраций загрязняющих веществ путем оперирования: количественной характеристикой водного потока. При этом использование конкретных объемов сточных вод, как детерминированную величину не возбраняется.

Важным показателем качества воды, используемой практически для любой цели является наличие механических примесей - взвешенных веществ, твердых частиц ила, глины, водорослей и других микроорганизмов, и других мелких частиц. Допустимое количество взвешенных веществ колеблется в широких пределах, как и возможное их содержание. Взвешенные в воде твердые частицы нарушают прохождение света через образец воды и создают количественную характеристику воды, называемую мутностью. Мутность можно рассматривать как характеристику относительной прозрачности воды. Измерение мутности - это не прямое определение количества взвеси в жидкости, а измерение величины рассеяния света на взвешенных частицах.

Говоря простым языком, мутность - результат взаимодействия между светом и взвешенными в воде частицами. Проходящий через абсолютно чистую жидкость луч света остается практически неизменным, хотя, даже в абсолютно чистой воде, молекулы вызывают рассеяние света на некоторый, хоть и очень малый, угол. В результате, ни один раствор не обладает нулевой мутностью. Если в образце присутствуют взвешенные твердые частицы, то результат взаимодействия образца с проходящим светом зависит от размера, формы и состава частиц, а также от длины волны (цвета) падающего света. Хотя к настоящему времени разработано множество методов для определения загрязнений в воде, определение мутности по-прежнему важно, поскольку мутность - это простой и неопровержимый показатель изменения качества воды. Внезапное изменение мутности может указывать на дополнительный источник загрязнения (биологический, органический или неорганический) или сигнализировать о проблемах в процессе обработки воды.

Мутность воды определяют фотометрически (турбидиметрически – по ослаблению проходящего света или нефелометрически – по светорассеянию в отраженном свете), а также визуально – по степени мутности столба высотой 10–12 см в мутномерной пробирке [27]. Результат измерений выражают в мг/дм<sup>3</sup> при использовании основной стандартной суспензии каолина или в ЕМ/дм<sup>3</sup> (единицы мутности на дм<sup>3</sup>) при использовании основной стандартной суспензии формазина. Последнюю единицу измерения называют также Единица Мутности по Формазину (ЕМФ) или в западной терминологии FTU (Formazine Turbidity Unit). 1FTU=1ЕМФ=1ЕМ/дм<sup>3</sup>.

Практические попытки количественно измерить мутность относятся к 1900 году, когда Уиппл и Джексон разработали стандарт суспензии, содержащей 1000 миллионных долей (ppm) кизельгура (диатомитовой земли) в дистиллированной воде. Разбавление этой суспензии позволило создать так называемую "кремнеземную" шкалу мутности на основе ряда стандартных суспензий для калибровки турбидиметров того времени.

Джексон воспользовался этой шкалой для работы с существовавшим тогда прибором диафанометром и создал то, что известно под названием "свечной турбидиметр Джексона". Он состоял из специальной свечи и плоскодонной колбы. Джексон откалибровал его в единицах ppm по мутности взвешенного кремнезема. Для определения мутности образец медленно наливали в колбу до тех пор, пока изображение пламени, наблюдаемое сверху не превращалось в бесформенное свечение .

В 1926 году Кингсбери и Кларк создали формазин, который является почти идеальным веществом для приготовления стандартных суспензий. Для приготовления формазина требуется растворить точную навеску 5,00 г сульфата гидразина и 50,00 г гексаметилентетрамина в одном литре дистиллированной воды.

Искусственное пополнение подземных вод осуществляется комплексом инженерно-технических мероприятий, обеспечивающих дополнительное питание подземных вод за счет инфильтрации поверхностных вод.

При размещении, проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструируемых объектов искусственного пополнения подземных вод хозяйственно-питьевого назначения должны применяться наилучшие существующие технологии, приводящие к устранению или снижению негативного влияния искусственного пополнения на качество подземных вод, и прошедшие в установленном порядке санитарно-эпидемиологическую экспертизу. Технологические и технические решения детально обосновываются результатами опытно-экспериментальных или опытно-натурных испытаний и исследований, обобщенными данными зарубежного опыта эксплуатации подобных систем.

Искусственное пополнение запасов подземных вод с помощью специальных инфильтрационных сооружений, известное как важнейший инструмент управления водными ресурсами, применяется в том числе и как метод борьбы с истощением водоносных горизонтов в гидрогеологической и водохозяйственной практике и предупреждения сокращения подачи воды потребителям. Ему посвящены многочисленные теоретические и экспериментальные исследования. В частности, опыт применения ИППВ в мировой практике и на территории стран СНГ освещен в работах В. Григорьева (1964), Н. Фаворина (1967), А. Перлина (1967), В. Усенко (1972, 1977), В. Алексеева, К. Боголюбова, Е. Никольской (1974), Н. Плотникова, К. Сычева (1976).

В последнее десятилетие по методом искусственного восполнения подземных вод (ИВПВ) проводились большие научно – исследовательские работы с целью совершенствования технологии, методики оценки эксплуатационных запасов в условиях искусственного восполнения, повышения санитарной надежности и т.д.

Из зарубежных опытов по применению искусственного восполнения запасов подземных вод заслуживают внимание работы, проводимые в США, ФРГ, ВНР, Канаде, Румынии, Швейцарии, Центральной и Южной Африке, Индии, Австралии, Кении, Голландии, и в Швеции.

В Казахстане простейшие схемы искусственного восполнения запасов подземных вод начали применяться с тридцатых годов прошлого столетия, чему во многом способствовало пересыхание береговых инфильтрационных колодцев из-за неравномерного сезонного распределения поверхностного стока в наиболее маловодные годы [2].

Проблемами искусственного восполнения подземных вод занимался Институт гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР (Жапарханов С.Ж., Шестаков Ф.В., Махмутов Т.Т. и некоторые другие). Так же известны работы Г.Г.Коваленко по Центральному Казахстану. В начале семидесятых годов, выполняя государственную гидрогеологическую съемку в северном Казахстане, В.Н.Антоненко поставил опыты по искусственному восполнению в долине р. Селеты.

Инженерно-гидрогеологические и гидрологические исследования Акбай-Карасуйского водозабора показали, что на участке исследуемого водозабора, имеются благоприятные гидрогеологические и гидрологические условия для искусственного восполнения запасов подземных вод (ИВЗПВ)[28].

Отсутствие слабопроницаемого мелкозернистого покрова в пойме р. Аксу и малая его мощность (0,5÷1,0) надпойменных террас в пределах Акбай-Карасуйского водозаборного участка позволяют для искусственной инфильтрации поверхностных вод применять наиболее эффективный способ - инфильтрационный бассейн.

Ввиду того, что вода из реки Аксу характеризуется малой мутностью, то образование коагуляции и заиления не наблюдалось.

Использование поверхностных вод в качестве источника искусственного восполнения запасов подземных вод (ИВЗПЗ) сопровождается рядом физических, физико-химических и биологических процессов - механическое осаждение взвешенных частиц, физическая и химическая суффозия, сорбционный обмен, коагуляция и др.

Из физических показателей наиболее важным является мутность. В случае показателя мутности воды выше нормы, её использование может привести к серьезной проблеме и вызвать коагуляцию отложений в дне инфильтрационных бассейнов, даже несмотря на специальную подготовку воды по снижению мутности до ПДК (от 5 до 20 мг/дм<sup>3</sup>). В связи с этим, при фундаментальных исследованиях среди процессов, прямым образом влияющим на эффективность работы инфильтрационных бассейнов (ИФБ) и их технико-экономическую целесообразность, приоритетное направление имеют натурные режимные наблюдения за процессами коагуляции на реально эксплуатируемых ИФБ в составе сооружений ИВЗПВ (что является дорогостоящим мероприятием), либо на создаваемых физических мини-моделях ИФБ.

### **Литература**

1. Плотников Н.А., Сычев К.И. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод с искусственным восполнением. Алма-Ата, 1976. 266 с.
2. Подольный О.В., Смоляр В.А., Даришев К.М. Формирование и оценка естественных ресурсов подземных вод. Южное Прибалхашье. В кн. «Балхашский сегмент. Подземные воды». Алма-Ата, 1992. С.154-182.
3. Сток подземных вод Казахстана. Алма-Ата, 1964. 87 с.
4. Ахмедсафин У.М., Шлыгина В.Ф., Джабасов М.Х., Мухоряпова А.А. Формирование подземного стока. Южно-Балхашская предгорная впадина // Формирование подземного стока на территории Казахстана. Алма-Ата, 1970. С. 106-111.

**Осипов С.В., Исмагулова А.Ж**

#### **Қазақстандағы жер асты суларын жасанды түрде қалпына келтірген инфильтрациялық ыдыстар негізінде коагуляция процестерінің зерттеуі**

**Аңдатпа.** Мақалада негізгі ережелері Қазақстандағы жер асты суларын қолдан толтыру кезінде инфильтрациялық бассейндер негіздеріндегі коагуляциялық процестерді зерттеу бойынша жүргізілген зерттеу нәтижелері келтірілген.

Жер асты суларының қорын қолдан толтыру кезінде инфильтрациялық бассейндер негіздерінде коагуляция процестеріне әсер ететін аэрациялық аймақ жыныстары мен сулы қабаттын жоғарғы қабатында жатқан шөгінділердің физикалық қасиеттері мен сыйымдылығының табиғи сипаттамалары алынды. Жүргізілген зерттеулер жобалық шешімдерді қабылдаудың сенімді индикаторлары ретінде маңыздылыққа ие болды және жер асты суларының қорларын жер үсті толтыруды жасанды қолдану үшін инфильтрациялық бассейндердің жоғарғы тиімділігінің көрсетті.

**Түйін сөздер:** жасанды құрамы, су-физикалық қасиеттері, литологиялық инфильтрация бассейні, коагуляция процестері.

**Osipov S., Ismagulova A.**

#### **Research in the field of studying the processes of colmation in the bases of infiltration basins with artificial replenishment of groundwater in kazakhstan**

**Abstract.** The article presents the main provisions of the methodology and the results of the studies carried out to study the processes of colmation of the bases of infiltration of the basins in the artificial replenishment of groundwater in the Kazakhstan. The natural characteristic of the physical properties and thicknesses of the rocks of the aeration zone and sediments lying in the top of the aquifer affecting in the colmation processes in the bases of infiltration basins during artificial replenishment of groundwater reserves, have been obtained. The studies carried out have applied valuable reliable indicators for making design decisions and have shown the high efficiency of using surface infiltration basins for artificial replenishment of groundwater reserves.

**Keywords:** artificial replenishment of groundwater reserves, infiltration basin, lithological composition, water-physical properties, colmatation processes.

УДК 55-556

**Панаева А.**

*Научный руководитель – Завалей Вячеслав Алексеевич, профессор, кандидат геолого-минералогических наук*

[panaeva.aruzhan@mail.ru](mailto:panaeva.aruzhan@mail.ru)

## **ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ И КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.**

***Аннотация.** Представлены основные критерии и показатели количественной и качественной оценки и районирования геотермальных ресурсов.*

*Основным количественным критерием геотермальных ресурсов является характеристика их запасов, выявленная на данный период времени с той или иной степенью достоверности*

***Ключевые слова:** Количество, подсчет запасов, гидрогеологические условия, оценка качества, подземные воды.*

Основным количественным критерием геотермальных ресурсов, как впрочем, и любого вида минеральных ресурсов вообще является характеристика их запасов, выявленная на данный период времени с той или иной степенью достоверности.

Согласно исторически сложившейся последовательности обнаружения, подготовки и использования, потенциальные ресурсы, в том числе и геотермальные, на начальный период их использования разведаны лишь частично. Поэтому количественная характеристика оценки потенциальных ресурсов не является постоянной, а периодически пересматривается по мере изменения представлений о геологических условиях аккумуляции и консервации в частности геотермальных ресурсов, в пределах того или иного региона, где они выявлены. В связи с этим, потенциальные ресурсы могут быть подразделены на разведанные и прогнозные запасы. К группе разведанных относятся такие запасы, которые с той или иной степенью достоверности выявлены в результате проведенных исследований и геологоразведочных работ, и в основном, подготовлены для последующей их разработки.

Следует заметить, что не все запасы ТВ могут быть рационально извлечены из недр. Это приводит к необходимости деления их на балансовые – разработка которых в настоящее время экономически целесообразна и на забалансовые – разработка которых в настоящее время нерентабельна, но которые могут рассматриваться в качестве объекта для промышленного освоения в дальнейшем.

В соответствии с современной классификацией, разведанные запасы минеральных ресурсов, в т.ч. и геотермальные подразделяются на четыре категории – А, В, С1, С2, которые определяются той или иной степенью изученности объекта.

Условием подготовленности месторождения теплоэнергетических вод к промышленной разработке является наличие утвержденных ГКЗ или ТКЗ запасов того или иного уровня .

Запасы для удовлетворения перспективной потребности в воде должны быть разведаны не ниже категории С1.

Основными критериями качества геотермальных ресурсов является естественно, оценка температурных показателей и связанных с этим фазовых характеристик. В плане выделяются два основных класса геотермальных ресурсов - гидро- и петрогеотермальные. Гидротермальные, в свою очередь, подразделяются на низкопотенциальные, среднепотенциальные и высокопотенциальные. Высокопотенциальные ресурсы связаны с наличием месторождений высокотемпературных вод и пара, которые, как правило, приурочены к неглубоко залегающим магматическим очагам.

Следующий немаловажный критерий оценки качества геотермальных ресурсов связан с возможностью их использования с минимальными дополнительными затратами – это компонентный состав вод. В этом аспекте наиболее качественными являются пресные или слабоминерализованные воды, в которых отсутствуют или имеют низкую концентрацию токсичные и другие вредные компоненты. Высокая минерализация, механические включения (песок, глина), газы (углеводороды, сероводород, диоксид углерода и др.), токсичные макро и микрокомпоненты (фенолы, мышьяк, ртуть и другие) отрицательно влияют на аппаратуру, преобразующую тепловой потенциал в тот или иной вид полезного продукта и поэтому требуется предварительная, зачастую весьма дорогая, очистка вод. В связи с этим требуется предварительная, зачастую весьма дорогостоящая, очистка вод, которая оправдана лишь в случае, когда в процессе очистки может быть получен товарный продукт, который, по крайней мере, окупит ее применение. В большинстве же случаев наличие вышеуказанных компонентов существенно снижает качество геотермальных ресурсов и, как правило, препятствует их применению.

Критерии и оценки региональной целесообразности освоения геотермальных ресурсов определяются соотношением совокупных затрат в геотермальную и базовую, существующую на данный момент в этом регионе, техно-логию. Целесообразность освоения геотермальных ресурсов определяется несколькими основными факторами, к которым можно отнести:

- общее состояние и прогноз социально-экономического развития региона;
- состояние топливно-энергетического баланса региона в настоящее время и на перспективу;
- имеющиеся утвержденные запасы геотермальных ресурсов и их прогнозные оценки;
- потребительское качество геотермального сырья;
- отработанность технологии извлечения и использования геотермальных ресурсов данного качества;
- особые факторы, благоприятствующие освоению геотермальных ресурсов (наличие ранее пробуренных скважин и т.п.);
- прочие соображения.

Алматинское термоминеральное месторождение расположено в окрестностях г.Алматы на стыке равнинных территорий с горами Заилийского Алатау. Разведано для обеспечения минеральной водой санаториев, санаториев-профилакториев и домов отдыха вблизи г.Алматы. Суммарная потребность в воде 3,2 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Месторождение включает в себя 7 участков: «Коктем», «Тургень», санаторий «Алматы», «Казахстан», «Верхняя Каменка», «Покровка» и «Пригородный», удалённых друг от друга на расстояния от 12 до 60 км.

Участки располагаются в предгорной зоне Заилийского Алатау на конусах выноса рек Каргаalinka, М.Алматинка, Б.Алматинка, Тургень и прилегающей к ним предгорной наклонной равнине.

Месторождение приурочено к юго-западной прибортовой зоне Копа-Илийского артезианского бассейна, выполненного преимущественно мезо-кайнозойскими образованиями, представленными переслаиванием глинистых и грубообломочных пород мощностью до 3200м. Наибольшее погружение палеозойского фундамента отмечается в пределах Алма-Атинского прогиба, отделённого от предгорных ступеней Заилийского Алатау серией разрывных нарушений северо-восточного и субширотного простирания.

По геолого-структурным особенностям месторождение может быть отнесено к группе месторождений артезианских бассейнов с пластовой миграцией вод в осадочных породах. Проницаемые разности пород в зоне погружения обводнены и содержат термоминеральные воды, обладающие бальнеологическими свойствами.

Состав и свойства термоминеральных вод, вскрытых в палеоген-неогеновых толщах, на каждом из участков месторождения различны. Они относятся к различным бальнеологическим группам и характеризуются в составе соответствующих бальнеологических групп.

### **Литература**

1. Айтуаров Т.К., Ережепов Н.Е., Сатпаев А.Г., Калитов Д.К., Арыстанбаев Я.У., Байзаков Н.Б., Ережепов С. Н. Особенности формирования напорных вод меловых отложений артезианских бассейнов Казахской части Туран-ской плиты. В кн.: Рациональное использование подземных вод Казахстана и их охрана. Межвузовский сборник научных трудов. Алматы, 1994. С 32-49.

2. Андреев Б.П., Есипов Ю.М. Отчет о бурении разведочно-эксплуатационной скважины 1/78 на минеральную термальную воду для санатория «Казахстан» в п. Нижняя Каменка, Каскеленского р-на, Алма-Атинской области. Фонды АГГП, 1982г.

3. Анализ гидрогеологического и геофизического материала по восточно-илийскому геотермальному бассейну, геолого-экономическая оценка месторождения термальных вод. Отчет. По договору с Лобненской геолого-разведочной экспедицией ПО «Союзбуургаз». Алма-Ата, 1989 г.

**Панасева А. Б.**

#### **Геотермальдық ресурстарды сандық және сапалық бағалау мен аймақтарға алудың негізгі өлшемдері мен көрсеткіштері.**

**Аңдатпа.** Геотермальдық ресурстарды сандық және сапалық бағалау мен аймақтарға бөлудің негізгі критерийлері мен көрсеткіштері ұсынылған. Геотермальдық ресурстардың негізгі сандық критерийі белгілі бір сенімділік дәрежесімен осы уақыт кезеңінде анықталған олардың қорларының сипаттамасы болып табылады.

**Түйін сөздер:** Қорлардың саны, санын есептеу, гидрогеологиялық жағдайлар, сапаны бағалау, жер асты суларының сапасы.

**Panayeva A. B.**

#### **The main criteria and indicators of quantitative and qualitative assessment of geothermal resources.**

**Abstract.** The main criteria and indicators of quantitative and qualitative assessment and zoning of geothermal resources are presented.

The main quantitative criterion of geothermal resources is the characteristic of their reserves, which has been identified for this period of time with some degree of certainty.

**Keywords:** Quantity, counting of reserves, hydrogeological conditions, quality assessment, groundwater.

А.Б. Садуов

Е.Е. Тайкулаков, сениор-лектор, MS's

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева,  
Казахстан, Алматы  
[ali.saduov@gmail.com](mailto:ali.saduov@gmail.com)

## ВЫЯВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ПРИМЕНЕНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ МАГНИТОРАЗВЕДКИ, ЧУ-САРЫСУ

**Аннотация.** На данный момент существуют множество методов современной интерпретации данных магниторазведки, для определения геологических структур и их формы, глубины залегания. В качестве примера, выбрана местность где была проведена детальная магниторазведка Чу-Илийской партией 1978-1981 года. Для интерпретации данных в исследуемой области, были использованы такие методы как: первая вертикальная производная, вторая вертикальная производная, вычисление оператора Набла, а также фильтры нижних и верхних частот. Были продемонстрированы результаты сравнения между данными интерпретаций и данными, которые были получены наблюдениями ученых, и в итоге выявлено, что данные обеих карт практически совпадают друг с другом. Таким образом, доказано, что данные методы интерпретации магниторазведки эффективны при обнаружении крупных геологических структур.

**Ключевые слова:** первая производная, вторая производная, фильтры, оператор Набла, магниторазведка, интерпретация, Чу-Сарысу

### Геолого-географическая характеристика

Исследуемая область находится в 73°00' и 74°00' восточной долготы и 44°40' и 45°20' северной широты, в Южно-Восточной части Казахстана. В исследуемый участок входит небольшая часть южного Балхаша, а также, в северо-восточной части участка проходит автомобильная трасса М36 Алматы-Астана. Ближайшие населенные пункты село Акбакай, в 30 км к Западу и село Мынарал в 15 км к Северу от исследуемой зоны (Рис. 1).

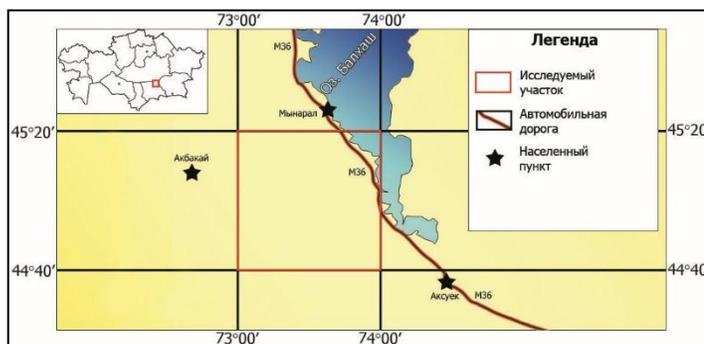
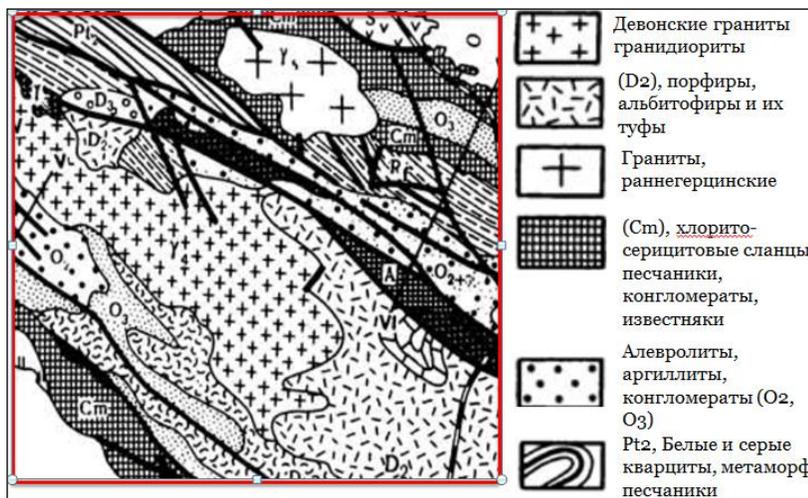


Рис. 1 Географическое расположение исследуемого участка.



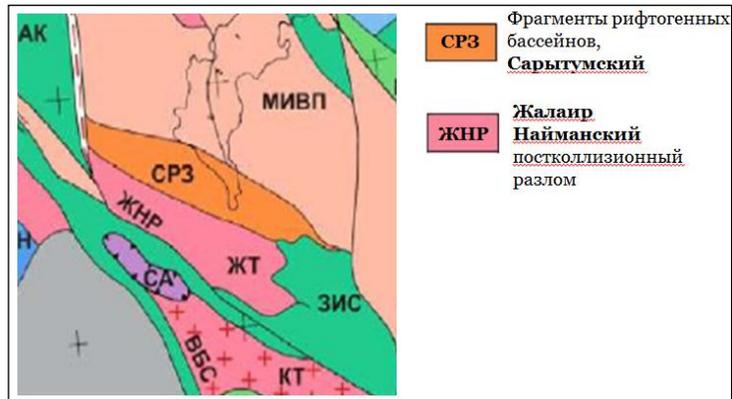
Исследуемый участок, делят два разлома, которые простираются от Юго-Востока к Северо-Западному направлению, где в южном и северном направлении от разломов преобладают хлорито-серицитовые сланцы, песчаники,

конгломераты и известняки кембрийского возраста (См). В центральной части исследуемого участка преобладают девонские граниты и габброиды (D), а также порфиры, альбитофиры и их туфы среднего девона (D2) и ближе к южной части участка распространены алевролиты, аргиллиты, конгломераты среднего и верхнего ордовика (O2,O3). Можно увидеть, что на северной части присутствует интрузия, которая сложена раннегерцинскими гранитами (Рис. 2).

Рис. 2 Геологическая карта исследуемого участка (изменено из Маркова Н.Г., 1961).

Также следует отметить, что в исследуемый участок входит Сарытумская рифтогенная шовная зона и Жалаир-Найманский постколлизийный разлом (Ошибка! Источник ссылки не найден.).

Ошибка! Источник ссылки не найден. Тектоническая карта палеозойского исследуемого участка (Коробкин, 2011)



### Геофизика

Детальная магниторазведка была проведена Чу-Илийской партией 1978-1981 года, материал соответствует листу L-43-26 и был получен на бумажном носителе в масштабе 1: 200 000. Процесс транс-портирования данных в цифровой формат проходил вручную, где участок был поделен на 72 профиля по направлению Юг-Север, и 78 профиля Запад-Восток, расстояние между ближайшими профилями 2 км. В результате, была получена карта магнитных аномалий с помощью программы Surfer v.13. Рис. 3(а).

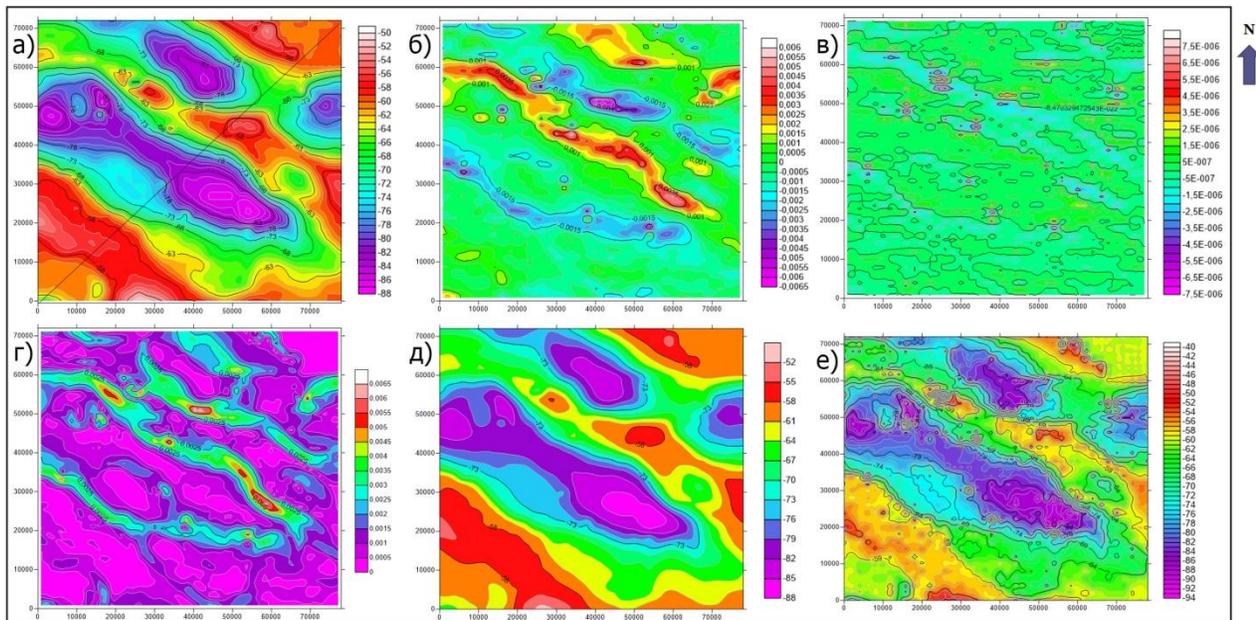


Рис. 3 Полученный результат по средствам интерпретации данных магниторазведки. а) Цифровая карта магнитной аномалии; б) Карта первой производной вертикальной составляющей; в) Карта второй производной; г) Карта построенная по

оператору "Набла"; д) Карта полученная после применения низкочастотного фильтра (Low-pass); е) Карта полученная применения высокочастотного фильтра (High-pass).

### Интерпретация

Первый метод интерпретации, который был использован первая вертикальная производная (Рис. 3б). Данный метод описывает скорость изменения магнитного поля (Kearey, 2002). На карте уже могут быть выделены участки, отличающиеся от соседних зон. На рис. 4в, был применен метод второй вертикальной производной, которая демонстрирует четкие границы геологических структур (Holden, 2016). Можно заметить что, границы, которые видны на Рис. 3б соответствуют геологическим структурам на Рис. 3б. Следующий метод, который был применен - вычисление оператора Набла очень похож на метод первой вертикальной производной, который высчитывает скорость изменения градиент вектора магнитного поля. Геологические структуры на Рис. 3г видны более детально и с более точными очертаниями границ структур. Можно сделать вывод, что в вышесказанных зонах присутствуют горные породы с большим количеством магнетита, интрузии, разломы и т.д.

Далее, был применен метод фильтр-нижних частот (Рис. 3д) пропускающий частотный спектр сигнала ниже некоторой частоты (частоты среза) и подавляющий частоты сигнала выше этой частоты, для выявления региональной магнитной аномалии, то есть влияние геологических структур на больших глубинах, данного участка. Фильтр верхних частот, пропускающий высокие частоты входного сигнала, при этом подавляя частоты сигнала ниже частоты среза (Рис. 3е), был применен для выявления геологических структур, которые

располагаются на малых глубинах от поверхности. В целом, если сравнивать карты обоих фильтров, то главные очертания магнитных аномалий не меняется. На карте Рис. 3а можно увидеть геологические тела с наиболее высокими значениями аномалий (Рис. 4). Но, следует отметить, что применяя фильтр верхних частот, в зонах которые выдают наибольшие аномалии, очень трудно отличить между геологическим телом и шумом, которые могут создавать различные факторы. Поэтому, нужно быть осторожным при интерпретации обратной задачи магниторазведки.

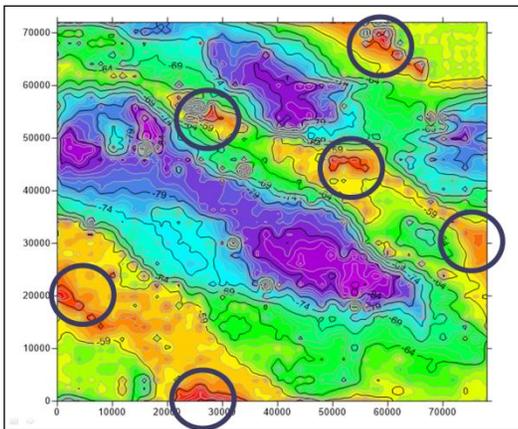
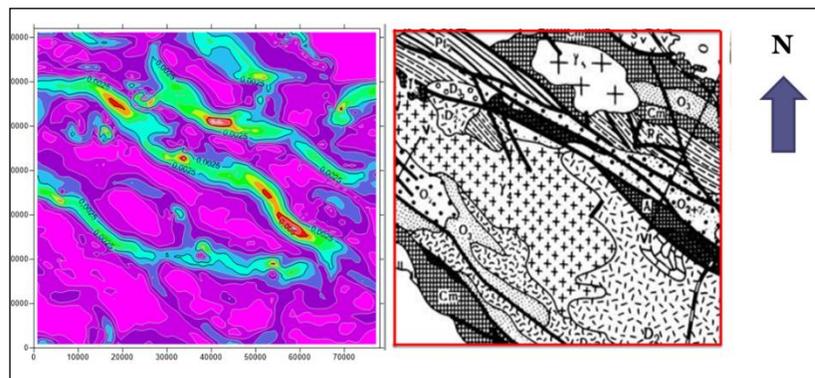


Рис. 4. Карта с наиболее высокими значениями магнитной аномалии.

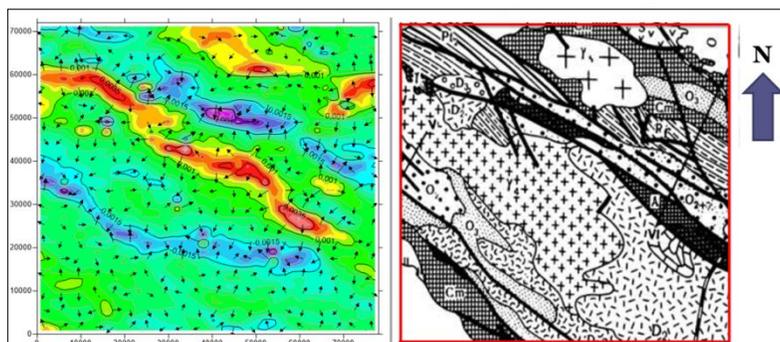
### Вывод

Анализируя каждую проинтерпретированные карты, можно сделать вывод, что границы, которые были выделены на Рис. 3, практически совпадают с геологическими структурами, которые были изучены Марковой Н.Г., Паталаха Е.И., Абдулин А. А. и другими учеными (Рис. 5 и Рис.



б).

Рис. 5 Сравнение карты оператора "Набла" с геолого-структурной картой участка (Маркова Н.Г., 1961).



По данным (Маркова, 1961), в зонах, которые четко видны на картах интерпретации, проходят два глубинных разлома: Сарытумский и Жалаир-Найманский.

Рис. 6 Сравнение карты первой производной с геолого-структурной картой исследуемого участка (Маркова Н.Г., 1961).

## Литература

1. An Introduction to geophysical exploration [Книга] / авт. Kearey Philip. - [б.м.] : Black well science, 2002. - 3 edition : Т. 1. - ISBN0632049294.
2. Improving assessment of geological structure interpretation of magnetic data: An advanced data abalytics approach [Журнал] / авт. Holden Eun-Jung. - Australia : Computer & geosciences, 2016 г.. - 87.
3. Стратиграфия и тектоника палеозоя Бет-Пак-Далы [Книга] / авт. Маркова Н. Г.. - Москва : Академия Наук СССР, 1961.
4. ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СТИЛИ ПАЛЕОЗОИД КАЗАХСТАНА [Журнал] / авт. Коробкин В. В.. - [б.м.] : Известия Томского политехнического университета, 2011 г.. - №1 : Т. 319.

**Saduv A. B.**

### Identification of geological structures using mathematical methods in the interpretation of magnetic prospecting data, Chu-Sarysu

For the identification of geological structures, the Chu-Sarysu region has been chosen, where the magnetic surveying was carried out. Using different mathematical equations, different types of data interpretation were made. As a result, the geological structures which were identified with interpreted maps matched with structures that identified the scientists. The effectiveness of this methodology has been proved.

**Keywords:** first derivative, second derivative, gradient operator, filters, magnetic survey, interpretation, Chu-Sarysu.

**Садуов А. Б.**

### Математикалық формулаларды магниттік барлау интерпретациясында қолдана отырып, геологиялық құрылымдарды анықтау, Шу-Сарысу

Геологиялық құрылымдарды анықтау үшін, түбегейлі магниттік барлау жасалынған Шу-Сарысу аймағы мысал ретінде алынған. Математикалық формулаларды қолдана отырып, бірнеше магниттік интерпретацияның түрлері қолданылған. Нәтижесінде, интерпретация карталарына анықталып шыққан геологиялық құрылымдар, ғалымдардың анықтап шыққан геологиялық құрылымдарымен сәйкес келді. Осы әдістің нәтижелілігі дәлелденді.

**Түйін сөздер:** бірінші туынды, екінші туынды, Набл операторы, сүзгілер, магниттік барлау, интерпретация, Шу-Сарысу.

УКД 55.556

**Сағатбек А. М.**

*Ғылыми жетекші – Заппаров Медетхан Расылханович, профессор, геология және минералогия ғылымдарының кандидаты*  
*Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан*  
[sagatbek.alfiya@gmail.com](mailto:sagatbek.alfiya@gmail.com)

## АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНА ПАЙДАЛАНУДАҒЫ ШУ САРЫСУ АРТЕЗИАН БАССЕЙНІНІҢ ДИНАМИКАСЫ.

*Андатпа.* Жамбыл және Қарағанды облысының аумағында қырғыз тауларымен шектелген Шу-Сарысу бассейнінің орнының гидрогеологиялық шарттары мен ерекшеліктері көрсетілген. Геологиялық тұрғыдан облыс аумағына Жер асты сулары эоцен және Эол құмдарының жоғарғы бор палеоцендерінде, сондай-ақ аллювиалды-пролювиалды тас-қиыршықтас-тасты шөгінділерде орналасқан.

Жүргізілген жұмыстың мақсаты - ауыл шаруашылығы дақылдары үшін пайдалану кезінде Шу-Сарысу артезиан бассейнінің жер асты суларының динамикасын зерттеу

**Түйін сөздер:** Шу-Сарысу ойпаты, жер асты сулары, гидрогеологиялық жағдайлар, климаты, артезиан бассейн, шөлейттер.

Әкімшілік жағынан жұмыс аймағы Шу-Сарысу ойысының шекарасы айқын ажыратылған табиғи шептер мен өтуі мен ерекшеленеді. Солтүстігінде Бетпақдаламен, оңтүстігінде Қаратау, Талас Алатауымен батысында Сырдария бойы жазығымен, шығысында Шу-Іле тауларымен шектеседі. Шу-Сарысу ойысының солтүстігі мен оңтүстігінде және шығысында, каледон қатпарлы белдеуіне жататын қазақтың ұсақ шоқылы ауданы Сарарқа Қаратау, Талас Алатау Шу-Іле таулары қоршап жатыр. Ойыстың шығысындағы Шу-Іле таулары Балқаш-Алакөл крпитодепресиялық ойысынан бөліп тұр. Шу-Сарысу ойысы тың елдің бөлігі батыстан шығысқа 600, солтүстіктен оңтүстікке 250 шақырымға созылып жатыр. Ірі тектоникалық құрылымдарымен шектесетін шекарадағы тектоникалық жарықтарды бойында орналасқан Бетпақдала, Қаратаусырты сияқты жер бедерінің көтеріңкі пішіндері басқа аймақтан бөлініп жатыр. Жазық 43°-46° солтүстік ендіктермен 66,5°-74° шығыс бойлықтың аралықтарында орналасқан. Аймақтың басым бөлігі 43°-46° солтүстік ендіктердің аралығында орналасқан. Ойыс Оңтүстік Қазақстан, Жамбыл облыстарының орталығы мен солтүстік бөліктерін қамтиды. Батыс бөлігіндегі Ащыкөл ойысымен Шу өзенінің орта және төменгі ағыстарына қарай еңіс болып қуеледі. Оңтүстігі мен солтүстігіне және шығысына қарай біртіндеп көтеріледі. Батысында Ащыкөл ойысында 200- метрден шығысында Шу-Іле тауларының батыс беткейінде 800-900 метрге дейін біріндеп көтеріледі.

Қалыңдығы 5000 м-ден асатын шөгінді қабық негізінен девон, карбон және Пермь карбонатты, терригенді және тұзды шөгінділерден тұрады.

Палеозой қимасында тұздың екі қабаты бөлінеді: төменгі — фаменская және жоғарғы — нижнепермская. Бұл фаменской қалың тұз атап өтілді құбылыстар диапиризма да Нижнешуйском солянокупольном ауданында. Төменгі Пермь тұзы линза тәрізді және пласт тәрізді. Палеозойдың бұлыңғыр бетінде бор, палеоген және неоген құм-сазды жыныстарынан құралған аз қуатты (200-300 м) мезо-кайнозой жатыр.

Жоғарғы мезо-кайнозой құрылымдық қабаты мұнай-газ тұрғысынан келешегі жоқ.

Төменгі палеозойлық құрылымдық қабат шөгінді қақпақтың төменгі бөлігіне жатса да, іргетас пен мезо-кайнозойдың типтік платформалық қақпағы арасында орналасқан аралық құрылымдық кешен болып табылады.

Облыстың солтүстік және Орталық аудандарының шөлді жазықтары әсіресе құрғақ. Жаз өте ыстық, шілденің ортасы температура 21-ден 25° С-қа дейін, кейбір күндері ауа температурасы ол 45-48° С-қа жетеді (абсолютті максимум). Бірақ қыс өзінің ауырлығымен емес географиялық ендікке сәйкес келеді. Ең СУЫҚ ай – қаңтар, орташа температура облыстың солтүстігінде -8, -12° С, оңтүстігінде -4, -7° С. Қыста суық арктикалық ауа Облыстың

оңтүстігіне еніп,  $-45, -50^{\circ}\text{C}$ -қа жететін қатты аяздар (абсолютті минимум). Орташа тәуліктік ауа температурасы  $0^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары кезең. Облыстың солтүстігінде ол 240-250 күнді құрайды. Орталық аудандарда 260-270 күн. Жалпы, облыста жауын-шашын аз, әсіресе оның жазығында бөліктері (жылына 140-220 мм). Жауын-шашынның шамалы мөлшері (жылына 135 мм) бұл облыстың солтүстік-шығысында көл жағалауында байқалады. Балқаш. Тау етегінде аудандарда жауын-шашын мөлшері 210-330 мм-ге дейін артады. Тауларда Қырғыз Алатауында 400-500 мм Жауын-шашын түседі. Жыл мезгілдері бойынша жауын-шашын олар өте біркелкі бөлінбейді – олардың көпшілігі қысқы-көктемгі кезең.

Шу-Сарысу артезиан бассейнінің жер асты суларының пайда болуы көптеген факторлардың әсерінен әр түрлі болады. Олардың ішінде аумақтың геологиялық-құрылымдық, литологиялық-фациалдық, палео - және неотектоникалық, ежелгі және қазіргі гидрогеологиялық жағдайлары жетекші орын алады.

Шу-Сарысу артезиан бассейнінің платформалық қақпағының борпылдақ қабатты терригендік шөгінділерінің қуатты қалыңдығы оның жер қойнауында әр түрлі жер асты суларының кен орындарын құру үшін өте перспективалы болып табылады. Қаптағы қабаттасқан континентальды жауын-шашынның кең дамуы мен едәуір қуаты, сынық материалдың ауданы мен қимасы бойынша біркелкі емес саралануы тау жыныстарының әртүрлі су өткізгіштігін анықтайды, күрделі гидродинамикалық және гидрогеохимиялық жағдай жасайды. Бұл жағдай, ең алдымен, гидрогеохимиялық жағдай одан да күрделене түседі, өйткені платформалық қақпақтың түбінде галогендік түзілімдер және олармен байланысты жоғары концентрацияланған тұздықтар бар, неотектоникалық қозғалыстар және тектоникалық бұзылулардың күрделі жүйесі қарқынды түрде көрінеді, олар кейінірек бірнеше рет жаңартылып, төменгі горизонттардың жер асты суларының жоғарғы деңгейге көтерілуіне жағдай жасайды.

Қарастырылып отырған бассейнің жер асты суларын зерттеу және алынған нәтижелерді КСРО мен шет елдердің ұқсас аудандары бойынша деректермен салыстыру біз қорғайтын келесі жаңа теориялық ережелерді негіздеуге мүмкіндік берді: Ал Шу-Сарысу артезиан бассейнінің тау құрылыстарымен артезиан бассейнінің артикуляциялық аймағын зерттеу солтүстік-батыс Тянь-Шаньның жас орогендік құрылымдары шегінде пайда болған терең жер асты ағынының қақпақтың жоғары қысымды артезиан суларының ресурстары мен химиялық құрамын қалыптастыруда маңызды рөл атқарады. Бұл жер асты ағысының айқын бағыттылығымен, химиялық құрамы мен минералдануының ұқсастығымен, сондай-ақ қарастырылып отырған аумақтың оңтүстік, оңтүстік-батыс бөлігіндегі тау жиегінің жарықшақ суларымен депрессияның аралық қабатындағы хлоридті натрий тұздықтарының, платформалық жабын шөгінділерінің жер асты суларының изотоптық құрамының ұқсастығымен расталады. Аэрация аймағындағы ылғал мен температураның динамикасын зерттеумен бірге эфемерлі өсімдіктері бар ауыспалы, бекітілген және жартылай бекітілген құмдар жағдайында жер асты суларының ресурстарын толықтыру процестерін зерттеу бойынша жүргізілген эксперименттер құмды массивтердің жер асты суларының негізгі ресурстары жауын-шашынмен байланысты екенін анықтауға мүмкіндік берді. Аэрация аймағында ылғалдың инфильтрациялық қозғалысы өте баяу жүреді, әсіресе атмосфералық жауын-шашын мөлшері аз және деңгейі терең жерлерде. Бұл ылғал аэрация аймағының қуатына және оның ылғалға қанығу дәрежесіне байланысты әр уақытта жер асты суларының деңгейіне жетеді. Осының салдарынан аэрация аймағының қуаты көп болған кезде (15-30 м астам) олардың жылдық деңгейінің ауытқуы осы жылдың климаттық ерекшеліктеріне сәйкес келмейді және оның бақыланатын кезеңдегі өзгеруінің негізгі фазалары өткен жылдардағы жауын-шашынның сипаты мен шамасымен айқындалады. Сондықтан, нақты таңдалған аймақтағы жер асты суларының ресурстарын бағалау кезінде, ең алдымен, аэрация

аймағындағы ылғал динамикасының ерекшеліктері оның қуаты мен жауын-шашынның мөлшеріне байланысты белгіленуі керек.

Шу өзені-облыстың солтүстігіндегі ең үлкен су жолы, оның төменгі ағысы. Облыс аумағында оның аңғары орналасқан, оған су тек көктемде су тасқынына жетеді, содан кейін жыл сайын емес. Өзеннің бастауын Тянь - Шань мұздықтары мен қарлы борандарымен қоректенетін Джуван-арық және Кочкор екі шағын тау өзендері береді. Оның алқабы Мойынқұм құмдары мен Бетпақ дала тақыр құмдарының арасында өтеді.

Шу өзені Қамқала төгілімдерінде, батпақтар мен тұзды батпақтарда жоғалады. Оның құрғақ арнасы Ащыкөл көлінің ылғалды сортаңына дейін байқалады. Өзенде екі айқын су тасқыны бар: көктем (ең жоғары) және күз. Көктемгі су тасқыны толқыны кейде Ащыкөл көлдеріне дейін жетеді. Бір кездері Шу суы Сарысу суларымен қосылып, Сырдарияға құяды. Қазір олар соқыр арналарымен келіседі. Құрғақ Шу арнасы толығымен құрғақ емес, түбінде тұзды су шалшықтары байқалады, кейбір жерлерде топырақтан Сексеуіл бұтақтары шығады, құмдарда (өзенмен жуылған) сексеуіл мен жүзгіннің тығыз өсуі, алқапта-тұзды батпақтар.

Облыс шегінде бұрын Тұран жолбарысы табылған тал (тал), қамыс, тұранга, джида, шырғанақ және шыңғырь баурайы бар әйгілі Шу тоғайлары (ағыс бойынша жоғары орналасқан) жоқ, бірақ бұл жерде тоғай өсімдіктерінің учаскелері белгіленген.

Сарысу өзені солтүстіктен оңтүстікке қарай облыстың солтүстігіндегі ең Батыс шекарамен өтеді және одан тыс жерде Телекол көліне құяды. Өзен Орталық Қазақстанның ұсақ шоқыларындағы Ақтау және Бұғұлы тауларынан бастау алады. Жазда және қыста сабында ол тұзды сумен көгеру жүйесіне бөлінеді. Жазда ол әдетте өз суларын Облыстың шекарасына дейін 46 ендікке дейін жеткізеді.

Шу өзені сияқты шөлейттер мен шөлдер аумағы арқылы өтетін Сарысу алқабы аңшылық туризм мен демалысты дамыту үшін қолайлы деп жіктеледі. Шектеуші факторлар-жаздың қатал ыстық кезеңі және облыстың солтүстігіндегі шөлейт және шөлейт аймақтардың бүкіл аумағы арқылы өтетін жолдардың болмауы. Аумақтың шектеріне шектеулі кірумен бірге бұл аймақты жаппай туризмді дамыту үшін өте қолайсыз деп жіктеуге болады. Шу өзенінің бассейніндегідей, экзотикалық және аң аулауды ұнататындар үшін ең қолайлы кезең-көктем-күз кезеңі.

Өзен желісі Қаратау жотасының шегінде жақсы дамыған. Сонымен қатар, жотаның оңтүстік-батыс беткейі солтүстік - шығысқа қарағанда жер үсті және жер асты суларына бай, өйткені мұнда жауын-шашынның көп мөлшері. Таулы өзен аңғарлары көркем көрініске ие. Жазда шағын өзендер кебеді. Қаратау жотасы Шу-Талас бассейніне және оңтүстік-батыс беткейіне жататын солтүстік-шығыс беткейіндегі өзендердің суайрығы, Сырдария өзені бассейні мен Арыс өзенінің оң саласы болып табылады.

Гидрологиялық жағдайлар мен бірегей ландшафттар Түркістан қаласына қажылық және ғылыми мақсаттарда келетін шетелдік туристер үшін қала маңындағы демалыс аймақтарын, жастардың туристік лагерлері мен демалыс базаларын дамытуға, емдеу-сауықтыру және санаторий-курорттық мекемелер салуға мүмкіндік береді. Сырдария өзені мен Қаратау тауларының бірегей флорасы мен фаунасының тарихи-мәдени мұра объектілерінің, балық аулау және аңшылық ресурстарының көптігі мұнда халықаралық және республикалық деңгейдегі Түркістан-Кентау туристік-рекреациялық аймағын дамытуға мүмкіндік береді.

## Әдебиет

1. Алещенко Г.Р. Термальные воды Чу-Сарысуйской впадины и перспективы их использования в народном хозяйстве. В кн.: Гидрохимия гидротермия подземных вод Казахстана. Алма-Ата. "Наука", 1969, с.179-185.

2. Ахмедафин У.М. Подземные воды песчаных массивов южной части Казахстана. Алма-Ата, изд-во АН КазССР, 1951, 266 с.
3. Ахмедсафин У.М., Батабергенова М.Ш., Дкабасов М.Х., Жапарханов С.Ж., Солнпев А.К., Шлыгина В.Ф. Артезианские бассейны Хкного Казахстана. Алма-Ата, 1968. 122 с.
4. Ахмедафин У.М., Дкабасов М.Х. и др. Формирование и гидродинамика артезианских вод Ккного Казахстана. Алма-Ата, "Наука", 1973. 231 с.
5. В кн. Чу-Илийский рудный пояс (Геоморфология и гидрогеология). Алма-Ата, изд-во "Наука", 1979, с.96-112.
6. Ю.Альтовский М.Е. К вопросу о формировании химического состава подземных вод. "Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии", 1950, тè 13, с.23-29.

**A.M. Sagatbek, M. R. Zapparov**

**Dynamics of the Shu-Sarysu artesian basin in agricultural use**

**Abstract.** The hydrogeological conditions and features of the location of the Shu-Sarysu basin, bounded by the Kyrgyz mountains on the territory of the Zhambyl and Karaganda regions, are shown. Geologically, the underground waters on the territory of the region are located in the Upper Cretaceous Paleocene Eocene and Aeolian sands, as well as in alluvial-proluvial stone-gravel-stone deposits.

The purpose of the work is to study the dynamics of underground water in the Shu-Sarysu artesian basin when used for agricultural crops

**Keywords:** Shu-Sarysu lowland, ground water, hydrogeological conditions, climate, artesian basin.

**А.М. Сагатбек, М.Р. Заппаров**

**Динамика Шу-Сарысуйского артезианского бассейна в сельскохозяйственном использовании**

**Аннотация.** Показаны гидрогеологические условия и особенности месторасположения Шу-Сарысуйского бассейна, ограниченного киргизскими горами на территории Жамбылской и Карагандинской областей. Геологически подземные воды на территорию области расположены в верхнемеловых палеоценах эоценовых и эоловых песков, а также в аллювиально-пролювиальных каменно-гравийно-каменных отложениях.

Цель проведенной работы-изучение динамики подземных вод Шу-Сарысуйского артезианского бассейна при использовании для сельскохозяйственных культур

**Ключевые слова:** Шу-Сарысуйская низменность, грунтовые воды, гидрогеологические условия, климат, артезианский бассейн.

УДК 55-556

**Самат Назгүл Снатқызы**

*Ғылыми жетекші – Ерікұлы Жайық, Ph.D., Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі Зоналық гидрогеологиялық-мелиоративтік орталығы РМУ бастығының орынбасары*

*Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан*

[nazgulsamatkyzy@mail.ru](mailto:nazgulsamatkyzy@mail.ru)

**ЖАМБЫЛ ОБЛЫСЫНЫҢ ШУ АУДАНЫНДАҒЫ СУАРМАЛЫ ЖҮКТЕМЕДЕГІ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ РЕЖИМІН ЗЕРТТЕУ.**

**Андатпа.** Зерттеу аймағы Жамбыл облысының оңтүстік-шығысында орналасқан және 12 мың км.кв аумақты алып жатыр. Су ресурстарының жетіспеушілігінен мұнда судың шиеленісті жағдайы қалыптасты, бұл болашақта өсуі мүмкін.

Осыған байланысты тақырыптың өзектілігі жер асты суларының гидрохимиялық режимін және суармалы жерлердің мелиоративті жағдайының негізгі критерийлерінің бірі болып табылатын су мен тұз балансының компоненттерін зерттеу .

**Түйін сөздер:** зерттелу аймағы, климаты, гидрогеологиялық жағдайлар, Зерттеу учаскесінің топырақ-мелиоративтік шарттары, гидрологиялық жағдайлар

Зерттелу аймағында су ресурстарының жетіспеушілігінен мұнда суды басқарудың шиеленісті жағдайы қалыптасты, бұл болашақта өсуі мүмкін. Болашақта ағынды сулардың едәуір азаюы, ғаламдық жылыну, антропогендік және табиғи қоспалармен ластану салдарынан туындаған тау мұздықтарын жылдам еруіне алып келуі мүмкін. Мұздықтардың азаюы климаттың құрғақшылығының артуына және аумақтардың одан әрі шөлейттенуіне ықпал етеді.

Сондықтан, Шу өзендерінде су ресурстарының жетіспеушілігі жағдайында су ағынының одан әрі төмендеуіне байланысты жер және су ресурстарын ұтымды пайдаланумен, жер үсті суларын сарқылудан қорғауға байланысты зерттелетін үлкен аудан болып табылады. Суармалы массив аумағындағы климат күрт континенталды, қысы суық және салыстырмалы түрде қысқа, жазы ұзақ, буланудың жоғары деңгейінде, ауа температурасының тәуліктік және жылдық ауытқуларында. Қар жамылғысының биіктігі орта есеппен 18-22 см-ге дейін жетеді, Төле би метеорологиялық станциясының мәліметтері бойынша ауаның орташа айлық температурасы 24,3-25,8 ° С шілде мен тамызда байқалады, ал ең төменгісі - 5,9 ° С қаңтарда байқалады. Ұзақ мерзімді циклдегі атмосфералық жауын-шашынның мөлшері 100-ден 270 мм-ге дейін өзгереді, бірақ орта есеппен 180-240 мм құрайды.

Шу аймағында метеорологиялық сипаттамалар, ауаның орташа айлық температурасы мен жауын-шашынның динамикасы 1.1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1.1 - 2019-2020 жылғы Шу аймағының метеорологиялық сипаттамасы.

Месяцы												Сумма	
2019г.		2020г.											
XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
Среднемесячная температура воздуха, °С													
-1,2	-2,0	-5,9	1,5	7,1	14,2	20,0	22,9	25,8	24,3	16,7	8,6		
Атмосферные осадки, мм													
36,0	40,0	32,0	24,0	5,0	78,0	42,0	1,9	9,0	16,0	3,0	2,0	288,9	

Шу өңірінің суармалы жерлері аумағының топырақ жамылғысының қазіргі жағдайы суару мен экономикалық және табиғи-климаттық жағдайлар арасындағы ұзақ уақыттық өзара әрекеттесу болды. Аумақтың топырақ жамылғысы топырақ түзудің әр түрлі факторларының: климат, рельеф, литологиялық және гидрогеологиялық жағдайлардың бірлескен әсерінің нәтижесінде қалыптасты. Массив топырағын суармалы егіншілікте ұзақ уақыт пайдалану топырақ түзу процестерінің бағыты мен қарқындылығына үлкен әсер етеді.

Алаң екі геоморфологиялық аймақ шегінде орналасқан. Нысанның солтүстік бөлігі Кендіктас тауларының тау бөктеріндегі аллювиалды-пролювий жазығының бір бөлігін алып жатыр, оңтүстік бөлігі Шу өзеннің жайылмадан жоғары террасасында орналасқан. Тау етегіндегі жазықта топырақ түзілуі негізінен, зоналық факторлардың әсерінен жүреді. Мұндағы жер асты сулары 5 метрден төмен тереңдікте жатыр және топырақ түзілуіне әсер етпейді. Тау бөктеріндегі жазықтықтың аумағы көбінесе ұсақталған саздақтармен ұсынылған табиғи тау баурайларының және астындағы жыныстардың су өткізгіштігінің жоғары болуына байланысты жақсы құрғатылған. Тау бөктеріндегі жазықта зоналық топырақтар - ашық сұр топырақтар қалыптасты.

*Ашық сұр топырақ* 5,0 метрден төмен тереңдікте жер асты сулары пайда болған кезде қалыптасады. Бұл топырақтарда егістік көкжиектің қалыңдығы 20-25 см, қарашірінді мөлшері 0,4-1,3% құрайды. Бұл топырақтарда егістік көкжиектің қалыңдығы 20-25 см, грустың мөлшері 0,4-1,3% құрайды

Апах. 0-15 см – ақшыл-сұр, , кесек-сазды, борпылдақ, орташа саздақ, сирек шеміршек, қиыршық тас, көптеген тамырлар, ауыспалы кезең

B1 15-42 см – сұрғылт қоңыр, кесек, орташа саздақты, тығыздалған, шеміршек, қиыршық тас 10% -дан аз, тамыры аз, өтпелі кезең

B2 42-87 см - ақшыл-қоңыр, ылғалды, кесек, ақшыл сазды, тығыз, горизонттың 10-20% массасы қиыршық тас, қиыршық тас, механикалық құрамына және түсіне қарай ауысу

BC 87-105 см - сарғыш-қоңыр, ылғалды, құрылымсыз, құмдақ, тығыз, 20% -дан астам қиыршық тас, қиыршық тас, біртіндеп ауысу

C1 105-138 см – - қоңыр-сары, ылғалды, құрылымсыз, тығыздалған, құмды саз, 20-30% қиыршық тас, өтпелі кезең

C2 138-180 см – қою сары, ылғалды,здап тығыздалған, құм, шамамен 10% қиыршық тас.

*Сұр топырақ* бұл топырақ түзудің аймақтық және интразональдық факторларының өзара әрекеттесуі нәтижесінде пайда болды. Бұл сипатталған топырақтың морфологиялық құрылымында көрінеді.

Апах. 0-19 см – сұр, жұмсақ, кесек-сазды, сәл нығыздалған, жеңіл сазды, сирек шеміршек, қиыршық тас, тамырланған, айқын ауысу,

B1 19-46 см – қоңыр-сұр, ылғалды, кесек, ақшыл сазды, тығыздалған, тамыры аз, өтпелі,

B2 46-90 см – қоңыр түсті, карбонаттардың ақшыл дақтары бар, ылғалды, кесек, ақшыл сазды, тығыз, горизонттың төменгі бөлігінде шеміршек, ұсақ қиыршық тас бар, ауысуы түсі мен механикалық құрамына байланысты.

BC 90-118 см – сарғыш-қоңыр, ылғалды, кесек-блокты, қиыршықтас, қиыршық тас қабаттары, біртіндеп ауысу

C 118-160 см – қоңыр-сары, ылғалды, құрылымсыз, тығыздалған, орташа саздақты, аралық қабаттар, тұздар мен гипстің сирек қосындылары.

Сипатталған топырақта зоналыққа қарағанда органикалық заттардың мөлшері жоғары болады. А + В1 қалыңдығы 43-52 см құрайды, егістік горизонтындағы гумустың мөлшері 1,5-2,0% жетеді. Жалпы азоттың мөлшері 0,059-0,147%, фосфор - 0,00-0,248% аралығында өзгереді. Сіңіру қабілеті 100 г топыраққа шаққанда 9-дан 20 мг-экв дейін өзгереді. Сіңірілген негіздерде кальций басым болады. Ауыстырылатын натрий мөлшері 5-8% жетуі мүмкін. Топырақтың сілтілігі морфологиялық тұрғыдан В1 горизонтында қатты тығыздалу кезінде көрінеді. Сипатталған топырақта тұздану көбінесе 70-100 см, 30-70 см тереңдікте байқалады. Суару тоқтатылғаннан кейін жерасты суларының жалпы төмендеуі байқалды. Аралық зона аэрация аймағының шөгінділерінің төмен сүзілу қасиетіне ие болуына байланысты жер асты суларының шығуы үшін қиын жағдайлармен сипатталатынын ескереміз. Суару тоқтатылғаннан кейін суармалы массивтен тыс жер асты суларының баяу төмендеуі және ағуы байқалады.

Тұщы және аздап тұздалған жер асты сулары суармалы жерде кең таралған. Тұщы жер асты сулары негізінен Шу өзенінің жайылмалы бөлігінде байқалады.

Шу аймағы Шу өзенінің оң жағалауы мен тау бөктеріндегі жазықтықтың бір бөлігінің жайылмадан жоғары террасаларын алып жатыр. Бірінші учаске Шу өзенінің оң жағалауындағы екінші жайылмадан жоғары террасасында, ескі суармалы жерлерде орналасқан. Жер асты суларының тереңдігі 2,0-ден 4,2 м-ге дейін, ал тұздылығы 1,0-ден 3,0 г / дм<sup>3</sup>-ге дейін өзгереді. Вегетациялық кезеңдегі жер асты сулары деңгейінің ауытқу амплитудасы 0,4-0,6 м аралығында

өзгереді. Екінші аймақта жер асты суларының тереңдігі 3,0 м-ден 5,0 м-ге дейін және одан да көп. Бұл жерді жақсы дренаждау суармалы жерлердің қолайлы мелиоративті жағдайын қамтамасыз етеді. Аймақ ішіндегі жер асты сулары әртүрлі гранулометриялық құрамдағы құмдармен, құмды саздақтармен, саздақтармен және саздармен ұсынылған аллювиалды-пролювиалды шөгінділермен шектелген. Шу ауданының суармалы жерлерінің мелиоративті жағдайына гидрогеологиялық жағдайлар, топырақ-мелиоративтік ерекшеліктері, жасанды дренажды қамтамасыз ету және коллекторлық-дренаждық желінің техникалық жағдайы әсер етеді.

Мелиоративті жағдайды бағалаудың негізгі көрсеткіштері - пайда болу тереңдігі, жер асты суларының тұздануы және топырақтың тұздану дәрежесі. 27479,6 гектар аумақта Шу аймағының суармалы жерлерінің мелиоративті жағдайы жақсы деп бағаланады. Қанағаттанарлыққа жататын жерлер 6595,6 га алаңға бөлінген. Мелиорацияның қанағаттанарсыз жағдайына жатқызылған суармалы жерлер 460,0 га құрайды.

Массивті суландыру көзі - Шу өзені, ол Қырғыз Республикасының аумағынан бастау алады. Өзеннің жалпы ұзындығы 1186 км-ге жетеді, оның ішінде Қазақстан аумағында 850 км. Судың минималды шығыны 0-ден 43,5 м<sup>3</sup> / с-ге дейін өзгереді және негізінен маусым-шілде айларында байқалады.

Тасқын кезеңінде судың минералдануы 0,39-0,70 г / дм<sup>3</sup>, күзгі-қысқы кезеңде - 0,39-0,55г / дм<sup>3</sup> құрайды. Химиялық құрамы бойынша су негізінен кальций гидрокарбонаты болып табылады.

Жамбыл облысының Шу ауданында каналдардың жалпы ұзындығы 249,81 км құрайды, оларда 81 өлшеу бекеттері орналасқан. Шаруашылықтардағы суды ағызатын пункттердің саны - 77, оның 61-і мемлекеттік стандартқа сәйкес сертификатталған.

Жер пайдаланушылардың суармалы жерлеріне және елді мекендер үшін су жіберілетін Он жағалау басты каналы (ПМК) және Сол жағалау магистралі (ЛМК) және Тасөткел магистральды каналы (ТМК) бетонмен қапталған.

## **Әдебиет**

1. Кулагин В.В., Шакибаев И.И., Муртазин Е.Ж., Методические указания по проведению мониторинга орошаемых земель Республики Казахстан. Астана, 1998г.
2. Кулагин В.В., Шакибаев И.И., Диссель Н.А., Указания по ведению мелиоративного кадастра орошаемых земель Республики Казахстан. Астана, 2001г.
3. Шакибаев И.И. Гидрогеолого-мелиоративные аспекты проблем орошаемых земель юга Казахстана – Алматы 2014г.
4. Отчеты о мелиоративном состоянии орошаемых земель Тасоткельского массива орошения Шуского района Жамбылской области за 2015-2019гг. РГУ Зональный гидрогеолого-мелиоративный центр МСХ РК.
5. Правила государственного ведения мониторинга и оценки мелиоративного состояния орошаемых земель в Республике Казахстан и информационного банка данных о мелиоративном состоянии земель сельскохозяйственного назначения, приказ Заместителя Премьер-Министра Республики Казахстан- Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 25 июля 2016 года № 330.
6. Козырева А.Т., Мустафаев Ж.С «Основы сельскохозяйственной мелиорации», Тараз, 2014 год - 105с.
7. Ерхов Н.С., Оросительные нормы сельскохозяйственных культур Казахстана. Джембул 1989 год. -213с.

### **Study of the groundwater regime under irrigation load in the Shu district of the Zhambylo region**

**Abstract.** The study area is located in the southeast of the Zhambyl region, and covers an area of 12 thousand square meters. km. A tense water management situation has developed here due to the lack of water resources, which can only increase in the future.

In this regard, the relevance of the topic is due to the study and research of the hydrochemical regime of groundwater and the components of water and salt balances, which are one of the main criteria for the reclamation state of irrigated lands.

**Keywords:** research area hydrogeological conditions, climate, soil-reclamation conditions of the research site, hydrological conditions

**С.Н.Саматкызы, Ж.Ерикулы**

#### **Изучение режима грунтовых вод в условиях ирригационной нагрузки в Шуском районе Жамбылской области**

**Аннотация.** Изучаемая территория расположен на юго-востоке Жамбылской области, и занимает площадь в 12 тыс. кв. км. Здесь сложилась напряженная водохозяйственная обстановка, обусловленная недостатком водных ресурсов, которая в будущем может только увеличиваться.

В связи с этим, актуальность темы обусловлена изучением и проведением исследований гидрохимического режима грунтовых вод и составляющих водного и солевого балансов, являющихся одним из основных критериев мелиоративного состояния орошаемых земель.

**Ключевые слова:** область исследования гидрогеологические условия, климат, почвенно-мелиоративные условия участка исследований, гидрологические условия.

УДК: 55 – 556

**Сәрсенбекқызы Ақмарал**

*Ғылыми жетекші – Заппаров Медетхан Расылханович, профессор, геология және минералогия ғылымдарының кандидаты*

*Сәтбаев Университеті, Қазақст, Алматы қ.*

[Vkmvrvl2015@mail.ru](mailto:Vkmvrvl2015@mail.ru)

### **ҚЫЗЫЛҚҰМ ИРРИГАЦИЯЛЫҚ СІЛЕМІНІҢ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫ РЕЖИМІНІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ**

**Аңдатпа.** Қызылқұм алабының негізгі топырақ жамылғысы - шөлдің құмды топырағының кескін құрылысы. Бұл жұмыста онда қалыптасқан генетикалық қабаттарға, геологиялық және гидрогеологиялық сипаттамалары қарастырылған. соңғы жылдары алынған геологиялық-геофизикалық материалдарды талдау және геохимиялық ерекшеліктеріне назар аударылды.

**Түйін сөздер:** ойпат, жер асты сулары, гидрогеологиялық жағдайлар, климаты.

Қызылқұм — Өзбекстан, Қазақстан және Түркіменстандағы Әмудария мен Сырдария өзендерінің аралығындағы құмды және тасты шөл. Солтүстік-батысы Арал теңізіне, оңтүстік-шығысы Өзбекстандағы Зеравшан аңғары мен Нұратау тауларына ұласады, солтүстік-шығысында Сырдариямен, оңтүстік-батысында Амудариямен шектеседі. Аумағы шамамен 300 мың км<sup>2</sup>. (оның 1/3 -інен астамы Қазақстан аумағында орналасқан. (Қызылорда, Оңтүстік Қазақстан облыстарында). Шөлді аймақ -солтүстік-батысқа қарай жалпы еңісі бар жазық (биіктігі Оңтүстік-Шығыста 300 м — ден солтүстік-батыста 53 м-ге дейін); бірқатар тұйық ойпаттар мен оқшауланған қатты бөлшектелген Бұқантау (764 м), Құлжықтау (785 м), Тамдытау (Ақтау тауы 922 м) және басқалары бар.

Қызылқұм шөлінде тұрақты ағын өзендер жоқ. Тек солтүстігімен өтетін Сырдария өзенінен тартылған каналдар өзен аңғары бойын ғана суландырады. Қызылорда облысының оңтүстігінде Қызылорда, Қуандария, Жаңадария және т.б. ірі су жүйелері тартылған.

Көктемде құм төбелер, қыркалар арасында шағын көлдер мен өзендер пайда болады. Төңірегі жыл бойы мал жайылымы ретінде пайдаланылады. Қызылқұмның қазақстандық бөлігін Қызылорда облысының әкімшілік аудандары алып жатыр.

Қызылқұм каналы-Қызылқұм шөлінде егіншілікті қамтамасыз ететін ирригациялық канал. Ұзындығы арнаның — 140 км. бастау Алады Шардара су қоймасынан. Канал мен су қоймасының құрылысы бір уақытта жүргізілді. Канал 30 мың гектарды суару үшін пайдаланылады, ал су шығыны шамамен 140 м<sup>3</sup>/с құрайды. Сондай-ақ канал Шардара су қоймасының толып кету қаупі төнген кезде тасқын суларды ағызу үшін қолданылады. 2007 жылға қарай Көксарай су қоймасының құрылысы басталғанға дейін каналда құмға тасқын суларды ағызуға арналған алты шлюз орнатылды. 2000 жылдардың басында жыл сайынғы беру көлемі шамамен 0,4 км<sup>3</sup> болды. Каналдың кемшілігі-ол құмды топыраққа салынып, жер арнасы қатты, қушты фультрацияға ие. Бұл жағдайда тек 15 – 20 пайызы бетонмен қапталған%. канал аймағында 200-ге жуық шағын көлдер бар және олар толтырылғаннан кейін арнадағы су сақталады. Кеңес жылдарында да канал сол кездегі ең жақсы балық қорғау қондырғысымен жабдықталған, бірақ соңғы жылдары ол белсенді емес

Қызылқұмда бірде-бір тұрақты су ағыны жоқ. Тек Амудария транзиттік өзені округтің оңтүстік - батыс шекарасынан өтеді. Алайда көктемде көктемгі жаңбыр мен қардың еруі нәтижесінде төмен таулардың баурайында уақытша ағындар пайда болады, олар тез кебеді. Округте жер асты суларының едәуір қоры бар. Жер асты суларының динамикалық қоры 58-60 м. куб/сек. Жер асты сулары тұзды. Мезозой және палеоген шөгінділерінде тұщы артезиан сулары бар. Сондай-ақ палеозой шөгінділерінде термиялық минералды сулар табылды. Қызылқұмда жазықта құмды және су - құмды топырақтар, тау бөктері мен аласа тау бөктерінде сұр — қоңыр топырақтар, ал қазаншұңқырларда сортаң, сортаң-батпақты топырақтар таралған.

Климаты континенталды, маусымдық және тәуліктік температураның үлкен ауытқуы және жауын-шашынның аз мөлшері (жылына 140 мм). Қыс айынданда (желтоқсан—наурыз айының ортасы) орташа суық, аз қарлы, көбінесе бұлтты ауа-райы. Тұрақты аяз желтоқсанның ортасынан басталады, ең суық ай—қаңтар, күндіз ауа температурасы -5. -8°С. түнде -10, -15°С (минимум -32°С дейін). Күндіз ауа температурасы қаңтарда 4°С-қа дейін, Ақпанда 10°С-қа дейін ериді. Тұрақты қар жамылғысы жоқ, оның қалыңдығы әдетте 10 см-ден аспайды, наурыз айының ортасына қарай қар жамылғысы жойылады. Қыстың кез-келген айында аяз болады, мұздың қалыңдығы 2 мм-ге жеткенде, сонымен қатар шөгінділер де болады. Кейде қысқы еру кезінде жаңбыр жауады. Айына тұман бар 3-5 күн, боран сирек кездеседі. Қыста жылдың ең жоғары салыстырмалы ылғалдылығы байқалады (80% дейін). Көктем мезгілінде (наурыздың ортасы-мамыр) тұрақсыз ауа—райымен ерекшеленеді: ауа температурасы күндіз 5°С-тан 15°С-қа дейін, түнде -5°С-10°С (соңғы аяз сәуірдің екінші жартысында болады). Жауын— шашын (бір маусымда 30-50 мм) қысқа, бірақ қатты жаңбыр түрінде түседі (бір маусымда 5 жағдайға дейін); тұманмен күндер-айына 4-ке дейін. Наурыз-сәуір айларындағы салыстырмалы ылғалдылық 60-70% құрайды. мамыр айында ол 50% дейін төмендейді. Жаз (маусым-қыркүйек) құрғақ, ыстық және бұлтсыз. Ауа температурасы күндіз 20-34°С (максимум 40°С), түнде 10-18°С. жауын-шашын (орташа маусымда 100 мм-ден аспайды) сирек жаңбыр түрінде түседі, көбінесе найзағаймен бірге жүреді. Дауыл мен тұман бар, тұман жоқ. Жаздың басында ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 50% (кейде 60%), қалған айларда 30-40% - дан аспайды (кейбір күндерде 10% - ға дейін түсуі мүмкін).

Күз (қазан-қараша), бірінші жартысында ауа-райының тұрақтылығы бұзылады, бұлттылық айтарлықтай артады. Күндіз ауа температурасы салыстырмалы түрде жоғары (8-12°С), түнде +4°С-ден -5°С-қа дейін (түнгі аяз қазан айының соңында басталады). Жауын-шашын айына 5-ке дейін болады, жауын-шашын негізінен жауын-шашын түрінде болады; айына 1-2 рет тұман

болады. Салыстырмалы ылғалдылық шамамен 70% құрайды. Жыл бойы желдер көбінесе солтүстік-шығыс, олардың басым жылдамдығы 4-6 м/с. қатты желдер (15-20 м / с) негізінен күзгі-қысқы кезеңде болады. Желдің орташа жылдамдығы 3-5 м/с. Жаз айларында шаңды дауыл соғады.

Климатологтарың мәліметтері бойынша, XIX ғасырда айқындала бастаған атмосфералық ылғалдылықтың төмендеуі XX ғасырда шектен тыс қуаңшылықтың орын алуына әкеліп соққан. Осы басталған ғасырда ғаламдық климаттың тағы да 1-20 С жылынатандығын, шөл және шөлейт аймақтары шекараларының солтүстікпен оңтүстікке қарай жылжып, олардың аумағын ұлғайтады деп болжауда. Осыларға байланысты жайылымдық алқаптарының топырақ және өсімдік жамылғыларында байқалатын теріс өзгерістерге ерекше мән беру қажет.

Гидрогеологиялық аудандастыруға сәйкес қарастырылып отырған аумақ Сырдария артезиандық алаптар құрамына кіретін, Солтүстік – Қызылқұм артезиандық алабының оңтүстік – шығыс бөлігін қамтиды. Сулы түзілімдердің стратиграфия – генетикалық бөлінуіне, жерасты суларының динамикасы мен қалыптасуы сәйкес қарастырылып отырған аумақта төмендегідей сулы горизонттар, кешендер, шашыранды таралған сулар мен сутіректі түзілімдер бөлінген. Қазіргі аллювиалды түзілімдердің сулы горизонты (aQIV) Сырдария өзенінің жайылмалық террасасы шектерінде дамыған. Сулы түзілімдер шаңдыдан ұсақ түйірліге дейінгі құмдармен, кейде гравиймен ашылған. Сулы горизонттың қалыңдығы 5 – 20 м құрайды. Қазіргі аллювиалды түзілімдердің грунт сулары үшін минералдылық мәні өзгеру динамикасында байқалатын, өзендік сулармен тығыз гидравликалық байланыс тән. Грунт сулары 0,5 – 1,5 – тен 3 – 5 м – ге дейінгі тереңдікте ашылады. Ұңғымаларды сынамаалауда су деңгейі 1,3 – 6,1 м төмендегенде дебиттер 1,1 – ден 5,9 дм<sup>3</sup> /с дейін (нөмір 29 ұңғ.) өзгереді. Грунт сулары көбінесе тұщы, минералдылығы 1,0 г/дм<sup>3</sup> дейін, кейде 1 – 3 г/дм<sup>3</sup>, химиялық құрамы сульфатты, гидрокарбонатты – сульфатты және аралас катионды құрамды сульфатты – гидрокарбонатты. Сулы горизонтта сульфаттардың көп болуы мен минералдылық Сырдария өзеніндегі минералдылыққа (2 г/дм<sup>3</sup> дейін) байланысты, ол негізінен қазіргі аллювиалды түзілімдердің сулы горизонтының қоректену көзі болып табылады. Өзенде су деңгейінің төмен белгілерінде Қазіргі аллювиалды түзілімдердің жерасты сулары Сырдария өзенін қоректендіреді. Жоғарғы төрттік аллювиалды түзілімдердің сулы горизонты (aQIII) Сырдария өзені аңғары шектерінде таралған және Шардара даласының шекараларына сәйкес келеді. Суффузиялық процестер Өмудария дельтасының сол жағалауындағы суарылмайтын бөлігі ауқымында, Хорезм шұратының бірқатар жерлерінде, Белтау ауданында және басқалар ауқымында дамыған. Опырылым лёсс таужыныстарда орналасып, Сырдария террасасының ауқымында кең дамуға ие болған. Олар өлшемдері 5 – 10 см – ден 20 – 50 см – ге дейінгі шөкпейпаңдар мен тереңдемелер түрінде білінімденеді. Лёсс таужыныстардан тұратын аудандарды инженерлік – геологиялық пен шаруашылыққа игеру кезінде, әсіресе ирригациялық жүйелерді салу мен пайдалануда айрықша зерделеу мен ескеруді қажет етеді.

Қызылорда облысының оңтүстігінде орналасқан Солтүстік Қызылқұм, шөл аймағында негізгі жайылымдық аумақтар болып табылады. Алаңы олардың 25 мың км<sup>2</sup>. Құмды шөлдің жер бедері төбелі-қырқалы, оңтүстік-шығыс бөлігінде желбіреген құмдар мен жекелеген құмдар тән. Жоталар арасындағы төмендеулерді Такир тәрізді жазықтар алып жатыр, онда көктемде еріген сулар мен жауын-шашын жиналады. Солтүстік Қызылқұмдағы жер асты сулары ондаған метрге дейін ұсақ және орташа түйіршікті шаңды құмдармен шектелген. Жер асты суларының тереңдігі құмды шөлдің рельефіне байланысты. Кішігірім депрессияларда, үрлеу бассейндерінде және құмды құмдарда ол әдетте 5-15 м құрайды. мұндай жерлерде жер асты сулары құдықтармен ашылып, жергілікті тұрғындар кеңінен қолданылады. Жазық учаскелерде, қатараралық төмендеулерде және жоталардың өзінде жер асты сулары деңгейінің тереңдігі 25 - 30 м-ге дейін

артады. Эол құмдарының жер асты суларын толтырудың негізгі көзі атмосфералық жауын-шашын болып табылады, әсіресе қыс-көктем мезгілілер 67-80% дейін төмендейді. Қарлы борандар түрінде жалаңаш беткейлерде жиналып, жылы кезеңнің басталуымен олар жақсы өткізгіш құмды шөгінділерге түседі. Жер асты сулары негізінен өсімдіктер транспирациясы және булану арқылы жұмсалады. Эол шөгінділерінің жер асты суларының минералдануы климаттық жағдайлармен және су қоймаларының құрамымен тығыз байланысты. Жауын-шашынның көп мөлшері түсетін Солтүстік Қызылқұмдардың оңтүстік-шығыс бөлігінде жер бетіндегі ірі түйіршікті фракциялардың едәуір мөлшері бар жылжымалы құмдар мен бархандар учаскелерінде жер асты суларының минералдануы 0,2-2,5 г/л аспайды. Жоталардың құмдарында жоғары минералданған жер асты сулары бар. Қызылорда облысының оңтүстігінде, шөл аймағында орналасқан Солтүстік Қызылқұмдар негізгі жайылымдық аумақтар болып табылады. Алып жатқан жер аумағы 25 мың км<sup>2</sup> шамасында. Құмды шөлдің жер бедері төбелі-жоталы, оңтүстік-шығыс бөлігі желбіреген құмдармен және жеке құмдармен сипатталады. Жоталар арасындағы төмендеулерді Такир тәрізді жазықтар алып жатыр, онда көктемде еріген сулар мен жауын-шашын жиналады. Грунтовые воды в Северных Кызылкумах орайластырылып эоловым мелкои среднезернистым жиі пылеватым пескам қуаты ондаған метр.

Жер асты суларының тереңдігі құмды шөлдің рельефіне байланысты. Кішігірім депрессияларда, үрлеу бассейндерінде және құмды құмдарда ол әдетте 5-15 м құрайды. мұндай жерлерде жер асты сулары құдықтармен ашылып, жергілікті тұрғындар кеңінен қолданылады. Жазық жерлерде, жоталар арасындағы төмендеулерде және жоталардың өзінде жер асты суларының тереңдігі 25 - 30 м-ге дейін артады. эол құмдарының жер асты суларының қорын толтырудың негізгі көзі атмосфералық жауын-шашын болып табылады, әсіресе қыс-көктем мезгілі, олар 67-80% - ға дейін түседі. Қарлы борандар түрінде жалаңаш беткейлерде жиналып, жылы кезеңнің басталуымен олар жақсы өткізгіш құмды шөгінділерге түседі. Жер асты сулары негізінен өсімдіктер транспирациясы және булану арқылы жұмсалады. Эол шөгінділерінің жер асты суларының минералдануы климаттық жағдайлармен және су қоймаларының құрамымен тығыз байланысты. Жауын-шашынның ең көп мөлшері түсетін Солтүстік Қызылқұмдардың оңтүстік - шығыс бөлігінде, жер бетіндегі 111 нозернді фракциялары бар жылжымалы құмдар мен бархандар учаскелерінде жер асты суларының минералдануы 0,2-2,5 г/л аспайды. олардың құрамы гидрокарбонатты кальций және гидрокарбонатты натрий (6.1-кесте). Жоталардың құмдарында жоғары минералданған жер асты сулары бар. Шаймалау жағдайлары ең қолайлы болатын кең депрессияларға тұзды сулар және тіпті натрий хлоридінің тұздықтары жатады. Су тұтқыш құмдардың он метрлік қалыңдығын ашқан ұңғымалардың дебиттері су деңгейінің 1-3 м төмендеуімен тәулігіне 8 - ден 25 м<sup>3</sup>-ге дейін өзгереді. жақсы жабдықталған ұңғымалар мен құдықтарда судың тәулігіне 86-173 м<sup>2</sup>-ге дейін төмендеуі мүмкін.

Қызылқұм тұбегі шөлді аймақта орналасқандықтан, ол жерді суландыру жұмыстарын жүргізу өте манызды болып табылады. Суландыру барысында бірнеше зерттеулер жүргізіп зерттеулер нәтижесінде қандай шаралар қолданылатыны жайлы және егістік аймақтарды жер асты суларымен суландыру және зерттеуді қарастырылды.

### **Әдебиет**

Ахмеджанов М.А., К стратиграфии допалеозойских и палеозойских образований Центральных Кызылкумов// Узбекский геологический журнал. – 1970. – Т. 2. № 4 – 5 С. 32-45.

Белоусов В. В., Основные вопросы геотектоники, Госгеолтехиздат, Москва, 1962. – 608 с.

Белоусов Т. П., Мухамедиев Ш. А., К реконструкции палеонапряжений по трещиноватости горных пород, Изв. АН СССР, Физика Земли, (2), 16-29, 1990.

Белоусов Т. П., Мухамедиев Ш. А., Юнга С. Л., Реконструкция напряженного состояния

земной коры северного обрамления Дарваз-Каракульского глубинного разлома в связи с сейсмичностью, Источники и воздействие разрушительных сейсмических колебаний, Вопросы инженерной сейсмологии, (31), 108-116, Наука, Москва, 1990.

Белоусов Т. П., Куртасов С. Ф., Мухамедиев Ш. А., Методы обработки и результаты интерпретации данных о трещиноватости горных пород, 104 с., ОИФЗ РАН, Москва, 1994.

**S. Akmaral, M. R. Zapparov**

**Formation of the underground water regime of the Kyzylkum irrigation massif**

**Abstract.** The main soil cover of the Kyzylkum basin is the shaped structure of sandy desert soils. In this paper, the existing genetic layers, geological and hydrogeological characteristics are considered. In recent years, attention has been paid to the analysis and geochemical features of the obtained geological and geophysical materials.

**Keywords:** lowland, underground waters, hydrogeological conditions, climate.

**С. Акмарал, М.Р. Заппаров**

**Формирование режима подземных вод Кызылкумского ирригационного массива**

**Аннотация.** Основной почвенный покров кызылкумского бассейна-образное строение песчаных почв пустыни. В данной работе рассмотрены сложившиеся в ней генетические пласты, геологические и гидрогеологические характеристики. в последние годы было уделено внимание анализу и Геохимическим особенностям полученных геолого-геофизических материалов.

**Ключевые слова:** низменность, подземные воды, гидрогеологические условия, климат.

УДК 556.3

**Д.С. Сапаргалиев, Р.А. Нурпеисов, Ж.М. Тайкенов**

*Научный руководитель – Е.Ж. Муртазин, Заместитель директора по науке ТОО «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М.Ахмедсафина», Satbayev University, кандидат геолого-минералогических наук*  
[sapargalievds@mail.ru](mailto:sapargalievds@mail.ru)

**ЗАПАСЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЖЕМСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА В АКТЮБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Аннотация.** В статье приведен анализ гидрогеологической изученности месторождений подземных вод, приуроченных к меловым отложениям в контуре Жемского бассейна пластовых и блоково-пластовых вод II-го порядка Прикаспийской системы пластовых вод артезианского бассейна I-го порядка согласно гидрогеологическому районированию Республики Казахстан в пределах Актюбинская область. Приведены эксплуатационные запасы подземных вод, степень их изученности и освоения.

**Ключевые слова:** месторождение подземных вод, Жемский бассейн, меловые отложения, гидрогеологические параметры, эксплуатационные запасы подземных вод.

Актюбинская область не отличается большими запасами подземных вод. По состоянию на 01.01.2019 г. суммарные эксплуатационные запасы подземных вод, состоящие на Государственном балансе Республики Казахстан, составляют 42938 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, из которых 1891 тыс. м<sup>3</sup>/сутки относятся к 353 месторождениям и 377 участкам, расположенных на территории Актюбинской области, что составляет 4,4 % от общего количества запасов в республике (рисунок 1) [1, 2, 3].

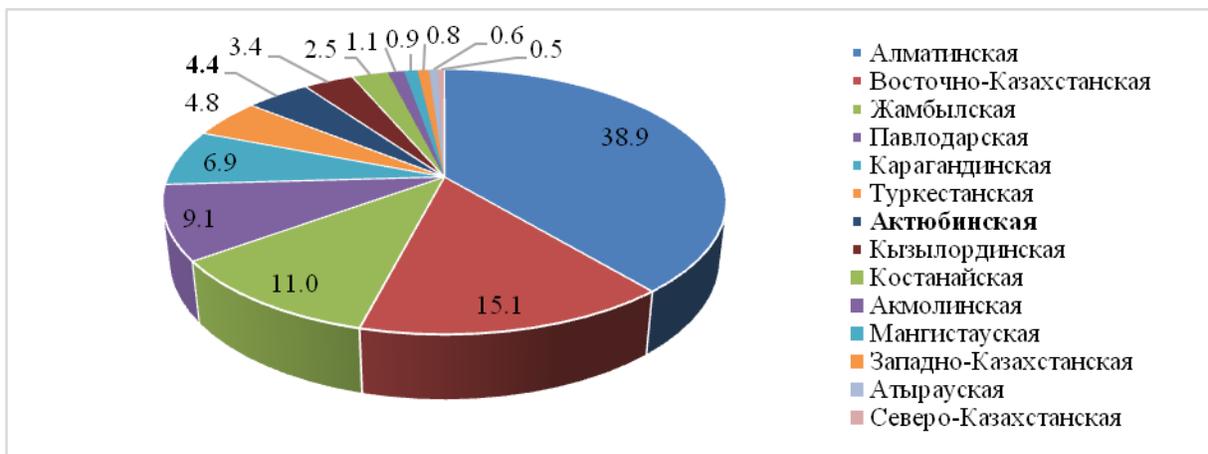


Рисунок 1 – Распределение эксплуатационных запасов подземных вод по состоянию на 01.01.2019 г. по административным областям, %

Стоит отметить, что в области, помимо утвержденных, имеются не востребуемые на момент утверждения запасы подземных вод, которые в Государственном балансе отнесены к забалансовым. Количество забалансовых запасов превышает 40 тыс. м<sup>3</sup>/сутки.

Из учтенных в Государственном балансе эксплуатационных запасов Актюбинской области 733 тыс. м<sup>3</sup>/сутки или 39% относятся к Жемскому бассейну пластовых и блоково-пластовых вод II-го порядка Прикаспийской системы пластовых вод артезианских бассейнов I-го порядка [4]. Остальные запасы распределены между остальными восемью бассейнами, территории которых охватывает Актюбинская область: Челкарский, Уральский, Северо-Приаральский, Большеуральский, Приаральско-Тургайско-Чу-Сарысуйский, Донгузтауско-Предмугоджарский, Прикаспийский, Южно-Предуральский (рисунок 2).

Эксплуатационные запасы подземных вод, приуроченных к меловым отложениям, на территории Актюбинской области составляют 986 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, из которых основная часть утверждена в пределах Жемского бассейна (рисунок 3).

Как указывалось выше, помимо балансовых, в пределах Жемского бассейна имеются и забалансовые запасы, количество которых практически достигает 30 тыс. м<sup>3</sup>/сутки.

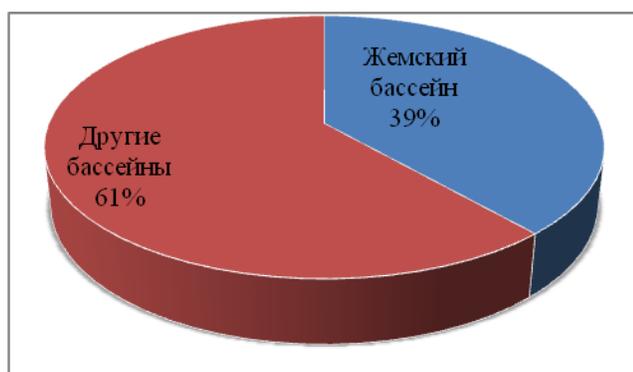


Рисунок 2 – Соотношение эксплуатационных запасов подземных вод Жемского бассейна с другими бассейнами в Актюбинской области

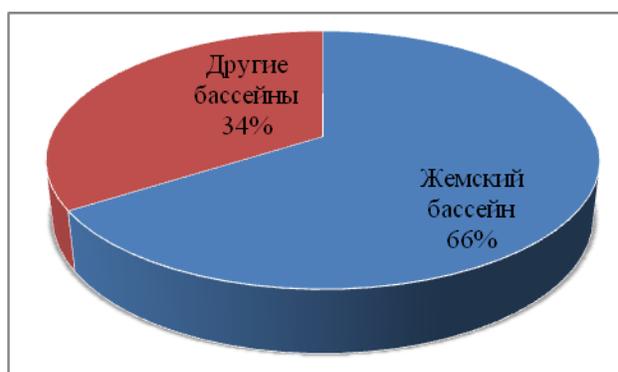


Рисунок 3 – Соотношение эксплуатационных запасов подземных вод меловых отложений Жемского бассейна с другими бассейнами в Актюбинской области

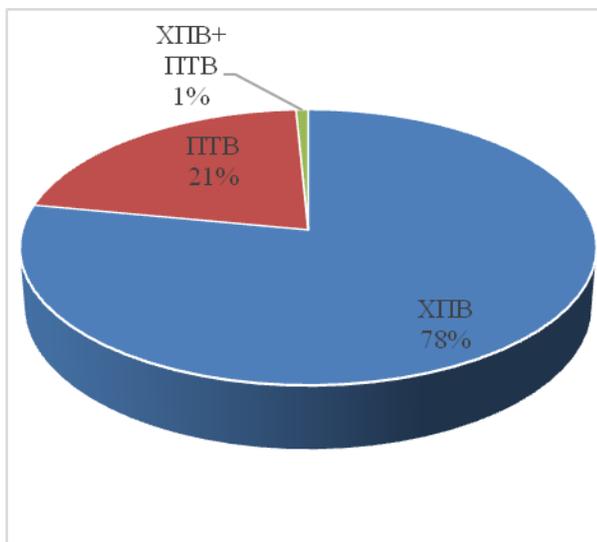
В пределах Жемского бассейна расположены такие крупные месторождения области, как (запасы, тыс.м<sup>3</sup>/сутки): Кокжиде (196,5), Кундактыкырское (46,65), Моисеевское (41,5), Атжаксы (40,45), Жаркамьское (37), Ащиколь (30) и др. [2].

Основная часть месторождений разведана для хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов и нефтепромыслов (рисунок 4). Для технического водоснабжения разведаны в основном месторождения Мугалжарского и Байганинского районов, где расположены месторождения углеводородного сырья. Основная цель добычи промышленно-технических вод – водоснабжение систем поддержания пластового давления.

Необходимо отметить, что месторождение Кокжиде является уникальным и крупным месторождением пресных подземных вод Актюбинской области. Уникальностью месторождения является качество подземных вод, минерализация которых не превышает 0,4 г/дм<sup>3</sup> и проектная производительность, которая только по одной скважине составляет 25 дм<sup>3</sup>/с или 2160 м<sup>3</sup>/сут, а при использовании современных способов бурения эксплуатационных скважин его можно увеличить в 1,2-1,5 и более раза.

В пределах месторождения Кокжиде перспективный водоносный альбский комплекс залегает непосредственно под песчаными четвертичными отложениями и имеет с ними тесную гидравлическую связь. Питание альбского водоносного комплекса осуществляется, как инфильтрацией атмосферных осадков в местах выхода их на дневную поверхность, так и за счет перетока из вышележащих четвертичных водоносных отложений [5]. Близкое залегания к поверхности подземных вод (1-32м) и наличие нефтяных месторождений указывает на хрупкость экосистемы песков Кокжиде, а значит и одноименного уникального месторождения пресных подземных вод. В 2017 году ГУ «Управление природных ресурсов и регулирования природопользования Актюбинской области» инициировало проведение переоценки запасов подземных вод данного месторождения с целью водообеспечения хозяйственно-питьевой водой г.Атырау и населенных пунктов, испытывающих острый дефицит в качественной питьевой воде и расположенных вдоль проектируемого водовода [5].

Изученность месторождений и участков подземных вод, приуроченных к меловым отложениям Жемского бассейна, довольно высокая (рисунок 5). Подтверждением этому является количество утвержденных запасов по промышленным категориям – А и В, которая достигает 57 %. Стоит отметить, что запасы категории С<sub>1</sub> также могут служить основанием для вовлечения месторождения или участка в эксплуатацию, при условии что потребность в воде не превышает 1000 м<sup>3</sup>/сутки, за исключением водоснабжения райцентров и добычи минеральных вод [6, 7]. Следовательно, для водообеспечения небольших сельских населенных пунктов, каковыми являются в Актюбинской области большинство, достаточным является наличие запасов категории С<sub>1</sub>.



Примечание: ХПВ – хозяйственно-питьевое водоснабжение, ПТВ – производственно-техническое водоснабжение.

Рисунок 4 – Распределение эксплуатационных запасов подземных вод меловых отложений Жемского бассейна в пределах Актюбинской области по назначению

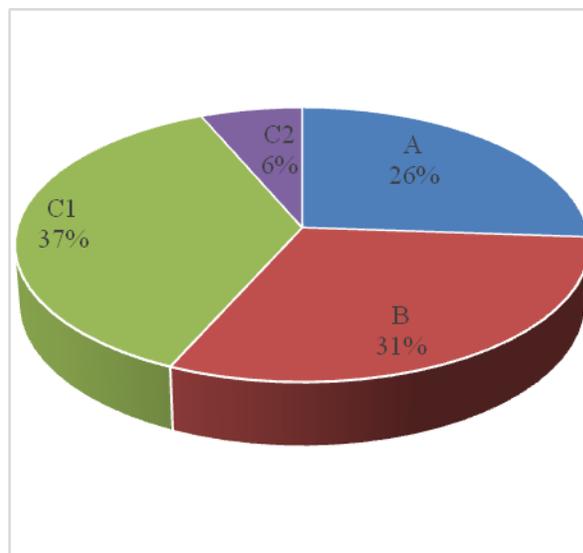
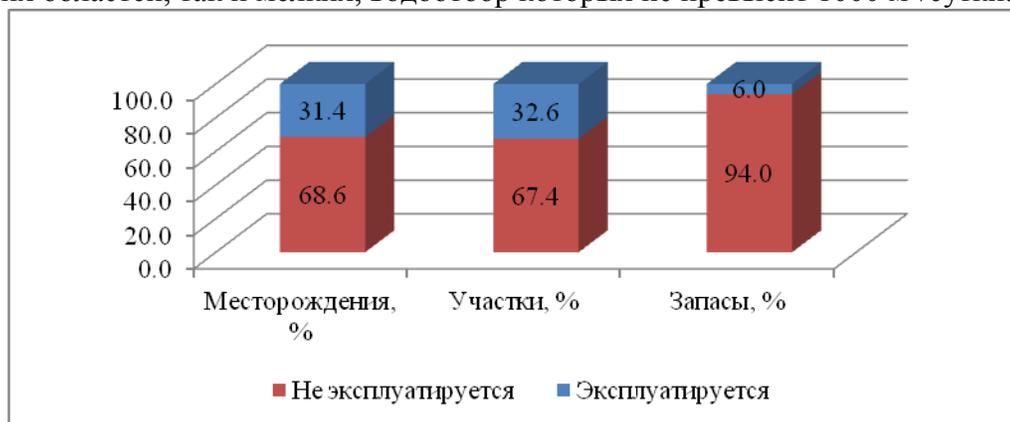


Рисунок 5 – Распределение эксплуатационных запасов подземных вод меловых отложений Жемского бассейна в пределах Актюбинской области по категории изученности

Сведения об эксплуатации месторождений и участков подземных по состоянию на 01.01.2019 г. приведены в целом по Актюбинской области [1]. В эксплуатации находятся 111 месторождений и 123 участка, что составляет 31,4 % и 32,6 % соответственно (рисунок 5). Добыча подземных вод составляет в среднем 114,33 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, это 6 % от суммы эксплуатационных запасов подземных вод Актюбинской области, состоящих на Государственном балансе (рисунок 5).

Учитывая вышеизложенное, можно констатировать, что подземные воды, приуроченные к меловым отложениям Жемского бассейна, являются одним из основных источников хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения населенных пунктов и промышленных объектов Актюбинской области. При этом категория изученности меловых подземных вод, состоящих на Государственном балансе Республики Казахстан, довольно высока и позволяет удовлетворять потребности в воде, как крупных водопользователей, в том числе соседних областей, так и мелких, водоотбор которых не превысит 1000 м<sup>3</sup>/сутки.



### Литература

1. Государственный водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество. 2019 год. Ежегодное издание. Комитет по водным ресурсам, 2020.
2. Месторождения подземных вод Казахстана. Том I. Западный и Южный Казахстан. Справочник. Второе издание. Алматы, 2019.
3. Смоляр В.А., Сапарғалиев Д.С., Ким Д.В. Комплексное и рациональное использование поверхностных и подземных вод – основа водной безопасности Республики Казахстан. Геология и охрана недр, 1(74)2020, ОО «Казахстанское геологическое общество «КазГЕО», Алматы, 2020. С.59-71.
4. Смоляр В.А., Буров Б.В., Веселов В.В. и др. Водные ресурсы Казахстана (Поверхностные и подземные воды, современное состояние). Справочник. Алматы, 2002.
5. Недюжин В.В. Проект на проведение работ по объекту: Доразведка с целью переоценки эксплуатационных запасов подземных вод месторождения Кокжиде в Актюбинской области. ТОО «Ақпан», 2017.
6. Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. Алматы, 1997.
7. Абсаметов М.К., Муртазин Е.Ж., Сапарғалиев Д.С. и др. Рамочная классификация ископаемых энергетических и минеральных запасов и ресурсов ООН 2009 года применительно к подземным водам. Геология и охрана недр, 1(74)2020, ОО «Казахстанское геологическое общество «КазГЕО», Алматы, 2020. С.72-78.

**Сапарғалиев Д.С., Нұрпейісов Р.А., Тайкенов Ж.М.**

**Ақтөбе облысындағы Жем артезиан бассейніндегі бор шөгінділерінің жерасты суларының қоры.**

**Андатпа.** Мақалада Қазақстан Республикасының гидрогеологиялық аудандастыруы бойынша Ақтөбе облысы шегінде І-ші дәрежелі артезиандық бассейнің қабатты сулар жүйесінің Каспийманы жүйесінің ІІ-ші ретті қабатты және блоктық-пласттық суларының Жем бассейнінің контурындағы бор дәуірі шөгінділерімен шектелген жерасты суларының шөгінділерін гидрогеологиялық зерттеуге талдау жасалған. Жерасты суларының пайдалану қорлары, оларды зерттеу және игеру дәрежесі келтірілген.

**Түйін сөздер:** жерасты суларының кен орны, Жем бассейні, бор шөгінділері, гидрогеологиялық параметрлері, жерасты суларының пайдалану қорлары.

**Sapargaliyev D.S., Nurpeissov R.A., Taikenov J.M.**

**Groundwater reserves of Cretaceous sediments of the Zhem artesian basin in Aktobe region.**

**Abstract.** The article provides an analysis of the hydrogeological study of groundwater deposits confined to the Cretaceous deposits in the contour of the Zhem basin of stratal and block-stratal waters of the 2nd order of the Caspian system of stratal waters of the artesian basin of the 1st order according to the hydrogeological zoning of the Republic of Kazakhstan within the Aktobe region. The operational reserves of groundwater, the degree of their study and development are given.

**Keywords:** groundwater deposit, Zhem basin, chalk deposits, hydrogeological parameters, operational reserves of groundwater.

УДК [556.388.06.]556.3

**А.К. Сұлтан**

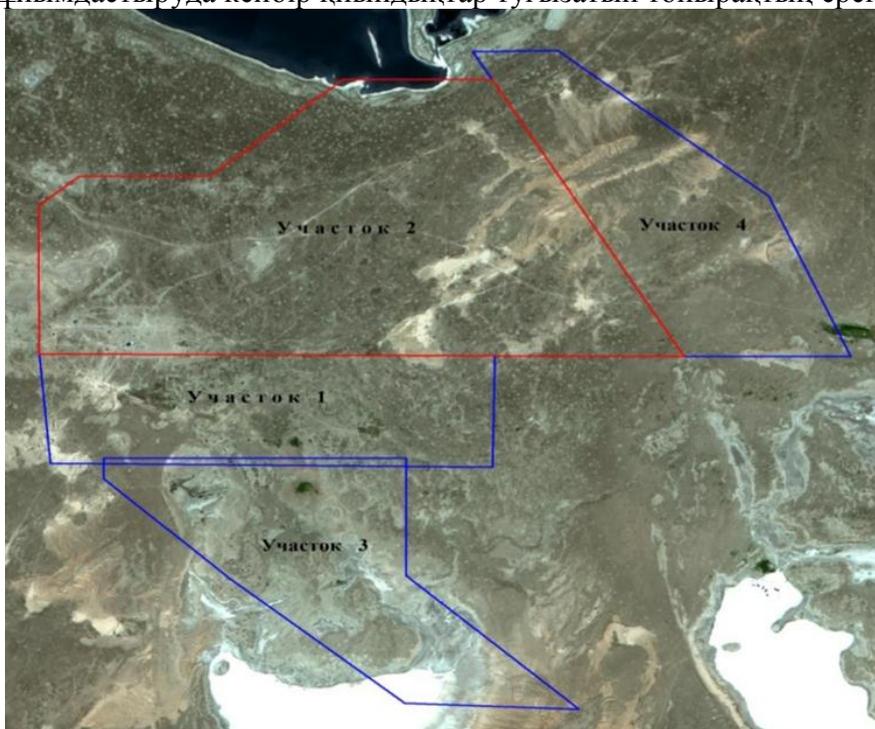
*Ғылыми жетекші – Е.С. Ауелхан, ассоц. профессор, “Мұнай және газ геологиясы”  
кафедрасының лекторы Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан  
[turgynkali\\_aruzhan@mail.ru](mailto:turgynkali_aruzhan@mail.ru)*

## БУДЕНОВ КЕН ОРНЫНЫҢ ТОПЫРАҚ ЕРЕКШЕЛІГІ

*Аңдатпа.* Мақалада Буденов кен орнының топырақ ерекшеліктері жалпы сипатталған. Кен орынның гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық жағдайы көрсетілген. Топырағының физико-механикалық қасиеттері суреттелген.

**Түйін сөздер:** Буденов кен орны, солончак, геологиялық процестер, инженерлік-геологиялық элемент, Шу-Сарысу бассейні, минерализация, құрылыс алаңы.

Буденов кен орны Шу-Сарысу провинциясындағы қатпарлы-инфильтрациялық типтегі ірі уран объектілерінің бірі болып табылады. Кен орнының кенді аймақтары Инкай кен орнынан оңтүстікке қарай 56 км қашықтықта байқалады және одан әрі оңтүстікке қарай кенді аймақтар кенді денелер жатысының үлкен тереңдігіне байланысты бақыланбаған (бұрғылау 700-750 м тереңдікке дейін жүргізілді). Табиғи-ландшафтық жағдайлары бойынша кен орны екі бөлікке бөлінеді: Солтүстік және Оңтүстік. Кен орнының солтүстік бөлігі Шу өзенінің атырауымен шектеседі және жұмысты ұйымдастырудың күрделі жағдайымен сипатталады (1 сурет). Бұл аймақта жұмысты ұйымдастыруда кейбір қиындықтар туғызатын топырақтың ерекше түрі бар.



Сурет 1 - Буденов кен орнының №3 учаскесінің орналасу схемасы

Солончак - жоғарғы горизонттарда жеңіл еритін тұздардың болуымен сипатталатын топырақ түрі, мұндай топырақ түрінде тіпті өсімдік жамылғысы қалыптаспайды. Олар құрғақ немесе жартылай аридті жағдайларда эффузиялық су режимінде қалыптасады және жартылай шөлдер мен шөлдердің топырақ жамылғысына тән.

Солончак жылдың құрғақ уақытында (маусымнан қазанға дейін) жаяу жүргіншілер үшін жүруге жарамды болып табылады. Ал көлік қозғалысы үшін солончак беткейімен жолдан тыс қозғалыс мүмкін емес. Жылдың осы уақытында батпақтың жоғарғы қабаты құрғап, ақ түсті тұзбен салыстырмалы түрде қатты қыртысты құрайды. Алайда солончакты жабатын қатты жер қыртысы, жаяу жүру кезінде кейбір жерлерде 10 см тереңдікке төменгі кеппеген тұзды балшық қабатына дейін опырылады.

Ауданның солтүстік-батыс бөлігінде қатты тілімденген, сортаң және ұсақ тұзды көлдерде орналасқан төбелі құмдар массиві орналасқан. Төбелі құмдар сексеуіл және шөп өсімдіктерімен, кей жерлерде бұталармен бекітілген. Құмдардың оңтүстік-батысында шөлейт жазық орналасқан. Оңтүстік-батыста бұл жазық Үлкен Қаратау жотасының етегі болып табылатын тау кемеріне өтеді. Кемердің салыстырмалы биіктігі 100 м дейін. Ауданның солтүстігінде жұмыс учаскесінен солтүстікке қарай 30 км қашықтықта Шу өзенінің төменгі ағысы байқалады, ол бірнеше арналардан тұрады.

Геоморфологиялық жағдайы бойынша кен орнының беті Мойынқұм құм сілемінің дөңесті эолдық түзілімдерімен қиылысатын, солтүстік бөлігінде солончакқа айналатын, жер бедерінің аккумулятивті нысандары бар, солтүстікке қарай  $1^\circ$  (бұрыш) шамасында әлсіз көлбеу тау бөктеріндегі пролювиалды жазық болып табылады.

Кен орнының аумағында қазіргі геологиялық процестердің ішінде эрозия мен дефляция жиі кездеседі. Құрғақ арналармен бөренелердің пайда болуы түрінде көрінетін сызықтық эрозияның дамуына оңай эрозияға ұшырайтын топырақ қабаты мен сирек кездесетін өсімдік жамылғысының құмды-сазды құрамы ықпал етеді. Жеке бөренелердің ұзындығы бірнеше шақырымға жетеді, ені 50 метрге дейін және тереңдігі 0,5 метрден 1 метрге дейін жетеді.

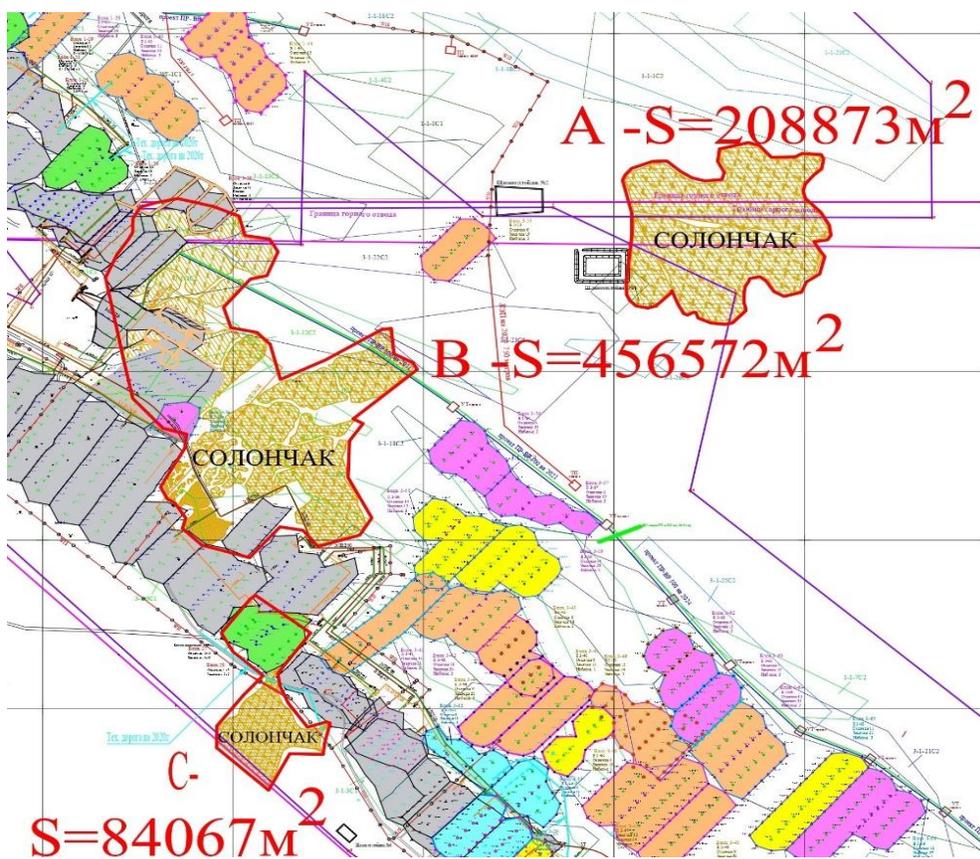
Буденов кен орны Созақ артезиан бассейнінің солтүстік-батыс бөлігінде орналасқан, ол екінші ретті аса ірі Шу-Сарысу бассейнінің құрамына кіреді.

Шу-Сарысу бассейні - Шу-Сарысу депрессиясын көмкеретін таулы неотектоникалық құрылымдармен жанасқан және жер асты суларының өңірлік ағындарының қалыптасу облыстары болып табылатын, орталық және көтеріңкі бөліктері бар жартылай тұйық құрылым.

Жоғарғы төрттік аллювиалды, аллювиалды-пролювиалды сулы горизонт (арQ<sub>III</sub>) ауданда ең кең таралған сулы горизонт. Горизонттың шөгінділерінің арасында екі генетикалық тип ерекшеленеді: аллювиалды және аллювиалды-пролювиалды. Аллювиалды тип Шу мен Сарысу өзендерінің құрлықшілік атырауын құрайды. Грунт сулары құм, құмдақ, сирек саздар арасында орналасқан малтатас-саздақ шөгінділерінде кездеседі. Ашыкөл солончакты қазаншұңқыры, Бактықарын және Шу өзендерінің төменгі ағысының қарастырылып отырған аумағы ағынсыз жіне жер үсті, жер асты ағыстарының арылу аймағы болып табылады. Топырақ пен жер үсті сулары бетінен булану мөлшері атмосфералық жауын-шашынның мөлшерінен бірнеше есе асады, бұл топырақтың қарқынды континентальды тұздану процестерін тудырады және минерализациясы 50-100 г/дм<sup>3</sup>-ге дейінгі жоғары минералданған жер асты суларының аллювиалды шөгінділерінде тұзды батпақтардың (солончак) пайда болуына алып келеді. Сарысу өзенінің оң жағалауында, ауданның батыс шекарасында, жер асты суларының минералдануы 2,6 г/дм<sup>3</sup> дейін төмендейді, бірақ судың құрамы сульфатты натрийге айналады. 3,5 г/дм<sup>3</sup>-ден 5,6 г/дм<sup>3</sup>-ге дейін салыстырмалы түрде төмен минералдану Үлкен Қаратау жотасының жанындағы розиялық алқаптардың аллювиалды-пролювиалды шөгінділерінде байқалады. Жер асты суларының мунералдануының жоғары болуына байланысты, олар ауданда шаруашылық мақсаттарда пайдаланылмайды.

Инженерлік-геологиялық аудандастыру бойынша зерттелген аудан Шу-Сарысу ауданына жатады және кең Тұран плитасының шығыс бөлігін алып жатқан синиклиза болып табылады. Шу-Сарысу ойпатының бетінің қазіргі келбеті пролювиалды, аллювиалды, эолдық процестермен құрылған және әртүрлі формалармен сипатталады. Тіпті тұзды суы бар көлдер де кездеседі.

Пролювиалды, аллювиалды және эолдық шөгінділердің геологиялық-генетикалық кешені құмдақ, саздақ, ұсақ, орташа құмды және қиыршық тасты, неоген саздарымен ұсынылған (2 сурет).



Сурет 2 - Аудан бойынша солончакты аймактар

Номенклатуралық түрі бойынша учаскелер шегінде алты инженерлік-геологиялық элемент (ИГЭ) жіктеледі:

Бірінші ИГЭ - қатты және жартылай қатты консистенциялы құмдақ.

Екінші ИГЭ – тығыз құрылымды, қатты және тығыз пластикалық консистенциялы саздақ.

Үшінші ИГЭ - орташа тығыздықтағы құмдар, судың қанығуының төмен және орташа дәрежесі.

Төртінші ИГЭ - орташа мөлшердегі, орташа тығыздықтағы, судың қанығуының орташа дәрежесіндегі және сумен қаныққан құм.

Бесінші ИГЭ – тығыз құм араласқан саздар, қатты консистенциялы, құммен байланыста тығыз пластикалық консистенциялы (қалыңдығы 30-40 см).

Алтыншы ИГЭ - қиыршық құм, орташа тығыздықты, сумен қаныққан.

Құрылыс алаңдары пролювиалды, аллювиалды және эолдық шөгінділердің геологиялық-генетикалық кешені құмдақ, саздақ, ұсақ, орташа құмды және қиыршық тасты, неоген саздарымен ұсынылған.

Солончакты жерлердің болашағы жоқ екендігі белгілі: онда ештеңе өсіру немесе салу мүмкін емес. Сондықтан ежелден солончакты жерлер шөл немесе шөлейт қалпында тұрды, бірақ бұл мақаладағы аудан аумағында уранның көп мөлшері орналасқан. Буденов кен орнындағы уран кенін өндіру жұмыстарын қолға алу үшін біз аудан аймағында құрылыс жұмыстарын жүргізуіміз қажет. Ол үшін біз ең алдымен құрылыс алаңдарына дренажды жүйелер арқылы құрғату жұмыстарын жүргізуіміз қажет.

Шөгінділердің жоғарыда баяндалған инженерлік-геологиялық сипаттамасы жер асты шаймалау әдісімен кен орнын қазудың қанағаттанарлық шарттары туралы куәландырады. Ұңғымаларды салу кезінде геологиялық апаттарды алдын алу бойынша технологиялық іс-

шаралар жүргізу қажет. Бұрғылау және шегендеу бағаналарының қысылып қалуын болдырмау үшін қабырғаларда жұқа тығыз қыртыстарды құрайтын сазды ерітінділерді қолдану қажет. Мұндай қыртыстарды судың аздығы, тұтқырлығы және қатты фазаның концентрациясы бар ерітінділерден алуға болады.

Бұрғылау ерітіндісінің жұтылуын алдын алу үшін ұңғыманың қабырғаларына қосымша қысымды шектеудің барлық іс-шараларын сақтау қажет: бұрғылау ерітіндісінің параметрлері (үлес салмағы, су беру, тұтқырлық және ығысудың статикалық кернеуі), бұрғылау және шегендеу бағаналарының түсу жылдамдығын шектеу және басқада іс шаралар.

#### **Әдебиет**

1. Отчет по результатам разведки участка 3 месторождения буденовское с подсчетом запасов урана и ППК по состоянию на 01.01.2013 г. Выполнен ТОО "ВерШИна" в 2014 г.
2. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б., Плеханов В.Н., Вершков А.Ф., В.Ф.Лухтин. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные)/. – Алматы. Гылым, 1995. -264с.
3. М.С. Захаров. Инженерно-геологические и инженерно-геотехнические изыскания/. - Санкт-Петербург. 2014

**А.К.Сұлтан**

#### **Soil features of the Budennovsky deposit**

**Abstract.** The article describes in detail the features of the soils of the Budennovsky deposit. The hydrogeological and engineering-geological state of the deposit is shown. The physical and mechanical properties of soils are described.

**Keywords:** Budenskoye field, salt marsh, geological processes, engineering-geological element, Shu-Sarysu basin, mineralization, construction site.

**А.К.Сұлтан**

#### **Особенности почвы Буденовского месторождения**

**Аннотация.** В статье подробно описаны особенности почв Буденовского месторождения. Показано гидрогеологическое и инженерно-геологическое состояние месторождения. Описаны физико-механические свойства почв.

**Ключевые слова:** Буденовское месторождение, солончак, геологические процессы, инженерно-геологический элемент, Шу-Сарысуский бассейн, минерализация, стройплощадка.

УДК 622.02+532.5

**А.Г. Танирбергенов, Е.С. Жумагалиев, Д.Б. Бакытбеков**

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы.*

*Научный руководитель - А.Г.Танирбергенов - ассистент профессора, к.ф.-м.н., доцент по разработке полезных ископаемых.*

[tan.amanjol@mail.ru](mailto:tan.amanjol@mail.ru)

## **ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЯЗКОСТИ ПОДСОЛЕВОГО СЛОЯ НА РОСТ СОЛЯНЫХ КУПОЛОВ –ПРИРОДНЫХ ЛОВУШЕК НЕФТИ И ГАЗА**

**Аннотация.** В связи с ростом мощности персональных компьютеров рассматривается трехслойная модель развития гравитационной неустойчивости, при этом численно исследуются закономерности роста соляных куполов в зависимости от вязкости подсолевого слоя.

**Ключевые слова.** Соляной купол, гравитационная неустойчивость, начально-краевая задача, схема расщепления, метод донорной ячейки.

**Введение.** В земной коре распространены солянокупольные геологические структуры. Возникновение этих структур геологи связывают с действием гравитационных сил, когда

первоначально пластообразно залегавшие более легкие соляные породы поднимаясь, внедрялись в вышележащую толщу осадочных горных пород в виде соляных куполов (гравитационная неустойчивость) [1]. Процесс возникновения и роста соляного купола условно можно разделить на две стадии, линейную и нелинейную. На линейной стадии изучаются небольшие деформации соли; эта стадия достаточно подробно изучена рядом авторов аналитическими методами [2]. Для исследования нелинейной стадии – стадии развитого соляного купола – используются только численные методы.

Предшествующие работы, посвященные численному анализу нелинейной стадии развития соляного купола, ограничены исследованием двухслойной среды: надсолевые породы – соль [5- 7].

В данной работе в связи с ростом мощности персональных компьютеров рассматривается трехслойная модель развития гравитационной неустойчивости, при этом численно исследуются закономерности роста соляных куполов в зависимости от вязкости подсолевого слоя.

**Постановка задачи.** Начально-краевая задача, описывающая движение неоднородной сильновязкой несжимаемой жидкости в поле силы тяжести в плоской постановке формулируется следующим образом. В прямоугольной области  $\Omega$  требуется определить вектор скорости  $\vec{V} = (U, V)$ , давление  $P$ , плотность  $\rho$ , динамическую вязкость  $\mu$  в момент времени  $t \in [0, T]$ , удовлетворяющих системе уравнений

$$A^* \left( 2 \frac{\partial}{\partial x} \left[ \mu \frac{\partial U}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \mu \frac{\partial U}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[ \mu \frac{\partial V}{\partial x} \right] \right) - \frac{\partial P}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$A^* \left( 2 \frac{\partial}{\partial y} \left[ \mu \frac{\partial V}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \mu \frac{\partial V}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial x} \left[ \mu \frac{\partial U}{\partial y} \right] \right) - \frac{\partial P}{\partial y} - \rho = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + U \frac{\partial \rho}{\partial x} + V \frac{\partial \rho}{\partial y} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \mu}{\partial t} + U \frac{\partial \mu}{\partial x} + V \frac{\partial \mu}{\partial y} = 0, \quad (5)$$

начальным и граничным условиям

$$\rho(x, y, 0) = \rho_0(x, y), \quad 0 < \rho_2 \leq \rho_0(x, y) \leq \rho_1, \quad (6)$$

$$\mu(x, y, 0) = \mu_0(x, y), \quad 0 < \mu_2 \leq \mu_0(x, y) \leq \mu_1, \quad (7)$$

$$U|_{\partial\Omega[0, T]} = V|_{\partial\Omega[0, T]} = 0 \quad (8)$$

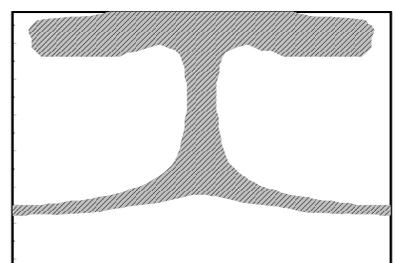
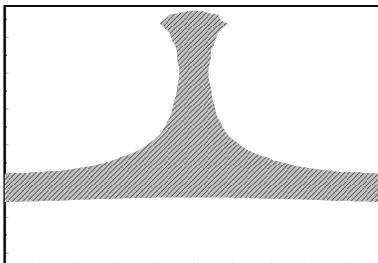
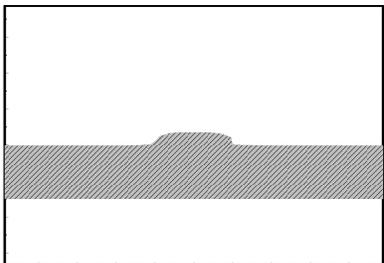
Система уравнений (1) –(5), начальные и граничные условия (6) –(8) записаны в безразмерном виде. Здесь  $U$ ,  $V$  – соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие скорости. Система уравнений (1)–(3) описывает движение неоднородной сильновязкой несжимаемой жидкости в поле силы тяжести, т.е. течение Стокса, а уравнения (4), (5) учитывают сохранение плотности и вязкости в любой момент времени. Коэффициент  $A$  равен отношению числа Фруда к числу Рейнольдса,  $A = \nu_* \cdot U_* / (l_*^2 \cdot g)$  Здесь  $g$  – ускорение свободного падения,  $\nu_*$ ,  $U_*$ ,  $l_*$  – характерные параметры среды, соответственно кинематическая вязкость, скорость и линейный размер области. В задачах

гравитационной неустойчивости отсутствует характерный масштаб скорости, поэтому в качестве последнего в работе принимается вязкая скорость  $U_* = g^{\frac{1+n}{2}} L_*^{\frac{1+3n}{2}} \nu_*^{-n}$ , где  $n$  – произвольное число. Выбирая  $n$  определенным образом, получим необходимый масштаб скорости.

**Численный метод решения.** Для численного решения систем уравнений (1) –(3) с граничными условиями (8) используется итерационный процесс, основанный на схеме расщепления по физическим процессам [3]. Для решения уравнений (4) и (5) с начальными условиями (6) и (7) используется метод донорной ячейки.

**Анализ численных результатов.** Для численного исследования механизма формирования соляного купола рассмотрена модель трехслойной среды, в случае, когда менее плотный слой (соль) расположен между двумя более плотными слоями. В модели считается, что каждый слой однороден по плотности и вязкости и различные слои могут быть разной мощности, плотности и вязкости. Нумерация слоев принята сверху вниз. Параметры каждого слоя записываются с нижним индексом, обозначающим его номер, например,  $\mu_2, \rho_2, h_2$  – соответственно вязкость, плотность и мощность второго слоя, т. е. соли. Если в рассматриваемой модели границы раздела слоев ровные, то в области скользящего слоя долго наблюдается неустойчивое равновесие. Это связано с тем, что горизонтальная составляющая градиента давления в области равна нулю. Для куполообразования необходимы неровности на границах раздела слоев. В численных расчетах эти неровности задаются в виде небольшого вздутия на границе между надсолевыми породами и солью. На рисунках 1а,б,в – 3а,б,в показана эволюция границы раздела слоев в процессе гравитационной неустойчивости для трех вариантов расчета, отличающиеся друг от друга лишь значением вязкости подсолевого слоя, при остальных одинаковых параметрах:  $\mu_1 = 2,6 \cdot 10^{17} \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$ ,  $\rho_1 = 2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $h_1 = 7000 \text{ м}$ ,  $\mu_2 = 2,2 \cdot 10^{17} \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$ ,  $\rho_2 = 2,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $h_2 = 3000 \text{ м}$ ,  $\rho_3 = 2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ,  $h_3 = 3000 \text{ м}$ .

Горизонтальные и вертикальные размеры области и время развития гравитационной неустойчивости приведены на рисунках в безразмерном виде. В первом варианте расчета (рис. 1) вязкость подсолевого слоя равна вязкости соли ( $\mu_3 = 2,2 \cdot 10^{17} \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$ ). Во втором варианте расчета (рис. 2) вязкость подсолевого слоя в 100 раз больше вязкости соли ( $\mu_3 = 2,2 \cdot 10^{19} \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$ ). И, наконец, в третьем варианте расчета (рис. 3) вязкость подсолевого слоя в 1000 раз больше вязкости соли ( $\mu_3 = 2,2 \cdot 10^{20} \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$ ).

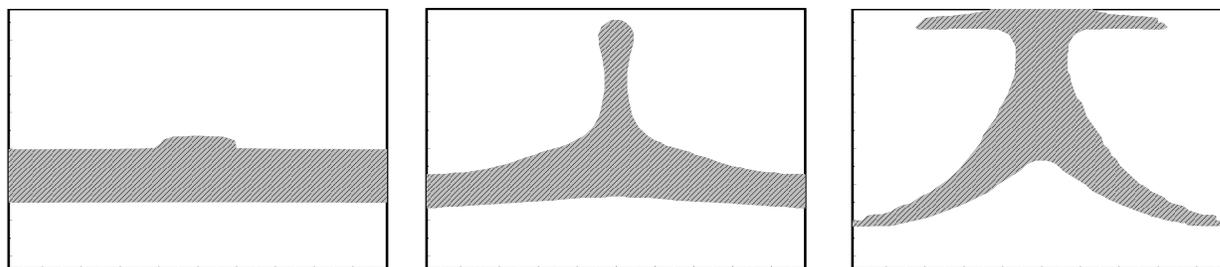


а)  $t=0.0$

б)  $t=0.9$

в)  $t=1.6$

Рисунок 1 – Эволюция границы раздела слоев.

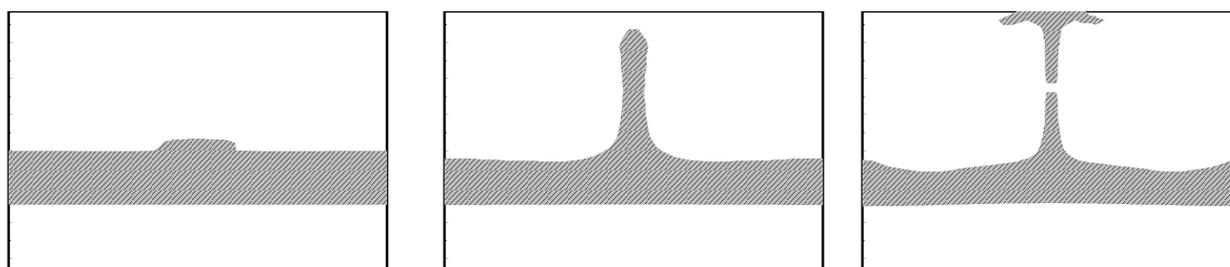


а)  $t=0.0$

б)  $t=0.9$

в)  $t=1.3$

Рисунок 2 – Эволюция границы раздела слоев.



а)  $t=0.0$

б)  $t=0.9$

в)  $t=1.6$

Рисунок 3 – Эволюция границы раздела слоев.

Из сравнения рисунков можно отметить, что с увеличением вязкости подсолевого слоя время развития гравитационной неустойчивости замедляется, изменяется форма и размер соляного купола. Если в первом варианте расчета (рис. 1в) почти весь соляной массив перетекает наверх через первичный купол, то в третьем варианте только незначительная часть перетекает через первичный купол. Остальная часть, как показали расчеты, перетекает через вторичные купола, образующиеся на краю прогибов (рис. 3в) в процессе оттока соли в первичный купол. Следует также заметить, что подсолевое вздутие (рис. 2в) наблюдается до тех пор, пока отношение  $\mu_3 / \mu_2 < 1000$ . При  $\mu_3 / \mu_2 > 1000$  подсолевое вздутие не наблюдается, т.е. процесс развития неустойчивости происходит так же, как и для двухслойной модели. Заметим, что оценка величины объема вздутия может быть полезна при исследовании подсолевых нефтегазовых ловушек.

Резюмируя вышесказанное, можно утверждать, что вязкость подсолевого слоя оказывает существенное влияние, как на процесс формирования, так и на форму соляных структур в земной коре.

## **Заключение**

Таким образом, из проведенных численных экспериментов следует, что благоприятные условия для формирования нефтегазовых ловушек имеются в тех солянокупольных структурах, где отношение вязкости подсолевого слоя к вязкости соли составляет не более трех порядков. В процессе роста соли в такой солянокупольной среде под соляным куполом создается область пониженного давления, куда и перетекает подсолевой слой (рис. 1б и 2б), хотя плотность подсолевого слоя больше плотности соли. В эту же область перетекают и углеводороды. Они оказываются заключёнными в сводовых ловушках, образованных солью и подсолевыми породами. В солянокупольных структурах, где отношение вязкости подсолевого слоя к вязкости соли составляет более трех порядков, поверхность между солью и подсолевыми породами не деформируется в процессе роста соли (рис. 3в). Следовательно, в такой среде не формируются нефтегазовые ловушки сводового типа.

Эти полученные результаты важны при разведке и поиске нефтегазовых месторождений.

## **Литература**

1. Косыгин Ю.А. Основы тектоники нефтеносных областей. М.: Гостоптехиздат, 1952, 511с.
2. Рамберг Х. Сила тяжести и деформаций в земной коре. Пер. с англ. –М.: Недра, 198, 400с.
3. Белоцерковский О.М. Численное моделирование в механике сплошных сред. М.: Наука, 1984, 520с.
4. Роуч Х. Вычислительная гидродинамика. М.: Мир, 1980, 616с.
5. Woid W.D., Neugebauer H.J. Finite element models of density instabilities by means of bicubic spline interpolation.-Phys. Earth Planet. Inter., 1980, v. 21, p. 176-180.
6. Zaleski S., Julien P. Numerical simulation of Rayleigh-Taylor instability for single and multiple salt diapirs // Tectonophysics. 1992. V. 206. p. 55-69.
7. Орунханов М.К., Танирбергенов А.Г. Численное моделирование процесса формирования нефтяных соляных куполов. // Нефть и газ, 2000, №2, 25-37с.

**А.Г.Танирбергенов, Е.С.Жумагалиев, Д.Б.Бакытбеков**

**Тұз күмбесінің өсуіне тұз қабатының тұтқырлығының әсерін сандық зерттеу - мұнай мен газдың табиғи ұстағыштары**

**Андатпа.** Дербес компьютерлер қуатының өсуіне байланысты гравитациялық тұрақсыздықтың дамуының үш қабатты моделі қарастырылады, ал тұз күмбездерінің өсу заңдылықтары тұз қабатының тұтқырлығына байланысты сандық түрде зерттеледі. .

**Түйін сөздер.** Тұз күмбесі, гравитациялық тұрақсыздық, бастапқы шекаралық есеп, бөліну схемасы, донорлық жасуша әдісі.

УДК 556.11; 556.3; 553.7

**Ж.Т. Тлеуова**

*Научный руководитель – М.А. Мухамеджанов, ГНС, д.г-м.н., профессор  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[zhanna\\_\\_1990@mail.ru](mailto:zhanna__1990@mail.ru)*

**РОЛЬ ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ГИДРОЛИТОСФЕРЕ**

**Аннотация.** В статье рассмотрена роль эколого-гидрогеологической системы в гидролитосфере, связь подземного стока с речными бассейнами. Литосфера представляет собой верхнюю, твёрдую оболочку Земли, состоящую из минерального вещества, жидких компонентов, свободных газов и живого вещества с присущими им физическими полями. Все компоненты литосферы взаимосвязаны. Подземную воду рассматривают как одну из подсистем литосферы. Главной целью изучения эколого-гидрогеологической системы является выявление и картирование на её территории наиболее опасных с экологических позиций зон, так называемых зон экологического риска, где принятые в качестве критериев показатели либо уже превышены, либо подошли близко к этим значениям. В настоящее время с экологических позиций изучены многие типы эколого-гидрогеологических систем. Наиболее активному экологическому воздействию подвергаются равнинные территории и связанные с ними речные бассейны и потоки подземных вод, поэтому в дальнейшем в виде главных объектов будем рассматривать именно этот тип эколого-гидрогеологических систем.

**Ключевые слова:** гидролитосфера, гидрогеология, экологический сток, речной эколого-гидролитосферный бассейн, подземная гидросфера.

Для более чёткого определения объекта и предмета гидрогеологической науки в 70-е годы 20 века было введено понятие «гидролитосфера» - верхняя твёрдая оболочка Земли, в той или иной степени насыщенная водой различного состава и агрегатного состояния, которая находится в непрерывном взаимодействии с горными породами и другими флюидами. Отдельные части гидролитосферы можно рассматривать как гидрогеологические тела (системы) разного ранга и содержания. Из определения гидролитосферы видно, что это понятие более содержательно, чем понятие «подземная гидросфера», понимая под последним водную оболочку под поверхностью Земли.

Из определения следует, что верхней границей гидролитосферы является поверхность Земли, а нижней - верхняя, твердая часть астеносферы, в пределах которой вода находится еще преимущественно в жидком состоянии, но при очень высоких давлениях и температурах. В этом случае размеры гидролитосферы вглубь Земли составляют порядка 20-30 км и более.

Обе границы гидролитосферы являются сложными поверхностями: верхняя находится в зоне активного взаимодействия основных сфер Земли, включая и техносферу или, в более широкой постановке, ноосферу, а нижняя располагается в зоне, где вода из жидкого агрегатного состояния переходит в иное, диссипированное (разрозненное) состояние. Мощность гидролитосферы различна под континентами и океанами. Соотношение и взаимосвязь гидролитосферы с основными оболочками (сферами) Земли показана на рис. 1. Далее гидролитосфера и ее особенности рассмотрены только для континентальной зоны и, главным образом, для равнинной её части.

С системных позиций, под системой понимают любое целостное, т. е. структурно-функциональное единство элементов, образующих упорядоченный комплекс. Элементы любой системы (компоненты, подсистемы) находятся в определенных отношениях между собой и с внешней (по отношению к данной системе) средой. Системы имеют разные размеры (масштабы, ранги, уровни).

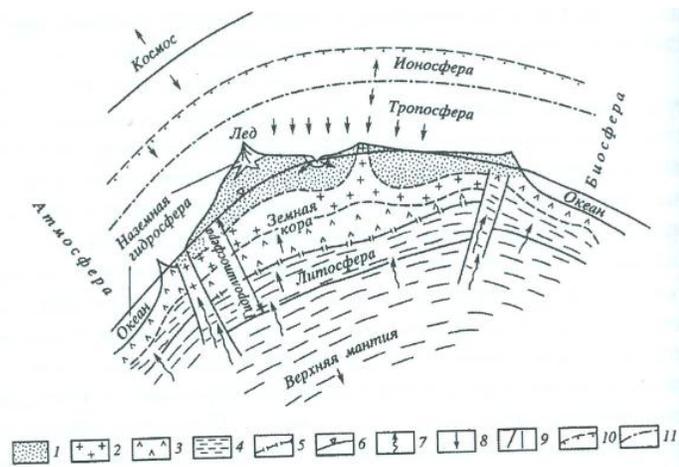


Рис. 1. Взаимоотношение гидролитосферы с космосом, атмосферой, наземной гидросферой, биосферой и верхней мантией: 1 - осадочный чехол; 2 - гранитный слой; 3 - базальтовый слой; 4 - астеносфера; 5 - нижняя граница земной коры (граница Мохоровичича); 6-уровень подземных вод (верхняя граница зоны насыщения); 7 - поступление эндогенной воды; 8 - поступление экзогенной воды (атмосферные осадки, речной сток и т.п.); 9 - глубинные разломы; 10-верхняя граница биосферы; 11 - верхняя граница тропосферы [1]

Литосфера представляет собой верхнюю, твёрдую оболочку Земли, состоящую из минерального вещества, жидких компонентов (главным образом, воды), свободных газов и живого вещества с присущими им физическими полями. Все компоненты литосферы взаимосвязаны. Подземную воду рассматривают как одну из подсистем литосферы.

Выделение гидрогеологической системы и выбор критериев разделения их на подсистемы определяется целевым назначением исследований. В общем случае гидрогеологическую систему разделяют на две категории: природные гидрогеологические системы и природно-техногенные гидрогеологические системы. Последние отличаются от природных тем, что в качестве подсистем (элементов) содержат искусственные объекты (инженерные сооружения) или существенно измененные человеком природные объекты. Именно это обстоятельство придает гидрогеологической системе новое важнейшее качество - возможность управлять своим развитием и функционированием.

Главной целью изучения эколого-гидрогеологической системы является выявление и картирование на её территории наиболее опасных с экологических позиций зон, так называемых зон экологического риска, где принятые в качестве критериев показатели либо уже превышены, либо подошли близко к этим значениям. Таким образом, картографическое представление об изменении эколого-гидрогеологических условий на исследуемой территории эколого-гидрогеологической системы является одной из важных задач гидрогеологических исследований. Картирование позволяет: 1) выявить существующие эколого-гидрогеологические условия; 2) составить ретроспективный анализ их формирования, т. е. провести эпигнозное картирование; 3) выполнить серию прогнозов изменения эколого-гидрогеологических условий под влиянием работы проектируемых или реконструируемых инженерных сооружений, рассматривая конкурирующие варианты режимов их эксплуатации, выбирая наиболее рациональный с экологических позиций; 4) составить рациональный план создания и развития целенаправленной сети наблюдательных скважин (мониторинг); 5) рассмотреть различные схемы и варианты природоохранных мероприятий, предупреждающих нежелательное развитие экологически негативных процессов; 6) рассмотреть различные варианты ликвидации или локализации и уменьшения опасных зон экологического риска [1, 2].

В настоящее время с экологических позиций изучены многие типы эколого-гидрогеологических систем. Наиболее активному экологическому воздействию подвергаются равнинные территории и связанные с ними речные бассейны и потоки подземных вод, поэтому в дальнейшем в виде главных объектов будем рассматривать именно этот тип эколого-гидрогеологических систем. Следуя традиционному подходу к систематике речных бассейнов, соотнесем иерархию этих бассейнов с иерархией бассейнов подземного стока, т. е. с типами потоков подземных вод.

Речные бассейны и связанные с ними потоки подземных вод позволяют выделить объёмы гидrolитосферного пространства, которые рассматриваются как эколого-гидрогеологические системы определенного масштаба. Чем больше размеры речного бассейна, тем больший объём гидrolитосферного пространства ему отвечает. При этом каждому порядку речного бассейна соответствует определенный размер и содержание гидrolитосферного пространства, глубина зоны дренирования речного бассейна и положение регионального водоупора. Число и гидрогеологические свойства водоносных горизонтов и комплексов, входящих в эту систему, определяются условиями залегания горных пород, литолого-фациальным составом, структурно-тектоническими и геоморфологическими особенностями. Эти условия определяют в значительной мере пространственно-объемную форму эколого-гидрогеологических систем. Им отвечают определенные формы и виды питания и разгрузки, типы связи подземных вод с атмосферой, наземной гидросферой, определённые закономерности движения и режима, формирования баланса и ресурсов, химического состава и минерализации подземных вод. Такой сложный бассейн с пространственной гидролого-гидрогеологической структурой называется речным гидrolитосферным бассейном. Гидrolитогенная основа такой системы определяет индивидуальность протекания и развития естественных и техногенных процессов. Возможность естественной иерархии речных гидrolитосферных бассейнов на основе существующей иерархии речных бассейнов, позволяет в эту сферу включить и техногенные объекты, создающие определенную обстановку в пределах этой системы. Если исследуемая обстановка выходит за пределы принятого масштаба речных гидrolитосферных бассейнов, то можно перейти к аналогичному бассейну более мелкого масштаба. Он будет охватывать больший объём гидrolитосферы и отвечать более крупному речному бассейну [3, 4].

Обратим внимание, что техногенно-экологические воздействия на гидрогеологический объект и окружающую среду формируются и проявляют себя по механизмам и формам переноса энергии и вещества в двух аспектах. С одной стороны, проявление этих взаимодействий идёт как развитие фильтрационных и гидрохимических процессов гидрогеологической среды - подтопление, заболачивание, засоление территорий, развитие подпора и загрязнение на орошаемых массивах, на городских и промышленных площадях.

С другой стороны, техногенно-экологические взаимодействия обусловлены технологическими особенностями и режимом работы инженерных сооружений. Зная их, можно приближенно оценивать масштабы сфер влияния техногенно-экологических процессов по аналогии с гидрогеологическими процессами, включая перенос специфических компонентов. В таком случае целесообразно применительно к вертикально-латеральному, т. е. инфильтрационно-фильтрационному, переносу экологически опасных загрязнений и развитию экологически опасных процессов подтопления, заболачивания и т. п. применить термин «экологический сток», а водосбор, в пределах которого формируется и аккумулируется этот сток, назвать бассейном экологического стока. Такой бассейн включает все инженерно-хозяйственные и другие объекты, формирующие экологический сток в пределах речных гидrolитосферных бассейнов.

Совместив бассейн экологического стока с речным гидро-литосферным бассейном,

получаем сложнопостроенную систему из трёх бассейнов, дающую возможность изучать и картировать экологические условия на этой территории в объективно выбранном масштабе. Такую трёхбассейновую пространственную структуру (систему) назовем *речным эколого-гидролитосферным бассейном*.

Можно сказать, что такой речной эколого-гидролитосферный бассейн представляет часть сложного речного бассейна, в котором техногенно-экологический сток определяется наличием населённых пунктов, оросительных каналов разного размера и коллекторно-дренажной системы, а бассейн подземного стока характеризуется картой гидроизогипс развитых на этой территории грунтовых вод. Границы основного таксона для эколого-гидрогеологических исследований и последующего эколого-гидрогеологического картирования определяются границами подбассейна подземного стока. С гидродинамических позиций, последние представлены линиями тока (непроницаемые границы, которые проводятся ортогонально к гидроизогипсам) и линиями напора (проницаемые границы, представленные граничными гидроизогипсами).

Итак, речной эколого-гидролитосферный бассейн включает определенный объем гидролитосферного пространства, связанный морфогенетически с потоками подземных вод и речным бассейном того же масштаба с определенным базисом дренирования. В пределах этого объема локализуются основные эколого-техногенные воздействия, определяющие экологическую обстановку бассейна. Таким образом, речной эколого-гидролитосферный бассейн - это природно-эколого-техногенная гидрогеологическая система, имеющая определённую иерархию и строение, позволяющая оценивать, прогнозировать и рационально управлять в её границах развитием эколого-техногенно-гидрогеологической обстановкой.

## Литература

1. Антоненко В.Н., Кульдеев Е.И., Экологическая гидрогеология, Алматы 2013, 274 стр.
2. Карцев А.А. Экологическая гидрогеология. В кн.: Роль подземной гидросферы в истории Земли. – М.: Наука, 1990.
3. Ковалевский В.С. Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду. – М.: Наука, 1994
4. Белоусова А.П., Гавич И.К. и др. Экологическая гидрогеология: Учебник. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 397 стр.

**Ж.Т. Тлеуова**

### **Гидролитосферадағы экологиялық-гидрогеологиялық жүйенің рөлі**

**Аңдатпа.** Мақалада гидролитосферадағы экологиялық-гидрогеологиялық жүйенің рөлі, жерасты ағындарының өзен бассейндерімен байланысы туралы айтылады. Литосфера - Жердің жоғарғы, қатты қабығы, минералды заттардан, сұйық компоненттерден, бос газдардан және оларға тән физикалық өрістермен тірі заттардан тұрады. Литосфераның барлық компоненттері өзара байланысты. Жер асты сулары литосфераның кіші жүйелерінің бірі ретінде қарастырылады. Экологиялық-гидрогеологиялық жүйені зерттеудің негізгі мақсаты - оның аумағында экологиялық тұрғыдан ең қауіпті аймақтарды, критерий ретінде қабылданған көрсеткіштер әлдеқашан асып кеткен немесе келген экологиялық қауіпті аймақтарды анықтау және картаға түсіру. осы мәндерге жақын. Қазіргі кезде экологиялық тұрғыдан экологиялық-гидрогеологиялық жүйелердің көптеген түрлері зерттелді. Экологияның ең белсенді әсері - бұл жазық территориялар және онымен байланысты өзен бассейндері мен жер асты суларының ағындары, сондықтан біз болашақта экологиялық және гидрогеологиялық жүйелердің бұл түрін негізгі объектілер ретінде қарастырамыз.

**Түйін сөздер:** гидролитосфера, гидрогеология, экологиялық ағын су, өзен экологиялық-гидролитосфералық бассейн, жерасты гидросферасы.

**Zh. Tleuova**

**The role of the ecological-hydrogeological system in the hydrolithosphere**

**Abstract.** The article discusses the role of the ecological-hydrogeological system in the hydrolithosphere, the relationship of underground runoff with river basins. The lithosphere is the upper, hard shell of the Earth, consisting of mineral matter, liquid components, free gases and living matter with their inherent physical fields. All components of the lithosphere are interconnected. Groundwater is considered as one of the subsystems of the lithosphere. The main purpose of studying the ecological-hydrogeological system is to identify and map on its territory the most dangerous zones from the ecological point of view, the so-called zones of ecological risk, where the indicators adopted as criteria are either already exceeded or come close to these values. At present, many types of ecological-hydrogeological systems have been studied from an ecological point of view. The most active environmental impact is the plain territories and the associated river basins and groundwater flows, therefore, in the future, we will consider this type of ecological and hydrogeological systems as the main objects.

**Keywords:** hydrolithosphere, hydrogeology, ecological runoff, river ecological-hydrolithospheric basin, underground hydrosphere.

УДК [556.3.06]

**Токтар Ә.**

*Научный руководитель – Сотников Евгений Владимирович, PhD  
Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Казахстан, г. Алматы  
[aliya.toktar@gmail.com](mailto:aliya.toktar@gmail.com)*

## **ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДТОПЛЕНИЯ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ПАВЛОДАР**

**Аннотация.** Анализ и прогноз изменений природной среды в городах является сложной проблемой, которая включает в себя и изучение инженерно-технических особенностей застроенных территории, компонентов природной среды и условий их взаимодействия. Из элементов природной среды наибольшей динамичностью обладают подземные воды. Взаимодействуя с горными породами, рельефом, с антропогенной сферой подземные воды быстро реагируют на любые техногенные воздействия.

Существующая хозяйственная деятельность человека оказывает специфическое, и чаще всего негативное воздействие на подземную гидросферу и становятся причиной значительных ее изменений. Эти изменения приводят к нарушению состояния поверхностных биоценозов, подтоплению и заболачиванию территорий, усилению и росту опасных геологических и техногенных процессов.

Неблагоприятное изменение геологической среды является результатом не только высокой техногенной нагрузки, но и ведения промышленного и гражданского строительства без учета гидрогеологических и инженерно-геологических особенностей городской среды, а также отсутствие превентивных мер по предупреждению и ликвидации неблагоприятных и опасных физико-геологических процессов.

**Ключевые слова.** Гражданское строительство, подтопление застроенных территорий, город Павлодар, нарушенный режим подземных вод, гидрогеологические условия селитебных зон.

Строительное освоение территорий и эксплуатация зданий, сооружений и других объектов, расположенных на слабопроницаемых грунтах, практически повсеместно сопровождаются накоплением влаги в толще грунтов и подъемом уровня грунтовых вод. Данный процесс может происходить даже в тех случаях, когда до начала освоения территории грунтовые воды на

площади изысканий отсутствовали. Данный инженерно-геологический процесс называется подтоплением (или техногенным подтоплением).

Техногенное подтопление чаще всего возникает и развивается вследствие нарушения устойчивого природного равновесия в водном балансе территории. Эти нарушения возникают в результате хозяйственной деятельности человека и на застраиваемых территориях обычно развиваются в две стадии – при строительстве и эксплуатации.

С развитием гражданского строительства в г. Павлодар на отдельных участках произошло подтопление застроенной территории подземными водами, а также усилилось воздействие искусственных факторов на природную среду, включая инженерно-геологическую, которая служит основанием для сооружений, зданий и конструкции.

В настоящее время застройка города Павлодар располагается в пределах прерывистой полосы первой надпойменной террасы р. Иртыш, которая в восточном направлении сливается с озерно-аллювиальной павлодарской равниной, поверхность которой имеет слабый уклон в сторону реки Иртыш и характеризуется абсолютными отметками 135-154 м.

Иртыш берет свое начало в горах Алтая в Монголии и впадает в реку Обь на территории России. В пределах городской черты Павлодара река Иртыш является основной водной артерией.

На участке, примыкающем к городу, основное русло реки подходит к правому коренному берегу. Ширина русла в данной местности составляет 200-500 м, на разветвлениях достигает 1100-1300 м.

Водный режим Иртыша характеризуется выраженным весенним половодьем (конец марта – начало мая), летне-осенней и зимней меженью, прерываемой дождевыми паводками в теплые периоды года.

Ледовый режим р. Иртыша у города Павлодара характеризуется достаточно продолжительным ледоставом (140-160 дней). Вскрытию реки сопутствует весенний ледоход продолжительностью до 5 дней и мощные заторы льда.

Средняя минерализация речных вод – 0,2-0,5 г/л. По химическому составу вода принадлежит к гидрокарбонатному классу.

Гидрогеологические условия рассматриваемой территории определяются следующими факторами: климатом, рельефом, геологическим строением и физико-механическими свойствами водовмещающих пород и грунтов зоны аэрации.

По условиям залегания и характеру циркуляции на рассматриваемой территории различают следующие типы подземных вод: пластовые, грунтовые и артезианские. Одной из особенностей подземных вод на исследуемой площади является изменение химического состава в вертикальном и горизонтальном направлениях, причем воды самого разного состава от пресных до горько-соленых функционируют на достаточно близком расстоянии друг от друга.

В долине р. Иртыш выделяются три вида гидрогеологических режимов грунтовых вод: приречной, террасовой и междуречной. Грунтовые воды приречного режима, содержащиеся в аллювиальных отложениях поймы, представленных гравийно-галечниками, залегают на глубине от 0,5 до 5 м. Мощность водоносного горизонта аллювиальных отложений колеблется в пределах от 4 до 20 м. Водовмещающие гравийно-галечниковые отложения имеют коэффициент фильтрации от 8 до 40 м/сут. По химическому составу воды поймы р. Иртыш пресные, минерализация составляет 0,3-1,0 г/л, но на отдельных участках достигает 2,5-5 г/л. По химическому составу грунтовые воды гидрокарбонатные натриевые.

Грунтовые воды формируются в основном за счет фильтрации поверхностных вод, особенно во время половодья, когда обширная площадь поймы полностью заливается речной и

талой водой, а также за счет притока подземных вод со стороны вышележащей террасы и инфильтрации атмосферных осадков.

Террасовый вид режима распространен на площадках террас, отделенных широкой поймой от русла р. Иртыш. Водовмещающие породы на надпойменных террасах представлены верхнечетвертичными мелко- и тонкозернистыми песками, с прослоями супесей и суглинков.

Грунтовые подземные воды (террасового типа) со свободной поверхностью залегают на глубине от 0,5 до 6 м. Мощность водоносного горизонта колеблется от 0,4 до 17 м. Ширина террасы составляет 1-3 км, реже достигает 5 км.

Подземные воды пресные, солоноватые и соленые, величина минерализации составляет от 0,4 до 1,0 г/л. По типу подземные воды гидрокарбонатно-сульфатно-натриевые и сульфатно-хлоридно-кальциевые.

Питание осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания подземных вод с вышележащих террас. В районах, где терраса примыкает к руслу реки, устанавливается полная гидравлическая связь подземных вод с поверхностными водами, на остальных участках такая связь отмечается в период паводков.

На участках, где пойма неширокая (от 0,5 км) или вообще отсутствует речные воды являются главным стокообразующим фактором. Установлено, что периодичность колебаний уровней грунтовых вод первой надпойменной террасы с приречным видом режима соответствует ходу колебаний уровней р. Иртыш.

Режим грунтовых вод первой надпойменной террасы формируется как под влиянием поверхностных вод, так и под влиянием климатических факторов.

Условия разгрузки грунтовых вод полностью определяются колебаниями уровней реки Иртыш. В период паводка уровень в реке поднимается на 3-4 м, и разгрузка грунтовых вод в этот период прекращается. В результате в зоне подпора наблюдается увеличение общей минерализации грунтовых вод.

Грунтовые воды второй и третьей надпойменной террасы имеют широкое распространение как на левобережье, так и на правобережье р. Иртыш.

Мощность водоносных горизонтов составляет 0,5-15 м, глубина залегания варьирует от 0,3 до 14 м.

Водовмещающими породами являются гравийно-галечные отложения, разномерные пески, в кровле которых залегают суглинки и супеси. Коэффициенты фильтрации обломочных отложений достигают 120-200 м/сутки.

Воды в основном пресные и солоноватые с минерализацией от 0,5 до 3 г/л, относятся к гидрокарбонатно-сульфатно-натриевому и гидрокарбонатно-сульфатно-кальциевому типу.

Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, чему также благоприятствует литологический состав зоны аэрации. Разгрузка приурочена к озерным впадинам и многочисленным понижениям.

Подземные воды отложений надпойменной террасы и павлодарской свиты имеют тесную гидравлическую связь и по характеру гидроизогипс общую уровенную поверхность. В свою очередь, водоносный комплекс павлодарской свиты в восточной части исследуемой области разделен глинистыми отложениями на два водоносных горизонта:

- верхний водоносный горизонт безнапорный, мощностью 2,5-5,5 м, реже 6-7 м,
- и нижний, слабонапорный водоносный горизонт, сложенный мелко-среднезернистыми песками павлодарской свиты.

По площади распространения мощность водовмещающих песков не выдержана и изменяется от 0,7-0,8 м до 4,5-5,0 м. Мощность толщи глин составляет 5-6 м, местами достигает 12-16 м.

Отложения надпойменной террасы и павлодарской свиты почти повсеместно перекрыты легкими супесями, полимиктовыми тонкозернистыми пылеватыми песками, реже суглинками.

В восточной части города прослеживается ярусное залегание песков и глин. Не глубокое залегание глинистых отложений, сложная форма рельефа их кровли, затрудняющая подземный сток, а также изменчивость литологического состава пород, как по площади, так и по глубине способствуют накоплению воды в грунтах.

Питание подземных вод осуществляется за счет атмосферных осадков, утечек из водонесущих сетей и септиков, поливов огородов и зеленых насаждений.

Инженерно-геологические условия являются одним из определяющих факторов в градостроительном зонировании территории города. В связи с этим территория города разделена на районы:

Район I – аккумулятивная аллювиальная равнина, пологоволнистая и слабонаклонная в северном и северо-западном направлении, представлена поймой реки Иртыш и двумя надпойменными террасами. С поверхности территория сложена современными и верхнечетвертичными аллювиальными маломощными глинистыми отложениями и разнозернистыми песками с прослоями супесей, суглинков, глин, залегающими на песчано-гравийно-галечниковых грунтах, которые в свою очередь подстилаются неогеновыми глинистыми отложениями.

Район II – денудационная озерно-аллювиальная равнина, пологоволнистая и слабонаклонная к долине реки Иртыш. Равнинный характер поверхности местами нарушается плоскими округлыми заболоченными и засоленными понижениями, мелкими озерными котловинами. Озерно-аллювиальная равнина сложена верхнечетвертичными суглинисто-глинистыми отложениями с прослоями и линзами мелкозернистых песков и супесей, а также плиоценовыми разнозернистыми песками кулундинской свиты и плиоцен-миоценовыми песками павлодарской свиты с гравием и галькой.

По условиям застройки и инженерного устройства территории города выделены районы:

- одноэтажная застройка с редкой сетью водопровода и фекальной канализацией;
- многоэтажная застройка с густой сетью водопровода, канализации, теплоснабжения, ливневой канализацией на отдельных улицах, благоустроенная набережная, парки и скверы.

С развитием промышленного и гражданского строительства в г. Павлодаре можно выделить основные причины подтопления на стадии эксплуатации застроенных территорий: инфильтрация утечек технологических вод, промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, поливы зеленых насаждений, изменение тепло-влажностного режима под зданиями, сооружениями и покрытиями, влияние барражного эффекта (задержка поверхностных и подземных вод зданиями и сооружениями).

По данным ТОО «Павлодарводоканал» и ТОО «Павлодарские тепловые сети» ежегодные потери воды из водонесущих сетей составляют более 12 млн.м<sup>3</sup>. Инфильтрационное питание водоносных горизонтов изменяется в пределах 29-187,2 мм/год.

На участках с глубиной залегания уровня воды до 3,0 м преобладает питание за счет атмосферных осадков в количестве 32,2-101,6 мм/год (18-29% годовых осадков).

На площади распространения вод, на глубине 3-5 м, суммарная инфильтрация значительно меньше и составляет 43-50 мм/год, в том числе потери из водонесущих сетей – 15,6-16,6 мм/год. При расположении уровня вод ниже 5,0 м преобладает инфильтрационное питание в количестве 36,0 мм/год.

Также последние годы характеризуются повышенными атмосферными осадками (361-376 мм) и в этот период наблюдались не только весенние подъемы уровня воды, а также обусловленные выпадением обильных дождей в теплый период (рис. 1).

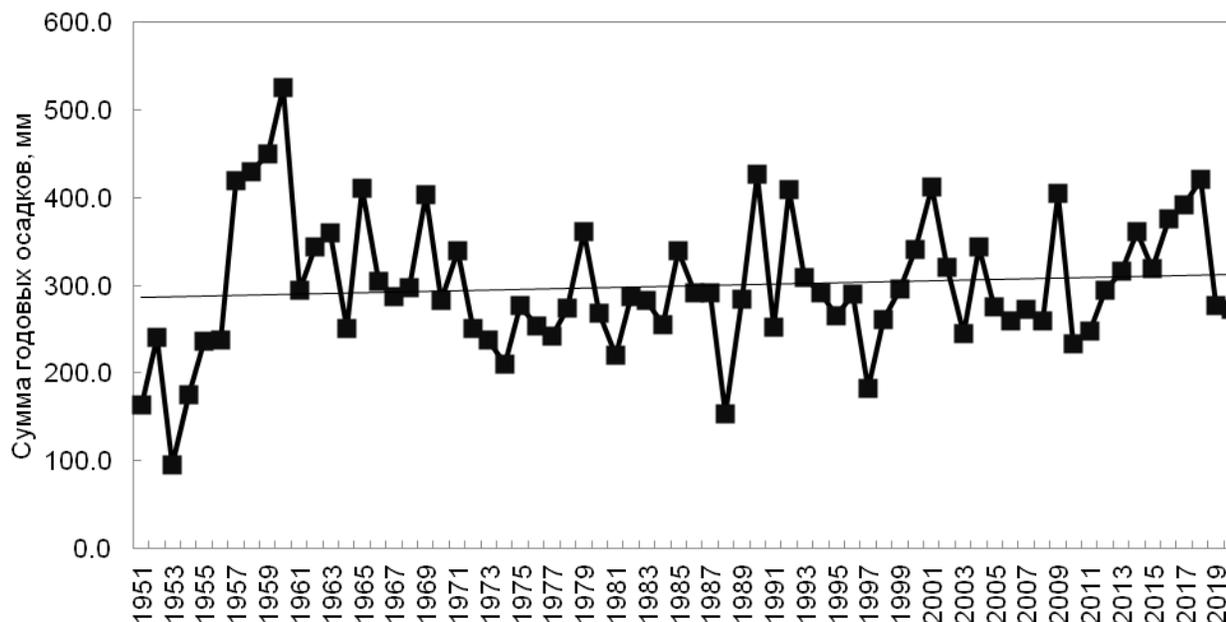


Рисунок 1 – График изменения суммарных годовых осадков за многолетний период наблюдений по метеостанции Павлодар

Суммарное инфильтрационное питание водоносных горизонтов на площади шириной 2600 м, длиной 4500 м равно 1891,2 м<sup>3</sup>/сут. Около 70% инфильтрационных вод остается в водоносном горизонте на территории города и создают угрозу подтопления застроенной территории.

Ухудшение фильтрационных свойств грунтов при укладке коммуникационных сетей и глубоко заложеными фундаментами высокотажных зданий, укрепление набережной р. Иртыш обусловило ухудшение естественной разгрузки водоносных горизонтов.

Таким образом, в результате природно-техногенного подъема уровня подземных вод в пределах города Павлодара часть застроенных территорий оказалась подтоплена, причинами которого является естественные и искусственные факторы. Из естественных факторов были выделены неблагоприятное геологическое строение селитебной зоны города, где прослеживается ярусное залегание песков и глин павлодарской свиты неогена, невыдержанность отложений по мощности, сложная форма рельефа и изменчивость литологического состава пород, а также большое количество атмосферных осадков, особенно в многоводные годы (более 300 мм).

Интенсивность развития процесса подтопления и особенности его проявления также во многом зависят от искусственных факторов, таких как плотность застройки территории, параметров систем водонесущих коммуникаций (расход, протяженность, плотность коммуникаций и водосодержащих емкостей и др.).

## Литература

1. Камзин Г.Н. Гидрогеологическое заключение по оценке влияния вод накопителей шлама и золошлаков АО «Алюминий Казахстана» на подтопление мкр.Зеленстрой г.Павлодара. ТОО «Павлодарэнергопроект», г.Павлодар, 2019 г.
2. Лушин Э.Н., Камзин Г.Н., Гидрогеологические условия территории г. Павлодара (гидрогеологические материалы к «Разработке ТЭО с гидрогеологической картой на дренажные сети подземных вод г. Павлодара») по результатам работ ТОО «Павлодаргидрогеология» за 2018-2019 г.г. Книга 1. Пояснительная записка, Папка 1. Графические приложения. г.Павлодар, 2019 г.
3. Лушин Э.Н., Камзин Г.Н., Гидрогеологические условия территории г. Павлодара (гидрогеологические материалы к «Разработке ТЭО с гидрогеологической картой на дренажные сети подземных вод г. Павлодара») по результатам работ ТОО «Павлодаргидрогеология» за 2007 г.г. Книга 1. Пояснительная записка, Папка 1. Графические приложения. г.Павлодар, 2007 г.
4. Муртазин Е.Ж., Сотников Е.В. и др. Отчёт о результатах математического моделирования гидрогеологических условий города Павлодара. Алматы, 2019.
5. Справочное пособие к СНиП 2.06.15-85 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления». Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях. Москва, Стройиздат, 1991 г.
6. ТЭО с гидрогеологической картой на дренажные сети подземных вод г. Павлодар, ТОО «Павлодарэнергопроект», г.Павлодар, 2019 г.
7. Царегородцева А. Гидроэкология поймы реки Иртыш. Казахстанская часть. Павлодар, 2015.

### Токтар Ә.

#### Павлодар қаласының бой көтерген аудандарын су басудың геологиялық және гидрогеологиялық аспектілері

**Аңдатпа.** Қалалардағы табиғи ортаның өзгеруін талдау және болжау күрделі проблема болып табылады, оған сонымен қатар, бой көтерген аумақтың инженерлік-техникалық ерекшеліктерін, табиғи ортаның компоненттерін және олардың өзара әрекеттесу шарттарын зерттеу кіреді. Табиғи орта элементтерінің ішінен жер асты сулары ең динамикалық болып табылады. Антропогендік сферамен жыныстармен, рельефтермен әрекеттесіп, жер асты сулары кез-келген техногендік әсерге тез әрекет етеді.

Адамның қалыптасқан экономикалық қызметі жерасты гидросферасына ерекше, көбінесе теріс әсер етеді және елеулі өзгерістер тудырады. Бұл өзгерістер жер үсті биоценоздарының күйін бұзуға, аумақтарды су басуға және батпақтануға, қауіпті геологиялық және техногендік процестердің күшеюіне және өсуіне әкеледі.

Геологиялық ортаның қолайсыз өзгерісі - бұл тек жоғары техногендік жүктеме ғана емес, сонымен қатар өндірістік және азаматтық құрылысты қалалық ортаның гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық ерекшеліктерін ескермей жүргізу, сонымен қатар профилактикалық жұмыстардың болмауы қолайсыз және қауіпті физикалық-геологиялық процестерді болдырмау және жою жөніндегі шаралар.

**Түйін сөздер:** Азаматтық құрылыс, салынған аудандарды, Павлодар қаласын су басу, бұзылған жер асты суларының режимі, тұрғын аудандардың гидрогеологиялық жағдайы.

### Токтар А.

#### Geological and hydrogeological aspects of flooding the built-up areas of Pavlodar

**Abstract.** Analysis and forecast of changes in the natural environment in cities is a complex problem, which also includes the study of the engineering and technical features of the built-up area, the components of the natural environment and the conditions of their interaction. Of the elements of the natural environment, underground waters are the most dynamic. Interacting with rocks, relief, and the anthropogenic sphere, groundwater quickly responds to any technogenic impact.

The existing economic activity of man has a specific, and most often negative impact on the underground hydrosphere and cause significant changes. These changes lead to disruption of the state of surface biocenoses, flooding and waterlogging of territories, intensification and growth of dangerous geological and technogenic processes.

An unfavorable change in the geological environment is the result of not only a high technogenic load, but also the conduct of industrial and civil construction without taking into account the hydrogeological and engineering-geological features of the urban environment, as well as the lack of preventive measures to prevent and eliminate unfavorable and dangerous physical and geological processes.

**Keywords:** Civil construction, flooding of built-up areas, the city of Pavlodar, disturbed groundwater regime, hydrogeological conditions of residential areas.

УДК 556.3

**Д.А.Тулбаев, Е.С.Ауелхан**

*Научный руководитель - кандидат технических наук, профессор Е.С. Ауелхан*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

*[tulebayevdamir@gmail.com](mailto:tulebayevdamir@gmail.com)*

## **ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ГОРОДА ТАРАЗ, В СВЯЗИ С АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ**

**Аннотация.** В настоящей статье, изложены результаты работ по гидрогеологическому доизучению с исследованиям г.Тараз, 4577км<sup>2</sup>. Основанием для проведения работ по гидрогеологическому доизучению явилось в связи с интенсивной антропогенной нагрузкой на площади г. Тараз и прилегающих площадях увеличивается динамика техногенного загрязнения подземных вод, так и грунтов зоны аэрации, активизировались проявления современных опасных геологических процессов. В связи с данными обстоятельствами и назрела необходимость изучения гидрогеологических условий района, информация о которых необходима при перспективном планировании и реализации планов освоения территорий, как под сельскохозяйственные, так и под промышленные цели. При этом были тщательно проанализированы и учтены материалы гидрогеологических съемок масштаба 1:50 000– 1:200 000, проводившиеся в разные годы.

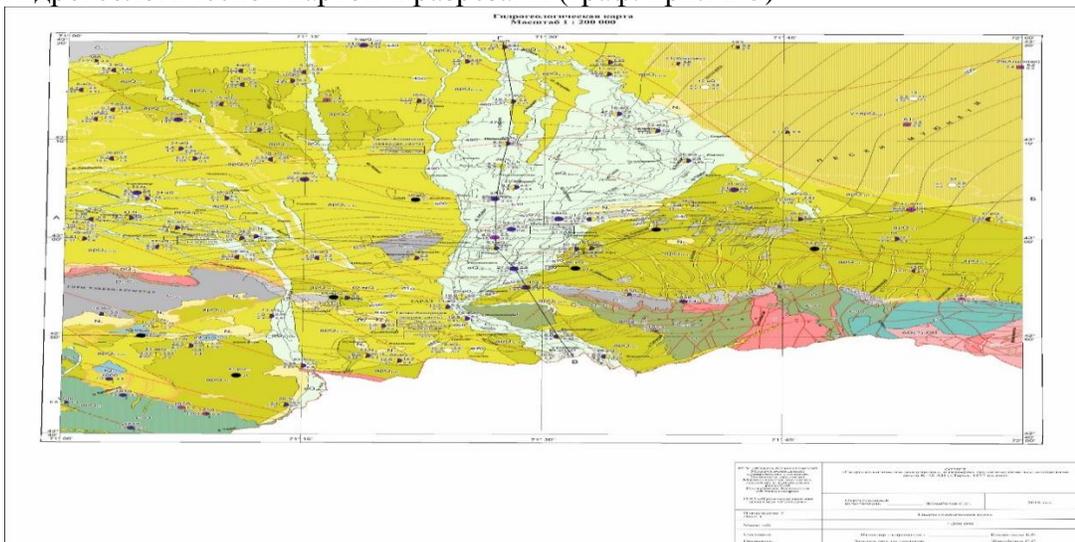
**Ключевые слова:** Гидрогеология, водоносный горизонт, водозаборная площадь, антропогенные условия, гидрогеологическая сеть

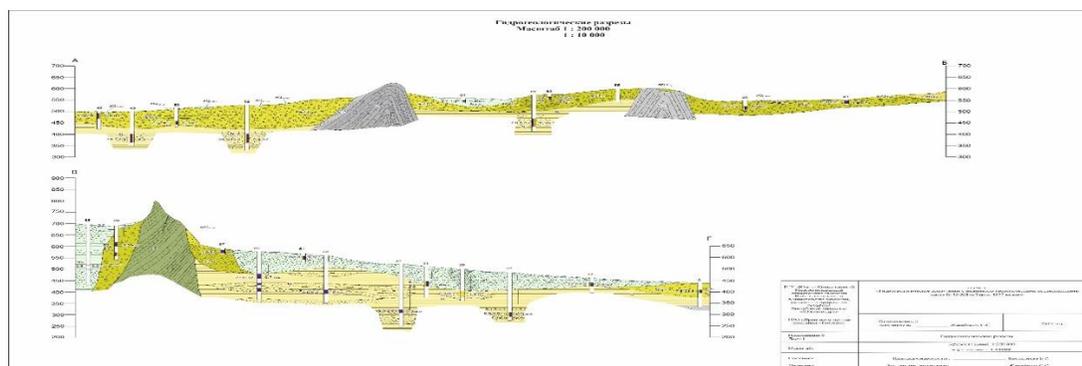
Гидрографическая сеть представлена наиболее крупными реками Талас и Асса и речками типа «Карасу». Река Терс течет по территории в юго-западном углу и имеет протяженность всего несколько километров. Река Талас, начинаясь из родников на седловине между Таласским и Киргизским хребтами, вытекает из ущелья Капка на равнину, течет по ней почти с юга на север и за пределами территории листа теряется в песках Моюнкум. Обогнув горный массив Текурмас, она расчленяется на множество протоков, воды которых широко используются для орошения. Уровни и расходы воды в р. Талас непостоянны. Амплитуда колебания уровней достигает 1,14 м. Расходы воды изменяются от 116 м<sup>3</sup>/сек в период высоких температур (июнь-август) до 22 м<sup>3</sup>/сек в период паводков в зимние месяцы (декабрь-февраль). Среднегодовая многолетняя величина расхода воды составляет 29,6 м<sup>3</sup>/сек. Река имеет хорошо разработанную современную долину шириной 1,5-2 км, с шириной русла 20-30 м и глубиной 1,5-2,0 м. Скорость течения воды при уклоне 0,008 достигает 0,8 м/сек. Вода в реке во все сезоны пресная, минерализация ее не превышает 278 мг/дм<sup>3</sup>, по составу гидрокарбонатная кальциевая. Общая жесткость незначительная - 3,2-4,05 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Основное питание р. Талас получает в верховьях, преимущественно за счет таяния высокогорных ледников и снегов, атмосферных

осадков и в меньшей степени за счет дренирования подземных вод. Водосборный бассейн занимает площадь 11 000 км<sup>2</sup>. Притоков р. Талас не имеет.

При описании климатических условий использованы данные гидрометеостанции г. Тараз. Температура воздуха. Климат района характеризуется большой континентальностью и сухостью, что обусловлено положением его в глубине материка и значительной удаленностью от открытых морей. Характерной особенностью климата является обилие ясных и солнечных дней. Лето знойное продолжительное и исключительно сухое, зима мягкая, короткая, с частыми оттепелями, снежный покров мал и не устойчив.

В пределах описываемой территории выделены сложные бассейны I порядка: Приаральско-Торгайско-Шу-Сарысуский бассейн пластовых вод (I-5), Центрально-Тянь-Шаньский сложный бассейн безнапорных и напорных жильно-корово-блоковых, блоковых, пластовых и блоковопластовых вод (VIII-2) и Северо-Тянь-Шаньский сложный бассейн корово-блоковых, жильно-блоковых и пластовых вод (VIII-3). Гидрогеологическая карта составлена на новой геологической основе, составленной в 2010 г. АГП «Поисковосъемочная экспедиция» (Бувтышкин В. М.) по результатам работ «Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 листов К-42-V, XI, XII (хребет Большой и Малый Каратау)». Выделение водоносных горизонтов и комплексов произведено с учетом геолого-структурных особенностей территории, условий залегания, литологического состава водовмещающих пород описанных ниже геологических подразделений и закономерностей формирования подземных вод. При описании выделенных гидрогеологических подразделений учтены также фашиально-литологические особенности водовмещающих отложений, влияющие на водообильность водовмещающих пород. Качественная оценка подземных вод всех водоносных горизонтов и комплексов производится по классификации О. Б. Алёкина с разделением вод по минерализации на пресные (до 1 г/дм<sup>3</sup>), слабосоленоватые (1-3 г/дм<sup>3</sup>), соленоватые (3-10 г/дм<sup>3</sup>), слабые рассолы (50-100 г/дм<sup>3</sup>) и крепкие рассолы (более 100 г/дм<sup>3</sup>). Тип минерализации подземных вод определяется по преобладающему анионному и катионному составу. Данная глава иллюстрирует гидрогеологической картой и разрезами (граф. прил 2-3)





Изучив гидрогеологические условия водоснабжения г. Тараз с ростом населения рекомендуем родземные воды конусов выноса, которые расположены на Предгорных шлейфов конусов вносов, пологонаклонные аллювиально-пролювиальные равнины и слабовсхолмленные аллювиальные речные долины являются областью местного питания, аккумуляции и транзита подземных вод. Формирование грунтовых вод предгорных шлейфов конусов выноса осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, фильтрации вод временных водотоков и родников и, притока подземных вод, поступающих из горных сооружений. Поверхностные воды временных потоков и горных рек при выходе из гор почти полностью расходуется на фильтрацию в рыхлообломочную толщу, представленную валунно-гравийно-песчаными отложениями. Подток подземных вод со стороны водоносных зон горных сооружений осуществляется на участках контакта трещиноватых пород с хорошо промытыми рыхлообломочными отложениями. Передвижение потока подземных вод в рыхлообломочных отложениях конусов выноса происходит от верхних части к периферийной. Формирование подземных вод аллювиальных четвертичных отложений, распространенных в руслах временных водотоков, в долинах рек Талас и Ассы, осуществляется за счет инфильтрации поверхностных вод рек, поливных вод, используемых на орошение, инфильтрация атмосферных осадков и притока подземных вод из других водоносных горизонтов. Выпавшие на площади аллювиальных отложений атмосферные осадки инфильтруются почти полностью. Питание подземных вод аллювиально-пролювиальных четвертичных отложений осуществляется, в основном, за счет инфильтрации поверхностных вод рек и ручьев, атмосферных осадков, подтока вод из обводненных зон палеозойских пород обрамляющих горных сооружений. Частичная разгрузка грунтовых вод происходит по эрозионным врезам и в современную долину р. Талас.

В основном подземные воды пресные с минерализацией до  $0,5 \text{ г/дм}^3$  и  $0,5-1,0 \text{ г/дм}^3$ . Воды с минерализацией до  $0,5 \text{ г/дм}^3$  гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные, умеренно жесткие, с минерализацией  $0,5-1,0 \text{ г/дм}^3$  сульфатно-гидрокарбонатные и сульфатные, умеренно жесткие и жесткие. Воды различного катионного состава. На юго-западном склоне Киргизского хребта в пролювиальных отложениях сформировались мягкие по степени общей жесткости воды, с минерализацией  $0,29-0,32 \text{ г/дм}^3$ , гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые и смешанные по катионам.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение областного центра г. Тараз с населением 357 791 человек (2019 г.) и городских промышленных предприятий полностью базируется на подземных водах Талас-Ассинского месторождения (южная часть). В 2010 г. проведена переоценка эксплуатационных запасов подземных вод этого месторождения. Количество утвержденных балансовых запасов составляет  $502,5 \text{ тыс. м}^3/\text{сутки}$ , в т.ч. по категориям: А - 116,3; В- 192,5; С<sub>1</sub> – 30,0; С<sub>2</sub> - 163,7. Воды пресные, приурочены к четвертичным аллювиальным отложениям и

подстилающим их плиоценовым образованиям. Обводненность пород высокая, что обеспечивается производительностью эксплуатационных скважин до 30 л/с. Величина водоотбора по Контрактам (Лицензии) составляет 77,58 тыс.м<sup>3</sup>/сут, в т.ч. хозяйственно-питьевое водоснабжение - 33,62 тыс.м<sup>3</sup>/сут; производственно-техническое водоснабжение - 27,8362 тыс.м<sup>3</sup>/сут; орошение земель - 1,03262 тыс.м<sup>3</sup>/сут; потери при транспортировке - 15,162 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Суммарное извлечение подземных вод всеми водозаборами на территории месторождения существенно сократилось. Если в 1995 г. объем добычи подземных вод составлял 124,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут, то в 2001 г. по данным ГУВ в системе государственного мониторинга подземных вод добыча подземных вод составила 111,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а в 2003 г. – 100,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Современный водоотбор по контрактам составляет всего 77,6 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Причинами этого являются более рациональное расходование воды на питьевые и технические нужды с введением платы за пользование водными ресурсами, а также значительное сокращение объемов промышленного производства, вплоть до закрытия неконкурентоспособных предприятий.

## Литература

- [1] Ахмедсафин У. М. Региональные гидрогеологические исследования в Казахстане т.1, 1964 г.
- [2] Бочевер Ф. М., Гармонов И. В. и др. Основы гидрогеологических расчетов М., 1969 г
- [3] Жанабиллов С.С., Кисмельева Б.Р. «Гидрогеологическое доизучение с инженерно-геологическими исследованиями листа К-42-ХІІ (г. Тараз, 4 577 км<sup>2</sup>)» за 2017-2019г.г.

Д.А.Тулбаев<sup>1</sup>,Е.С.Ауелхан<sup>2</sup>

### Антропогендік жүктемеге байланысты Тараз қаласының гидрогеологиялық жағдайын зерттеу

**Аннотация.** Бұл мақалада гидрогеологиялық жұмыстардың нәтижелері көрсетілген қосымша зерттеу Тараз қаласы, 4577 км. Қосымша гидрогеологиялық зерттеу бойынша жұмыстарды жүргізудің негізі Тараз аумағына және оған іргелес аудандарға қарқынды антропогендік жүктеме болды, аэрация аймағының жер асты сулары мен топырақтарының техногендік ластану динамикасы артып келеді, қазіргі қауіпті геологиялық көріністер процестер күшейе түсті. Осы жағдайларға байланысты аумақтың гидрогеологиялық жағдайларын зерттеу қажеттілігі туындайды, олар туралы ақпараттар ұзақ мерзімді жоспарлау және аумақтарды дамыту жоспарларын, ауылшаруашылық және өндірістік мақсаттар үшін қажет. Сонымен бірге әр жылдары жүргізілген 1: 50,000-1: 200,000 масштабындағы гидрогеологиялық зерттеулер материалдары мұқият талданып, ескерілді.

**Түйін сөздер:** Гидрогеология, Сулы деңгейжиек, су жинау алаңы, антропогендік жағдайлар, гидрогеологиялық желі

Д.А.Тулбаев<sup>1</sup>,Е.С.Ауелхан<sup>2</sup>

### Study of the hydrogeological conditions of the city of Taraz, in connection with the anthropogenic load

**Abstract.** In this article, the results of the work on hydrogeological re-study with the research of Taraz, 4577km<sup>2</sup>, are presented. The reason for the work on hydrogeological re-study was due to the intense anthropogenic load on the area of Taraz and adjacent areas, the dynamics of man-made pollution of underground waters and soils of the aeration zone increased, and the manifestations of modern dangerous geological processes became more active. In connection with these circumstances, there is a need to study the hydrogeological conditions of the area, information about which is necessary for the long-term planning and implementation of plans for the development of territories, both for agricultural and industrial purposes. At the same time, the materials of hydrogeological surveys were carefully analyzed and taken into account. 1:50 000– 1:200 000, conducted in different years.

**Keywords:** Hydrogeology, aquifer, water intake area, anthropogenic conditions, hydrogeological network

УДК 5.55.556.3:

Ш.Т.Турдахунова

Научный руководитель – Э.М.Кульдеева, доктор PhD, лектор кафедры «Геология нефти и газа» Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

[shahniza\\_97@mail.ru](mailto:shahniza_97@mail.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДБАРХАННЫХ ЛИНЗ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КАК ИСТОЧНИКОВ ЛОКАЛЬНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Аннотация.* Атырауская область является регионом напряженного водного баланса с наибольшим дефицитом постоянных источников водоснабжения.

Положение усугубляется растущей ее надобностью в бурно развивающейся здесь отрасли нефтедобычи и дефицитом воды в реках. Одним из решений данной проблемы являются линзы пресных подземных вод, формирующиеся в пределах песчаных массивов.

В этой связи, следует рассматривать изучение и использование в разработку альтернативных источников водообеспечения региона, шире используя подземные воды.

Основное влияние на формирование подземных вод Прикаспия, оказывает его тектоническое строение и геологические условия. Прикаспийская впадина является крупным регионом с подземными водами и высокой степенью минерализации за счет застойных условий.

Влияние климатических и геоморфологических условий, видно на примере формирования подземных вод первых от поверхности водоносных горизонтов и комплексов. В условиях затрудненной разгрузки, аридного климата и сложного геоморфологического строения грунтовые воды носят пестрый характер минерализации.

Пресные и слабосолоноватые воды на территории Атырауской области, имеют крайне ограниченное распространение и развиты в Южно-Эмбинском артезианском бассейне, в песчаных массивах Тайсойган, Бийрюк и Нарын-пески.

На сегодня ни одно крупное месторождение, из разведанных в 70-х и 80-х годах прошлого столетия, не введено в промышленное освоение. Речь, прежде всего, идет о подземных водах Тайсойганской группы месторождений (с суммарным объемом более 30 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

Северная часть Атырауской области (административно Кзылкугинский и Индерский районы) как и вся территория относится к числу районов с дефицитом водных ресурсов. Привлечение подземных вод в водохозяйственный оборот позволит значительно улучшить условия хозяйственного водоснабжения безводных районов и решить проблему водоснабжения в сторону развития.

Для решения этого вопроса водообеспечения региона, улучшения жизнедеятельности, сохранения ресурсов подземных вод надо обосновать организацию централизованного водоснабжения населенных пунктов Кзылкугинского района за счет подземных вод Тайсойганского месторождения.

В работе даются рекомендации по созданию техногенных подбарханных линз пресных подземных вод. А также рекомендации по практическому использованию подземных вод для организации водоснабжения участка отгонного животноводства.

**Ключевые слова:** песчаный массив, подбарханные линзы, конденсационное, инфильтрационное, техногенные.

Пресные подпесчаные линзы распространены очень широко и появляются далеко за пределами аридных областей. Они известны и во влажной зоне тропиков, и во влажной зоне умеренного пояса. Основными районами их развития являются морские побережья с дюнными грядами.

Во всех руководствах повторяется также и схема Винтгенса (Рис. 1), в которой приводится разрез островной линзы, залегающей в песчаных отложениях под дюнной грядой.

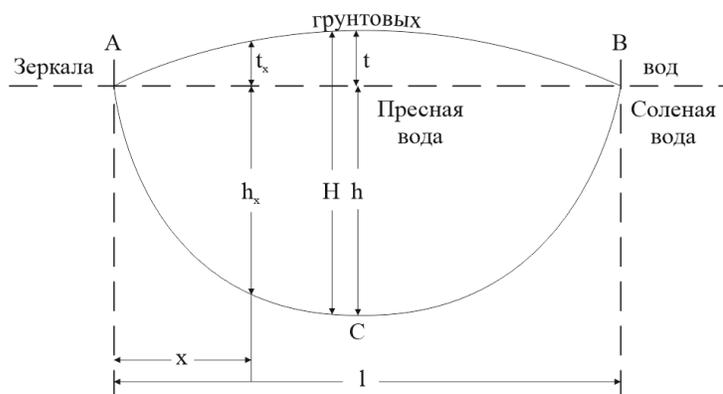


Рисунок 1 – Схема линзы

Небольшие линзы обычно имеют чисто местное, однако, немаловажное практическое значение, преимущественно для животноводства. Местное население знает, где размещаются такие линзы, и эмпирически выработало приемы их использования.

Небольшие подпесчаные линзы известны вдоль восточного побережья Каспия, Там, где дюнные гряды узкие, а берег низменный, ширина линз ограничивается шириной оголенных или полуразбитых дюнных гряд. Нижележащая грунтовая вода засолена больше каспийской, так как близкое залегание зеркала приводит к резкому повышению концентрации. Ресурсы этих линз небольшие, даже незначительный отбор воды ведет к их засолению. Если в такой колодец опустить ведро и забирать им воду в больших объемах, то оно заполнится солоноватой водой.

Под более древними и более отдаленными от берега дюнными грядами пресные воды обычно не залегают, если эти гряды хорошо закреплены растительностью, и, наоборот, при наличии значительной оголенных дюн без какой-либо растительности, здесь обнаруживаются довольно крупные линзы.

Наблюдения показывают, что чем сильнее оголены пески, тем больше вероятности обнаружить под ними пресные плавающие линзы.

Главным направлением хозяйственного развития здесь является крупное отгонное (пастбищное) животноводство. В этой отрасли хозяйства вода нужна для водопоя миллионов голов скота, питьевого и бытового водоснабжения чабанского состава, полива кормовых культур в зоне пастбищ, поселкового водоснабжения и создания постоянных водоисточников, обеспечивающих жизненные удобства населения, ведущего животноводческое хозяйство и постоянно находящегося вне крупных оазисов в окружении пустыни.

Подходящими условиями для создания линзы могут быть:

- наличие атмосферных осадков не менее 200 мм/год;
- наличие массивов проветренных оголенных барханных песков;
- наличие зональных подстилающих линз воды, залегающих на глубине несколько метров, имеющих минерализацию не более 40 г/л;
- отсутствие закрепляющей бархан растительности;
- отсутствие транспирации за счет растений и испарения воды с уровня грунтовых вод.

Для того, чтобы исключить процесс транспирации, необходимо на выбранном для формирования линзы участке избавиться от растительного покрова. Это можно сделать несколькими способами:

- осуществить на выбранном участке интенсивный выпас домашних животных с целью полного поедания и вытаптывания ими всей травянистой и частично кустарниковой растительности;

- провести агротехнические мероприятия по уничтожению растительности;
- создать условия, препятствующие росту растений и значительно уменьшить испарение с поверхности суши.

Для ликвидации на определенной площади растительного покрова и уменьшения испарения, нами предлагается использование, имеющее в настоящее время широкое распространение в агротехнике, неорганической мульчи.

Мульчирование — поверхностное покрытие почвы агроволокном для её защиты и улучшения свойств. Роль мульчи могут выполнять самые разнообразные материалы.

Она обладает тремя огромными плюсами:

- противостояние сорнякам;
- сохранение влаги в земле;
- регулирование температуры почвы.

Нами предлагается в качестве неорганической мульчи агроволокно (нетканый материал: спанбонд, агрил, лутрасил)(Рис 2). Неорганическая мульча отличный материал для увеличения объема пресных подземных вод. Почва под неткаными материалами дышит, а растительность не растет. Она не разлагается и поэтому не требует постоянного обновления. Главное, что это не столь дорогой материал .



Рисунок 2 – Неорганическая мульча (агроволокно)

За счет покрытия мульчей, вода с атмосферных осадков будет накапливаться под барханами, плавая по соленой воде и не испаряться благодаря свойствам агроволокна.

Таким образом, можно утверждать, что в определенных условиях на территории барханных массивов может создаваться благоприятная обстановка, благоприятствующая формированию подбарханных линз пресных подземных вод. Кроме природных факторов, процессу формирования пресной линзы могут способствовать и техногенные мероприятия.

Если создать определенные условия в песчаных массивах, то можно создать искусственную техногенную пресную линзу.

## Литература

1 Отчет по результатам поисково-разведочных работ с целью изыскания источников водоснабжения для совхозов Денгизского, Индерского и Кзыл-Кугинского районов Гурьевской области за 1970-1972 год, том 1.

2 Овчинников А.М., Общая гидрогеология, Москва, Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1955, с 63-78.

3 Кунин В.Н. Местные воды пустыни и вопросы их использования. М.: Издательство Академии наук СССР, 1959, с 156-270.

4 Ахмедсафин У.М. О режиме грунтовых вод песчаных пустынь «Вести. АН КазССР», 1950, №3, с 68-75.

5 Завалей В.А. Поиски и разведка подземных вод: Учебник. – Алматы: КазНТУ, НИЦ «ҒЫЛЫМ», 2002.

**Sh.T.Turdakhunova**

**«Researching of the conditions for the formation of pendulous lenses of fresh groundwater as sources of local water supply »**

**Annation** .Atyrau region is a region of strained water balance with an extreme shortage of reliable water supply sources.

The situation is aggravated by the growing needs of the booming oil production industry and the shortage of water in the rivers. One of the ways out of this situation is the lenses of fresh underground water formed within the sand massifs.

In this regard, it is necessary to consider the study and involvement in the operation of alternative sources of water supply in the region, making greater use of underground water.

The main factors that determine the formation of underground waters of the Caspian Sea are its tectonic structure and geological conditions. The Caspian basin is a large region with stagnant groundwater and a high degree of mineralization.

The influence of climatic and geomorphological conditions mainly affects the formation of groundwater first from the surface of aquifers and complexes. In conditions of difficult unloading, arid climate and complex geomorphological structure, ground waters have a variegated character of mineralization.

Fresh and slightly saline waters on the territory of the Atyrau region, have an extremely limited distribution and are developed in the South Emba artesian basin, in the Taisoygan, Biyryuk and Naryn-sands sand massifs.

The involvement of underground water in water management will significantly improve the conditions of household water supply in waterless areas and solve the problem of water supply shortage for the future development.

In this regard, in order to solve the issue of water supply in the region, improve life, and preserve underground water resources, it is necessary to justify the organization of centralized water supply in the settlements of the Kzylyuginsky district at the expense of underground water from the Taisoygan field.

The paper provides recommendations for the creation of technogenic podbarkhannyh lenses of fresh groundwater. As well as recommendations on the practical use of underground water for the organization of water supply for the site of distilled livestock.

**Keywords:** sandy massif, pendulous lenses, condensation, infiltration, technogenic.

**Ш.Т.Турдахунова**

**«Тұщы жер асты су линзаларының жергілікті сумен жабдықтау көзі ретінде пайда болу жағдайларын зерттеу»**

**Андатпа.** Атырау облысы – сенімді су көздерінің жетіспеушілігімен қарқынды су балансының аумағы. Жағдайына қарқынды дамып келе жатқан мұнай өнеркәсібінің қажеттіліктеріне және өзендердегі судың тапшылығына байланысты тереңдей түседі.

Осыған байланысты, жерасты суларын кеңінен пайдалана отырып, өңірді сумен қамтамасыз етудің баламалы көздерін зерделеуді және пайдалануға тартуды қарау қажет.

Каспий маңы жер асты суларының қалыптасуын алдын ала анықтайтын негізгі факторлар оның тектоникалық құрылымы мен геологиялық жағдайлары болып табылады. Каспий маңы ойпаты тоқырау сипатындағы және минералданудың жоғары дәрежесіндегі жер асты сулары бар ірі өңір болып табылады.

Климаттық және геоморфологиялық жағдайлары негізінен жер асты суларының пайда болуына әсер етеді. Құрғақ климат және күрделі геоморфологиялық құрылым жағдайында жер асты сулары түрлі-түсті минералдану сипатына ие.

Атырау облысы аумағындағы тұщы және ащы сулардың таралуы өте шектеулі және Оңтүстік Ембі артезиан бассейнінде, Тайсойған, Бийрюк және Нарын құм массивтерінде дамыған.

Жер асты суларын Су шаруашылығы айналымына тарту сусыз аудандардың шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау жағдайларын жақсартуға және сумен қамтамасыз ету тапшылығы проблемасын шешуге мүмкіндік береді.

Осыған байланысты өңірді сумен қамтамасыз ету, тіршілік әрекетін жақсарту, жер асты суларының ресурстарын сақтау мәселелерін шешу үшін Тайсойған кен орнының жер асты сулары есебінен Қызылқоға ауданының елді мекендерін орталықтандырылған сумен жабдықтауды ұйымдастыруды негіздеу қажет.

Жерасты тұщы суларының техногенді бархан асты линзаларын құру туралы ұсыныстар беріледі. Отарлы мал шаруашылығын сумен қамтамасыз ету үшін жерасты суларын практика жүзінде қолдануға ұсыныстар беріледі.

**Түйін сөздер:** құмды массив, бархан астындағы сулар, конденсациялық, инфильтрациялық, техногенді.

**А.А. Уразбаева, Е.С. Ауелхан**

*Научный руководитель - кандидат технических наук, профессор Е.С. Ауелхан*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[askhatovna2305@gmail.com](mailto:askhatovna2305@gmail.com)*

## **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ УРИХТАУ**

***Аннотация.** В настоящей работе освещены гидрогеологические особенности и методика проведенных исследований подземных вод месторождения Урихтау. Дана характеристика геотермических условий водоносных горизонтов, а также характеристика физико-химических свойств и состава пластовых вод. Проведено сопоставление физико-химических свойств подземных вод подсолевых продуктивных толщ с рядом расположенным месторождением Жанажол.*

*Согласно региональному гидрогеологическому расчленению в разрезе месторождения Урихтау выделено четыре водоносных комплекса, приуроченных к надсолевым, соленосным и подсолевым отложениям. Все четыре комплекса освещены пробами пластовой воды, отобранными в разведочных скважинах.*

*Важность и эффективность гидрогеологических исследований в решении задач поисков, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений объясняется тем, что нефтяные и газовые залежи теснейшим образом связаны с подземными водами, являются элементами природных водонапорных систем.*

***Ключевые слова:** месторождение, подземные воды, нефть, газ, водоносные комплексы, минерализация.*

Месторождение Урихтау находится в Мугоджарском районе Актюбинской области, в 215 км к югу от г. Актобе. Непосредственно граничит с разрабатываемыми месторождениями Жанажол и Кожасай.

Поднятие выявлено в результате сейсморазведочных работ МОГТ в 1981 г. Месторождение открыто в 1983 г. параметрической скважиной П-4. Нефтеносность месторождения связана с верхней карбонатной толщей КТ-I, где были установлены газоконденсатная залежь с нефтяной оторочкой и залежь нефти. (1)

Месторождение Урихтау расположено в пределах восточной окраины, крупного и сложного по своему строению, Прикаспийского артезианского бассейна.

В пределах Прикаспийской впадины выделяются два крупных гидрогеологических этажа. Каждый из выделенных этажей содержит значительное количество водоносных комплексов и горизонтов. Гидрогеологические этажи подсолевого палеозоя и верхнепермско- мезозойский разделяются регионально выдержанными водоупорными породами- сульфатно-галогенной толщей кунгурского яруса нижней перми.

В целом по характеру распределения напоров, динамике, солевому и газовому составу подземных вод в гидрогеологическом разрезе месторождения Урихтау выделяются четыре основных водоносных комплекса: 1 - надсолевый, 2 - внутрисолевый, 3 - среднегжельско- верхнеподольский (КТ-I) и 4 - нижнекаширско-окский (КТ-II).

Первый комплекс включает породы от четвертичного до нижнепермского возраста. Вмещающие породы представлены комплексом терригенных отложений – песчаники и алевролиты.

Второй водоносный комплекс объединяет серию пористых горизонтов и линз, заключенных в хемогенных образованиях водоупора кунгурского возраста, разделяющего гидрогеологические этажи.

Третий и четвертый водоносные комплексы, стратиграфически приурочены к продуктивным карбонатным толщам КТ-I и КТ-II, и разделены мощным водоупором из глинистых пород нижнеподольского горизонта верхнемосковского подъяруса среднего карбона (С2m2pd). Обе толщи сложены различными модификациями карбонатных пород (известняки, доломиты и др.) с резкими многочисленными замещениями и переходами, которые в значительной степени влияют на гидрогеологический режим месторождения.

#### **Объем, содержание и методика гидрогеологических исследований**

Важнейшими гидрогеологическими данными, которые получают в процессе проведения разведочных работ, являются сведения о положении нефтегазоводяных контактов, о положении первоначальных статических уровней и величинах пластовых давлений, о химическом составе вод и растворенных газов, о степени газонасыщенности и давлениях насыщения растворенных газов, о коллекторских свойствах продуктивных пластов и условиях эксплуатации скважин. (2)

Надсолевой водоносный комплекс месторождения Урихтау изучен на небольшую (около 300 м) глубину, путем детального исследования подземных вод в мелких буровых скважинах.

Воды внутрисолевого комплекса получены при аварийном выбросе их во время бурения скважины 14.

Основной объем гидрогеологических исследований был сосредоточен на изучении флюидальной системы подсолевых комплексов, с которыми связаны залежи нефти и газа.

Исследовательские работы по изучению химического состава и свойств подземных вод месторождения Урихтау в большинстве проводились в период освоения разведочных скважин, однако наиболее ценные исследования были выполнены по методике «ВНИИГАЗ» включающей:

- отбор глубинных проб воды герметическим пробоотборником с целью определения компонентного состава и упругости растворенных газов и физико-химических свойств подземных вод в пластовых условиях;

- динамику подземных вод на основе снятия кривых восстановления уровней воды в скважине;

- геотермические исследования (замеры температуры по стволу скважины).

Ввиду высоких содержаний в водорастворенных газах кислых компонентов (H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>) их изучение проводилось с использованием специальной методики и аппаратуры.

#### **Характеристика водоносных горизонтов**

Подземные воды надсолевого этажа изучены на глубину 230-260 м. Установлено, что пробуренные скважины не переливают, статистические уровни в них устанавливаются на глубинах порядка 14-60 м. от поверхности земли. По химическому составу эти воды хлормagneиевого типа с содержанием растворенных солей от 1,8 до 3,6 г/л. Предполагается, что областью инфильтрации этих вод является песчаный массив Кокжиде, расположенный к северу от Урихтау.

Судя по проявлению в скважине 14 (выброс) внутрисолевого водоносный комплекс характеризуется аномально высокими напорами и наибольшей для всего разреза плотностью подземных вод, достигающей 1,13 г/см<sup>3</sup>. Особенностью химического состава ее растворенных солей, помимо их высокого содержания (200г/л), заключается в больших концентрациях йода (26 мг/л) и лития (22 мг/л). Из других компонентов наблюдается повышенные содержания брома (85 мг/л) и аммония (свыше 100 мг/л).

Результаты гидрогеологических исследований подсолевых отложений освещают оба его водоносных комплекса в интервале глубин 2957-3886 м.

По химическому составу воды подсолевых отложений представляют собой хлоркальциевые рассолы плотностью 1,0395-1,0707 г/см<sup>3</sup>, с минерализацией от 1950 до 3783 мг-экв/л.

С глубиной происходит снижение минерализации подземных вод. Эта инверсия зафиксирована во всех скважинах, где подземные воды были вскрыты на разной глубине (рис. 1). Таким образом, наименее минерализованные воды приурочены к толще КТ-II, что, по-видимому, обусловлено наибольшим удалением ее от хемогенного комплекса кунгура.

Содержание водорастворенных газов находится в пределах 1900-3100 нсм<sup>3</sup>/л. Наибольшая газонасыщенность и давление насыщения растворенных газов наблюдаются в непосредственной близости от скоплений УВ, т.е. в зонах ВНК и ГВК, где они достигают предельных значений (34,1 МПа).

В водоносном отношении наиболее изученными является подошвенная часть карбонатной толщи КТ-I, минерализация вод в ней изменяется от 92,5 (Урихтау) до 178,9 г/л (Синельниковское), коэффициент метаморфизации вод составляют 0,74-0,89 на Жанажоле. По химическому составу воды являются хлоридными, натриевыми и содержат (мг/л): йода - 4,6-30,2, брома - 14-60,5, аммония - 30-300, стронция - 50-165. В контуре и вблизи залежей в составе водорастворенных газов преобладают метан, а за контуром залежей состав газа становится – азотно-метановым. Воды напорные, статические уровни их устанавливаются на глубинах 40-160 м от устья, дебиты изменяются от единиц до 394,1 м<sup>3</sup>/сут. (3)

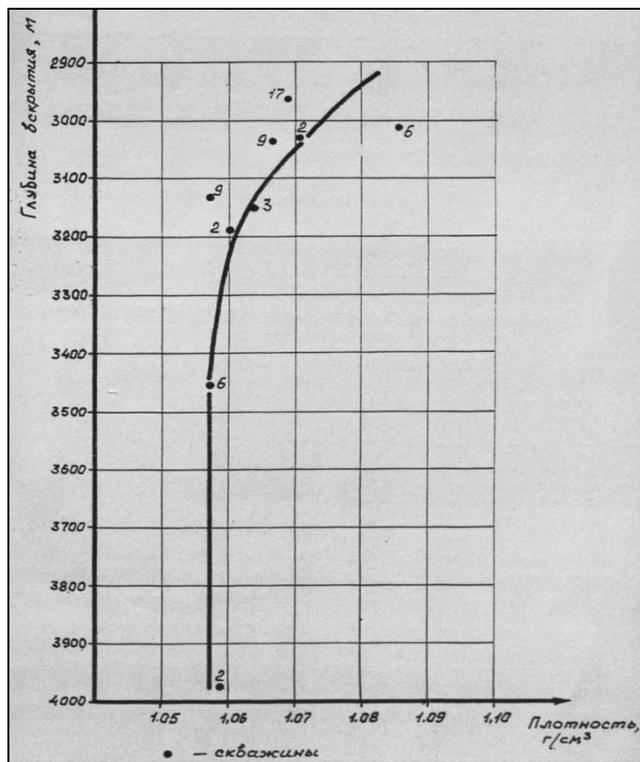


Рис.1. Месторождение Урихтау. Изменение плотности воды с глубиной

Водоносность нижней карбонатной толщи КТ-II изучены многочисленными скважинами на площадях Жанажольской ступени. Воды повсеместно хлоридного натриевого состава и их минерализация колеблется: 80,9-110,7 г/л на Жанажоле.

В солевом составе вод преобладают хлориды натрия, кальция и магния, отмечается высокое содержание компонентов (мг/л): йода - 5,1-36,1, брома - 49-169,5, аммония - до 150, стронция - до 462,5.

Состав водорастворенных газов в контуре нефтеносности повсеместно метановый, а в законтурных частях структур - метаново-азотный с тенденцией увеличения доли азота.

Воды толщи КТ-II высоконапорные, часто самоизливающие. Статические уровни в скважинах устанавливаются на глубине 40-150 м ниже устья. Дебит при переливе составляют от 8 до 10 м<sup>3</sup>/сут. При опробовании скважин на понижении уровня в 100-150 м их производительность составила 56,4-58,6 м<sup>3</sup>/сут.

Низкие значения коэффициентов  $R_{пл}/R_{у.г.}$ , не превышающие 1,0327 и характер их распределения по глубине и площади позволяют сделать вывод, что в водоносных частях продуктивных толщ пластовые давления близки по величине к гидростатическим, а приведенные напоры снижаются в юго-восточном направлении, в сторону поднятия Жанажол.

Пластовое давление, на отметке -2820 м составляет 32,36 МПа. Значительные различия в приведенных напорах подземных вод нижней и верхней карбонатных толщ (до 90 м) водяного столба свидетельствует об их гидродинамической разобщенности.

Для подсолевого комплекса месторождения Урихтау геотермические условия в целом характеризуется невысокой напряжённостью. На глубинном срезе 3000 м слагающие породы прогреты до 70°C, а на глубине 4000 м температура согласно расчетам не превышает 83 - 85°C, причем судя по возрастанию величины геотермической ступени (до 100 м/°C), с глубиной происходит относительное охлаждение разреза (рис.2). На глубине -2820 м температура составляет 70,3°C, а на отметке -2610 м - 65°C.

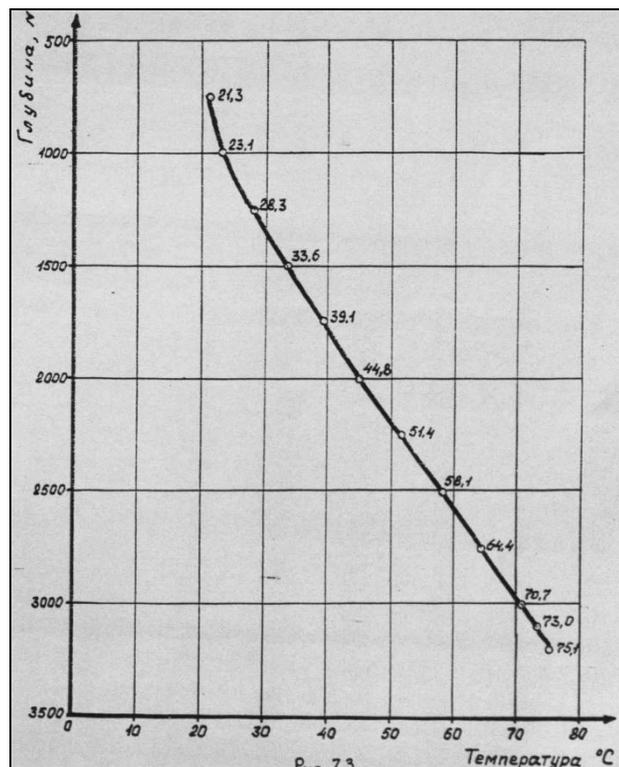


Рис. 2. График изменения пластовой температуры с глубиной скв. №2, Урихтау

Из числа изученных химических соединений в подсолевых водах месторождения Урихтау определенный промышленный интерес представляют йод, бром и литий. Однако следует отметить, что повышенное содержание отдельных микроэлементов установлены по единичным анализам и для решения вопроса их промышленного использования необходимо провести специальные более глубокие исследования.

Следует так же детально изучить возможность использования подземных вод в бальнеологических целях.

Для использования воды в технических целях, для эксплуатационных нужд месторождения Урихтау, пригодны подземные воды неокотских отложений, имеющие минерализацию от 0,8 г/л до 3,1 г/л.

#### **Литература**

- 1) Месторождения нефти и газа Казахстана: Справочник / Под ред. А.А. Абдулина, Э.С. Воцалевского и Б.М. Куандыкова. М.: Недра, 1993. 53 с
- 2) Шугрин В. П. Нефтегазопромысловая гидрогеология. М., «Недра», 1973
- 3) Ильченко В. П. Нефтегазовая гидрогеология подсолевых отложений Прикаспийской впадины. Москва: «Недра», 1998. 21 с.
- 4) Месторождения подземных вод Казахстана. Том I Западный и Южный Казахстан. Авторы: Веселов В.В., Махмутов Т.Т., Смоляр В.А., Буров Б.В., Касымбеков Д.А., Нестеркина Н.В. Справочник. Алматы, 1998.
- 5) Сухарев Г.М. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений. М., Недра, 1979

**А.А.Уразбаева, Е.С.Ауелхан**

#### **Урихтау мұнай-газ кен орнын гидрогеологиялық зерттеу**

**Аңдатпа.** Осы жұмыста Урихтау кен орнының жер асты суларын гидрогеологиялық ерекшеліктері мен жүргізілген зерттеулердің әдістемесі көрсетілген. Сулы қабаттардың геотермиялық жағдайларына сипаттама, сондай-ақ резервуар суларының физика-химиялық қасиеттері мен құрамына сипаттама берілген. Тұз астындағы өнімді қалыңдықтағы жер асты суларының физика-химиялық қасиеттерін Жаңажол кен орнының жанында орналасқан жер асты суларымен салыстыру жүргізілді.

Өңірлік гидрогеологиялық бөлінуге сәйкес Урихтау кен орны бөлінісінде тұзүсті, тұзды және тұзасты шөгінділермен орайластырылған төрт су тұтқыш кешен бөлінді. Барлық төрт кешен барлау ұңғымаларында алынған қойнауқаттық су сынақтарымен жарықтандырылған.

Мұнай және газ кен орындарын іздеу, барлау және игеру мәселелерін шешудегі гидрогеологиялық зерттеулердің маңыздылығы мен тиімділігі Мұнай және газ кен орындары жер асты суларымен тығыз байланысты және табиғи су жүйелерінің элементтері болып табылатындығымен түсіндіріледі.

**Түйін сөздер:** Кен орны, жер асты сулары, мұнай, газ, су тұтқыш кешендер, минералдану.

**A.A. Urazbaeva, E.S. Auelkhan**

#### **Study of the hydrogeological conditions of the city of Taraz, in connection with the anthropogenic load**

**Abstract.** This paper highlights the hydrogeological features and methodology of the conducted studies of underground waters of the Urikhtau field. The characteristics of the geothermal conditions of aquifers, as well as the characteristics of the physical and chemical properties and composition of reservoir waters are given. The physicochemical properties of underground waters of subsalt productive strata were compared with the nearby Zhanazhol deposit.

According to the regional hydrogeological division in the section of the Urikhtau field, four water-bearing complexes are identified, confined to the above-salt, salt-bearing and subsalt deposits. All four complexes are illuminated by reservoir water samples taken from exploration wells.

The importance and effectiveness of hydrogeological research in solving the problems of prospecting, exploration and development of oil and gas fields is explained by the fact that oil and gas deposits are closely connected with underground waters, are elements of natural water pressure systems.

**Keywords:** field, underground water, oil, gas, aquifers, mineralization.

**Хусаинов К.Т.**

*Научный руководитель – Завалей Вячеслав Алексеевич, профессор,*

*кандидат геолого-минералогических наук*

[kenjik96@mail.ru](mailto:kenjik96@mail.ru)

## **ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АКБУЛАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

***Аннотация.** Представлены гидрогеологические условия и особенности Акбулакского месторождения подземных вод, расположенного в Бурлинском районе Западно-Казахстанской области. Территория района в геолого-структурном отношении характеризуется мощной толщей четвертичных и верхнемеловых маастрихтских отложений.*

*Отмечены геолого-гидрогеологические особенности Акбулакского месторождения подземных вод. Рассмотрены геологическое и структурно-тектоническое строение месторождения. Описаны результаты опытно-фильтрационных работ. Приведены результаты интерпретации и основные заключения ранее выполненных работ.*

***Ключевые слова:** Акбулакское месторождение, подземные воды, гидрогеологические условия, кустовая откачка, двойная пористость, анизотропия, эксплуатационные запасы.*

В связи с открытием и развитием Карачаганакского газоконденсатного месторождения, расположенного в 25-40 км севернее от г. Аксай, в 80-90-ые годы прошлого столетия возникла необходимость в изыскании дополнительных источников для водоснабжения г. Аксай.

В 1987-1991 гг. Уральская гидрогеологическая экспедиция в процессе предварительной и детальной разведки Акбулакского месторождения подземных вод произвела оценку запасов подземных вод [1].

Акбулакское месторождение подземных вод расположено в западной части листа М-39-ХІІ, согласно международной разграфки листов масштаба 1:200 000.

В административном отношении район работ входит в состав Бурлинского района Западно-Казахстанской области. Крупным промышленным и культурным центром района является г. Аксай, расположенный в 30 км севернее Акбулакского месторождения подземных вод. Население города составляет более 35 тысяч человек.

В географическом отношении месторождение располагается в пределах Утвино-Озинских поднятий, представляющих собой линейную дислокацию со слабовсхолмленным рельефом, в междуречье рек Илек и Утва.

Гидрографическая сеть представлена рекой Утва и ее правым притоком Сукбулак. Долина р. Утва хорошо разработана и достигает ширины 19-20 км. Пойма выражена слабо и имеет ширину до 20-30 м. Уклон русла в среднем составляет 0,009. Основное питание р. Утва происходит в период весеннего снеготаяния. В этот период расход реки составляет 540-757 м<sup>3</sup>/с. В летнюю межень расход резко снижается до 0,12 м<sup>3</sup>/с.

Зимой питание реки происходит за счет дренажа подземных вод, сток практически отсутствует. Паводок р. Утва приходится на конец марта – начало апреля и продолжается, обычно, 7-9 дней. Амплитуда весеннего подъема варьирует в пределах 0,67-5,68 м. Большую часть года вода в реке солоноватая с минерализацией до 4,0 г/л.

Река Сукбулак постоянного стока не имеет и пересыхает в меженный период, водоток продолжается в течение весеннего паводка, сухое русло наполняется водой, но уже к середине лета вода сохраняется только в разрозненных плесах.

Поисково-разведочные работы выполнялись в долине реки Сукбулак, имеющей временный водоток, после разработки и утверждения проекта, предусматривающего комплекс геологоразведочных работ.

Район работ находится в пределах юго-восточной окраины Русской платформы и северной части Прикаспийского артезианского бассейна и характеризуется интенсивным развитием соляно-купольной тектоники.

Развитие многочисленных соляных куполов, компенсационных мульд и межкупольных пространств сформировали современный рельеф площади месторождения. Акбулакское месторождение расположено в пределах развития Нехворощанского купола с субмеридиональным простираем в западной части и Суыкбулакской компенсационной мульды с субширотным простираем сопряженного с Верхне-Акбулакским соляным куполом в восточной части. Абсолютные отметки достигают 115-140 м.

По гидрогеологическому районированию Акбулакское месторождение подземных вод относится к северной части Прикаспийского артезианского бассейна, к Зауральским Сыртам.

Геоморфология района, наряду с тектоникой и геологическим строением, оказывают большое влияние на условия питания, формирования и дренажа для накопления значительных запасов подземных вод.

Рассматриваемое месторождение подземных вод приурочено к трещинно-поровым отложениям маастрихтского яруса верхнего мела.

Подземные воды верхнемелового маастрихтского горизонта в пределах месторождения грунтовые. Водовмещающие отложения представлены трещинно-поровым мелом с прослоями мергелей. В кровле горизонта залегают делювиальные суглинки. Подошва соответствует нижней границе зоны активной трещиноватости равной 50,0 м, которая определена по данным расходомерии в скважинах, выполненных на стадии детальной разведки месторождения.

Согласно проекту, на участке месторождения, при проведении предварительной разведки пробурен опытный куст скважин №497, состоящий из центральной № 497-Ц и 2 наблюдательных скважин №№ 497-1Н, 497-2Н и 5 разведочных скважины №№ 498-499 (рисунок 1).

Центральная скважина опытного куста пробурена ударно-механическим способом и до глубины 30 м обсажена глухой колонной диаметром 273 мм, интервал 30-50 м открытый ствол.

При проведении детальной разведки дополнительно пробурено 6 разведочных скважин №№ 500-503, 505-506 и одна наблюдательная скважина опытного куста № 497-3Н.

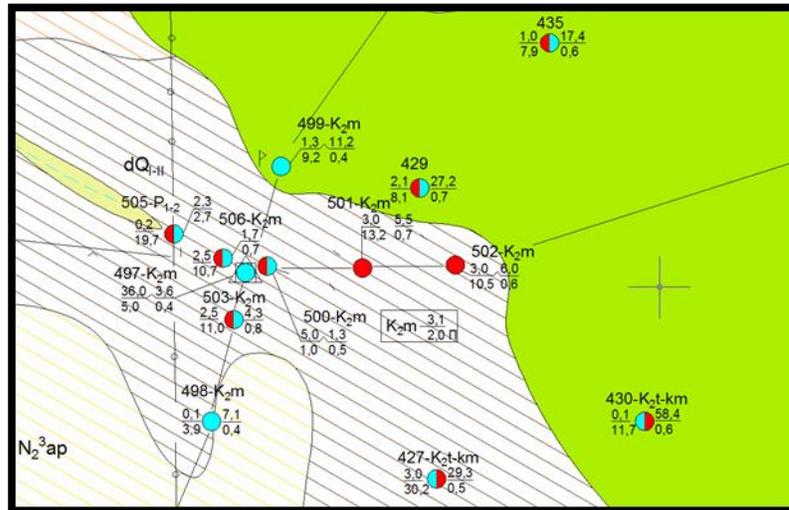


Рисунок 1 – Схематическая гидрогеологическая карта

Разведочные и наблюдательные скважины пробурены вращательно-механическим способом без отбора керна диаметром 132 мм до глубины 55-65 м.

На участке месторождения при проведении предварительной разведки выполнены площадные геофизические исследования методом ЗСБ по 9 профилям, также выполнен комплекс геофизических исследований в пробуренных скважинах: стандартный каротаж методами КС и ПС, радиоактивный каротаж и расходомерия с целью изучения геометрии водовмещающих пород, её форм, структуры.

В пробуренных скважинах проведен комплекс опытно-фильтрационных работ: деглинизация, прокачки, пробные откачки, опытная кустовая откачка и опытно-эксплуатационная откачка.

Опытная кустовая откачка из скважины №497-Ц выполнена на стадии предварительной разведки с продолжительностью 33 суток. Откачка производилась с постоянным дебитом 50,0  $\text{дм}^3/\text{с}$  (4320  $\text{м}^3/\text{сут}$ ).

В качестве водоподъемника использовался погружной насос ЭЦВ-10-120-270.

Понижение уровня воды в конце откачки в центральной скважине составило – 12,0 м, в первой наблюдательной скважине в 30 м от центральной – 1,93 м, а во второй скважине (в 67 м) – 1,675 м.

Опытно-эксплуатационная откачка из скважины №497-Ц выполнена на стадии детальной разведки с продолжительностью 6,4 месяца с октября 1990 г. по май 1991 г. во время зимней межени, в паводок и после паводка.

Откачка производилась с постоянным дебитом 36,0  $\text{дм}^3/\text{с}$  (3110  $\text{м}^3/\text{сут}$ ). В качестве водоподъемника использовался погружной насос ЭЦВ-10-120-270.

Понижение уровня воды в конце откачки в центральной скважине составило – 5,02 м, в первой наблюдательной скважине – 1,98 м, а во второй скважине – 1,81 м и в третьей наблюдательной скважине (в 117 м) – 1,58 м.

Результаты опытно-эксплуатационной откачки обработаны графоаналитическим способом графиками временного, комбинированного и площадного прослеживания. По анализам графиков прослеживания установлено наличие эффекта «двойной пористости» и анизотропии пород маастрихта.

Эффект «двойной пористости» выражен сложными формами графиков прослеживания и закономерным увеличением коэффициента уровнепроводности с увеличением расстояния от центральной скважины.

Анизотропия пород маастрихта подтверждается непропорциональной зависимостью понижения в наблюдательных скважинах по мере их удаленности от возмущающей скважины.

Исходя из выше перечисленного, по полученным основным расчетным гидрогеологическим параметрам, оценены запасы подземных вод верхнемелового маастрихтского горизонта.

Подземные воды относятся к группе пресных вод, по типу гидрокарбонатные кальциевые. Минерализация подземных вод маастрихтских отложений в районе водозабора составляет 0,4 г/дм<sup>3</sup> и в зависимости от сезонов года практически не изменяется.

Согласно протокола Территориальной комиссии по запасам полезных ископаемых при ПГО «Запказгеология» №376 от 23.12.1991г. эксплуатационные запасы по категории «В» составили 3,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут. на расчетный срок эксплуатации 10 лет (3650 суток).

Освоение Акбулакского месторождения было начато в 2009 году, когда была пробурена эксплуатационная скважина № 2991, затем в 2011 году проведены работы по реанимации ранее пробуренной скважины № 497 и переводу ее в эксплуатационную скважину. Данные скважины в 2011 году привязали к системе водовода.

Подземные воды Акбулакского месторождения используются для водоснабжения промышленных предприятий г. Аксай и населенных пунктов Аксу и Кызылтал.

Система водовода из труб диаметром 300 мм воду из скважины водозабора подает на насосную станцию 2<sup>ого</sup> подъема, расположенного в п. Аксу на расстоянии в 15 км. С насосной станции 2<sup>ого</sup> подъема вода подается на насосную станцию 3<sup>ого</sup> подъема, расположенной на водозаборе п. Кызылтал на расстоянии в 22 км, а далее подается в г. Аксай и п. Кызылтал. С насосной станции 2<sup>ого</sup> подъема отдельным водоводом вода подается и для водоснабжения п. Аксу.



Рисунок 2 – Добыча подземных вод на Акбулакском МПВ

Эксплуатацию водозабора осуществляет ГКП «Аксайжылукуат» с 2010 года.

За период 2010-2020 гг. отбор подземных вод с Акбулакского месторождения не превышает 1500-2000 м<sup>3</sup>/сут (17,4-23,2 дм<sup>3</sup>/с), что составляет 48,4-64,5 % от количества утвержденных запасов (рисунок 2).

За 10-летний период эксплуатации Акбулакского месторождения снижения уровня и изменения качества подземных вод горизонта не наблюдается, на что указывают замеры уровня воды и отбор проб воды, проводимые и отбираемые при эксплуатации водозабора.

### Литература

1. Лазько В.П. Отчет по предварительной и детальной разведке подземных вод на участке «Акбулак» для питьевого водоснабжения группы хозяйств Бурлинского района. Актобе, ТГФ, 1991 г.
2. Дмитриев В.М., Назарова Л.М. Гидрогеологические условия территории листа М-39-ХП. Отчет о результатах гидрогеологической масштаба 1:200 000 по работам Приуральной гидрогеологической партии за 1972-73 гг. Актобе, ТГФ, 1974 г.
3. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М., Недра, 1970, 215 с.
4. Справочное руководство гидрогеолога. М., Недра, 1979.

### Хусаинов К.Т.

#### Ақбұлақ жерасты су кенорынның гидрогеологиялық жағдайы

**Андатпа.** Мақалада Батыс Қазақстан облысының Бөрлі ауданында орналасқан Ақбұлақ жерасты су кенорынның гидрогеологиялық шарттары мен ерекшеліктері көрсетілген. Сипатталған аймақтың территориясы геологиялық және құрылымдық жағынан төрттік және жоғарғы бор маастрихт шөгінділердің қалың қабатымен сипатталады.

Ақбұлақ жерасты су кенорынның геологиялық-гидрогеологиялық ерекшеліктері көрсетілген. Жерасты кенорынның геологиялық және құрылымдық-тектоникалық құрылымы қарастырылды. Тәжірибелік сүзілу жұмыстарының нәтижелері сипатталған. Түсіндірме нәтижелері мен бұрын жасалған жұмыстардың негізгі қорытындылары келтірілген.

**Түйін сөздер:** Ақбұлақ кенорыны, жер асты сулары, гидрогеологиялық жағдайлар, шоғырлық сутарту, қос кеуектілік, анизотропия, пайдалану қоры.

### Khussainov K.T.

#### Hydrogeological conditions of the Akbulak groundwater deposit

**Abstract.** The article presents the hydrogeological conditions and features of the Akbulak groundwater deposit located in the Burlin district of the West Kazakhstan region. The territory of the described region in geological and structural terms is characterized by a thick stratum of Quaternary and Upper Cretaceous deposits.

The geological and hydrogeological features of the Akbulak groundwater deposit are noted. Geological and structural-tectonic structure of the field considered. The results of pilot filtration works are described. The interpretation results and the main conclusions of the previously performed works are given.

**Keywords:** Akbulak deposit, underground waters, hydrogeological conditions, cluster pumping, double porosity, anisotropy, production reserves.

УДК 556.3

### А.К. Черкасова, В.М. Ибраимов

*Научный руководитель - кандидат технических наук, профессор Е.С. Ауелхан*

*I Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

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

## ДРЕНАЖ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ АКТОГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДНО-СУЛЬФИДНЫХ РУД

**Аннотация.** Академик А.П. Капринский говорил, что подземные воды являются наиболее драгоценным ископаемым. Но в горнодобывающей промышленности они всё же оказывают отрицательное влияние. Одним из основных и обязательных условий ведения горных работ является необходимость осушения массива горных пород.

В настоящее время ТОО КАЗ Минералз Актогай реализует проект по разработке Актогайского месторождения медно-сульфидных руд, являющегося крупнейшим в Казахстане.

В данной статье рассмотрены проведенные гидрогеологические исследования, связанные с изучением возможности понижения уровня подземных вод на участке Стадии 1 Актогайского карьера, проведен анализ выполненных работ и полученных значений при обработке результатов опытно-фильтрационного опробования обводненных пород, даны рекомендации по дренажу карьера с учетом небольших мощностей осушения в процессе поэтапной разработки месторождения.

**Ключевые слова:** дренаж карьерного поля, подземные воды, Актогайское месторождение, гидрогеологические условия, водопонижение

В основном освоение месторождений твердых полезных ископаемых в Казахстане ведется открытым – карьерным способом, что в большинстве случаев позволяет подходить к вопросу дренажа более поверхностно, с учётом особенностей гидрогеологических условий.

В настоящее время ТОО КАЗ Минералз Актогай реализует проект по разработке Актогайского месторождения медно-сульфидных руд, являющегося крупнейшим в Казахстане.

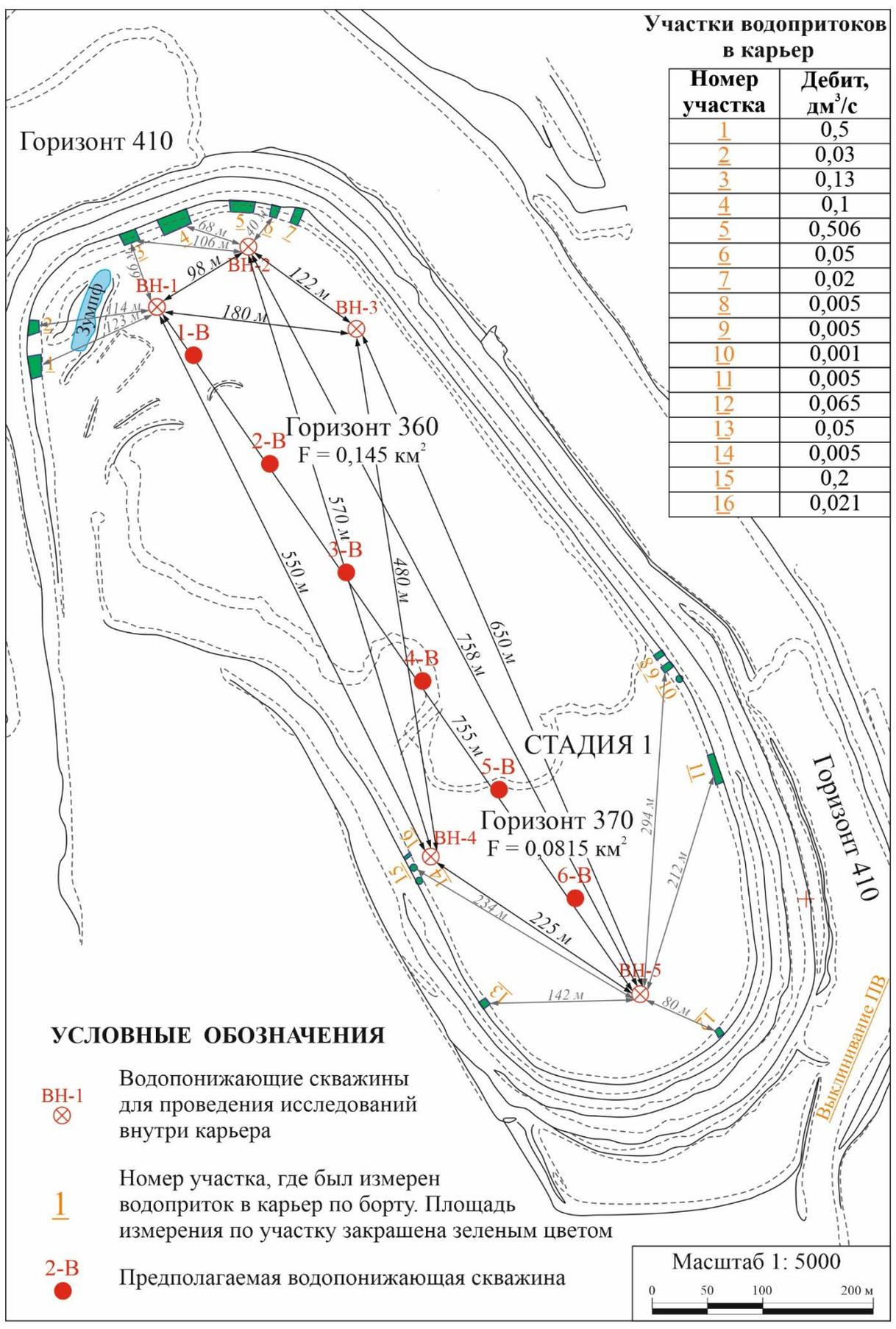
Одним из основных и обязательных условий ведения горных работ является необходимость осушения массива горных пород [1].

По результатам рекогносцировочного обследования [2] определено, что на северной части Стадии 1 Актогайского карьера идет отработка, иными словами ведется добыча сульфидной руды на рабочем горизонте 360 м (абс.отм), на период обследования занимающем 64 % Стадии 1. В южной части Стадии 1 Актогайского карьера рабочий горизонт находится на отметке 370 м. Рабочие горизонты 360, 370 м Стадии 1 граничат с горизонтами 410, 420 м. В карьере Стадии 1 отмечено 16 участков водопритоков, расположение и данные по которым приведены на рисунке 1.

Для уточнения сложившихся гидрогеологических условий в северной части Стадии 1 Актогайского месторождения были пробурены 5 гидрогеологических скважин глубиной 50 м каждая. Скважины №№ 1, 2, 3 (ВН-1, ВН-2, ВН-3) пробурены в северной части изучаемой площади вблизи поисково-разведочных скважин №№ Ар-01, Ар-02, где был зафиксирован самоизлив подземных вод, также в этой стороне отмечается наибольшее скопление участков водопритоков в карьере (7 участков №№ 1-7 из 16-ти). Скважины №№ 4, 5 (ВН-4, ВН-5) пробурены в южной части изучаемой площади между участками водопритока № 12, № 13 (скв. № 5 (ВН-5)) и в непосредственной близости к трем локализованным участкам водопритока №№ 14-16 (скв. № 4 (ВН-4) [2].

Участки водопритоков  
в карьер

Номер участка	Дебит, $\text{дм}^3/\text{с}$
<u>1</u>	0,5
<u>2</u>	0,03
<u>3</u>	0,13
<u>4</u>	0,1
<u>5</u>	0,506
<u>6</u>	0,05
<u>7</u>	0,02
<u>8</u>	0,005
<u>9</u>	0,005
<u>10</u>	0,001
<u>11</u>	0,005
<u>12</u>	0,065
<u>13</u>	0,05
<u>14</u>	0,005
<u>15</u>	0,2
<u>16</u>	0,021



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ⊗ ВН-1 Водопонижающие скважины для проведения исследований внутри карьера
- 1 Номер участка, где был измерен водоприток в карьер по борту. Площадь измерения по участку закрашена зеленым цветом
- 2-В Предполагаемая водопонижающая скважина

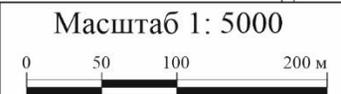


Рисунок 1 – Схема расположения пробуренных скважин на рабочих горизонтах 360-370 Стадии 1 Актогайского месторождения

Схема расположения пробуренных скважин на рабочих горизонтах 360-370 Стадии 1 Актогайского месторождения показана на рисунке 1.

Результаты опытно-фильтрационных работ на участках указанных скважин, их обработка и полученные гидрогеологические параметры сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты полученных данных в процессе проведения одиночных откачек воды из скважин №№ 1,3-5 и их анализу

Данные и параметры	Номер гидрогеологической скважины				
	1 (ВН-1)	2 (ВН-2)	3 (ВН-3)	4 (ВН-4)	5 (ВН-5)
Дата, дд.мм.гг.	14.04.19- 15.04.19	Скважина безводная	19.04.19- 20.04.19	14.04.19	12.04.19- 13.04.19
Продолжительность понижения, час/мин	0,85/ 51		0,183/ 11	0,317/ 19	1,617/ 97
Продолжительность восстановления, час/мин	15,133/ 908		16,883/ 1013	3,733/ 224	11,433/ 686
Производительность насоса, $Q_n$ , л/с	1,0		3,6	1,0	3,6
Глубина загрузки насоса, м	40		37	26	26
Температура воды, $t$ , °С	11,13		10,86	10,95	12,2
Статический уровень, $H_{ст}$ , м	1,75		1,96	1,86	1,75
Дебит, $Q_c$ , л/с	0,62		1,1	0,9	2,26
Понижение, $S$ , м	37,62		28,14	24,33	23,84
Удельный дебит, $Q_v$ , л/с	0,016		0,04	0,037	0,095
Водопроницаемость, $Kt$ , м <sup>2</sup> /сутки	0,29			0,305	1,4
Пьезопро-водность, $a$ , м <sup>2</sup> /сутки	0,52			0,8	1,88
Интервал опробования, $m$ , м	18,25			18,14	18,25
Коэффициент фильтрации, $K$ , м/сутки	0,006			0,006	0,031

Предусмотренное планирование водопонижительных работ по осушению горной массы на рассматриваемом этапе составила 20 м. То есть в приведенном ниже расчете мощность зоны обводненной толщи бралась с учетом уровня воды на участке Стадии 1, с расчетом необходимой мощности осушения – 20 м.

Прогноз водопритоков в карьер Стадии 1 Актогайского месторождения выполнен аналитическим методом [3, 4].

Расчет водопритоков в карьер производился по методу «большого колодца» с учетом граничных условий месторождения.

В результате выполненных расчетов, с учетом темпа производимых работ по добыче (250 суток), площади карьера Стадии 1 по поверхности рабочих горизонтов 360-370 м (0,2265 км<sup>2</sup> или 226500 м<sup>2</sup>) ожидаемый прогнозный водоприток в карьер Стадии 1 рассчитанный аналитическим методом, составил 38,5 м<sup>3</sup>/сутки.

Дренаж карьера на данном этапе разработки с учетом не больших мощностей осушения (20 м) рекомендуется осуществлять с помощью систем водопонижающих скважин, оборудованных глубинными насосами [4].

В виду того, что водопонижающие скважины будут использоваться для предварительного снижения напоров на участке проходки, целью фильтрационного расчета является определение числа и дебита скважин, обеспечивающих понижение напоров на защищаемых участках до заданных пределов в заданный период.

С помощью подбора определили необходимое количество скважин (6), с дебитом 6,42 м<sup>3</sup>/сутки каждая (всего 38,52 м<sup>3</sup>/сутки) в линейном ряду расположенном от скважины № 1 (ВН-1) в юго-восточном направлении в сторону скважины № 5 (ВН-5) с расстоянием между скважин в 120 м. Длина линейного ряда водопонижающих скважин 600 м.

В результате получили понижение уровня подземных вод на участке Стадии 1 Актогайского карьера 20,74 м.

В виду большой вероятности бурения безводных скважин по причине анизотропии фильтрационных и емкостных свойств пород, расположение скважин должно корректироваться организацией, проводящей буровые работы, при необходимости скважины должны переноситься.

В случае малой эффективности водопонижающих скважин, следует рассмотреть возможность организации в Актогайском карьере подземного дренажного комплекса. При принятии данного решения, на участке работ необходимо провести дополнительные исследования в процессе проектирования данных систем.

### **Литература**

[1] Самсонов Б.Г. Приток подземных вод к разведочным горным выработкам. – М.: Недра, 1991. – 159 с.

[2] Калитов Д.К., Завалей В.А., Ибраимов В.М. Отчет о выполненных работах по НИОКР «Изучение возможности понижения уровня подземных вод, локализованных в северной части Стадии 1 Актогайского карьера посредством проведения гидрогеологических исследований». ТОО «Производственная компания «Геотерм», г.Алматы, 2019.

[3] Гальперин А.М., Зайцев В.С., Мосейкин В.М. и др. Гидрогеология и инженерная геология: Учебник. М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 424 с.

[4] Трубецкой К.Н., Потапов М.Г., Виницкий К.Е., Мельников Н.Н. и др. Справочник. Открытые горные работы. М., Горное бюро, 1994. – 590 с.

**А.К. Черкасова, В.М. Ибраимов**

#### **Актогай кен орнының карьер алаңын дренаждау мыс-сульфид кендері**

Бұл мақалада Актогай карьерінің 1-сатысы учаскесінде жер асты суларының деңгейін төмендету мүмкіндігін зерделеуге байланысты жүргізілген гидрогеологиялық зерттеулер қаралды, орындалған жұмыстар мен суланған жыныстарды тәжірибелік-сүзгілік сынамалау нәтижелерін өңдеу кезінде алынған мәндерге талдау жүргізілді, кен орнын кезең-кезеңімен игеру процесінде аз құрғату қуаттарын ескере отырып, карьерді дренаждау бойынша ұсынымдар берілді.

**Түйін сөздер:** карьерлік алқаптың дренажы, жерасты сулары, Актогай кен орны, гидрогеологиялық жағдайлар, суды төмендету

**A.K. Cherkassova, V.M. Ibraimov**

#### **Quarry field drainage of the aktogay copper sulfide ores deposit**

The present article analyses the conducted hydrogeological studies related to the study of the possibility of lowering the groundwater level at the site of Stage 1 of the Aktogay quarry, was made an analysis of the works performed and the values obtained when processing the results of experimental filtration sampling of water-bearing grounds, were given recommendations for the quarry drainage, taking into account small drainage capacities in the process of stage-by-stage development of the deposit.

**Keywords:** quarry field drainage, groundwater, Aktogay deposit, hydrogeological conditions, dewatering.

**A.Zh. Zhakibayeva**

*Research supervisor – M.R. Zapparov, professor, candidate of geological and mineralogical sciences  
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan  
[a.zhakibayeva@stud.satbayev.university](mailto:a.zhakibayeva@stud.satbayev.university)*

## **IMPACT OF URANIUM MINING USING ISL METHOD ON GROUNDWATER WITHIN THE SUZAK ARTESIAN BASIN**

**Abstract.** *Taking into account the role of Kazakhstan in the global uranium mining market, it is necessary to make sure that the in-situ leaching (ISL) method which is used in uranium mining is safe. It is especially important to study the effect of uranium mining using ISL on groundwater, considering the regional and stratificational peculiarities and features of groundwater which is used for drinking purposes by nearby settlements and industrial sites of uranium deposits. The problem of drinking water in the southern regions of Kazakhstan is still relevant at the moment.*

**Keywords:** *Groundwater, groundwater contamination, uranium mining using in-situ leaching (ISL) method, groundwater reclamation.*

In modern conditions, water is the key factor determining the sustainability of the agricultural, industrial and energy development, as well as the environment in general. More crucial role in maintaining the sanitary and epidemiological security of the state is played by groundwater. For the Suzak district of the South Kazakhstan region, located in the semi-desert part of the north-eastern foothills of the Grand Karatau ridge, where small settlements gravitate towards the foothill strip with the rest of the territory represented by small livestock farms and field camps the problem of groundwater for drinking purposes remains relevant to this day. This is due to the location of uranium mining deposits. It is mined using the in-situ leaching (ISL) method, which is the most environmentally friendly way of uranium mining.

Kazakhstan is leading uranium producer in the world and is second only to Australia with known recoverable uranium resources. The total output of 22,808 tonnes accounted for 43 % of global uranium supply.

In-situ leaching of uranium is believed to be the most environmentally friendly method in uranium mining. Sulfuric acid in the ore bed converts uranium-containing minerals into soluble salts. That part of it that was not involved in this process reacts with carbonates which are always present in sandstones in a small amount. The result of the reaction is gypsum. This means that with a high probability there is no sulfuric acid remaining in the reservoir. The solution remaining after the extraction of uranium-containing minerals is pumped into the depleted layers of the ore field. Hence, the balance of chemical elements in the latter remains practically unchanged. Uranium-bearing minerals are recovered, and some sulphur is added, which increases the percentage of gypsum in the formation. At the mine itself, the strictest control of all its systems is carried out. It is facilitated by the fact that the smallest leaks of the productive solution are easily detected by radiometers.

The site of hydrogeological works is located in the Itmurun artesian basin of the third order, identified within the larger West Chu artesian basin of the second order within the Chu-Sarysu artesian basin of the first order and is confined to the Itmurun tectonic ledge. All reserves are in demand and correspond to the current needs and exploration of the field. The estimated operational reserves are provided by natural resources and reserves.

Small settlement called Taukent is located in the central part of the field, but due to the deep occurrence of the production aquifers and the presence of a cover of Quaternary sediments, it can be assumed that the horizons are not polluted.

The climate of the region is sharply continental with cold winters with little amount of snow (temperature maximum drop to  $-41^{\circ}\text{C}$ ) and hot dry summers (up to  $+40^{\circ}$  -  $41^{\circ}\text{C}$ ). The maximum precipitation (up to 85%) falls in the winter-spring period. Snow cover up to 10 cm is established in December-January and melts in March. The surface of sandy soils in summer heats up to  $+60^{\circ}$ , the depth of soil freezing in winter reaches 75 cm.

As a result of these studies, the following conclusions were made: the groundwater of the Eocene-Paleocene aquifer is initially contaminated, which reduces the complex of necessary measures for their reclamation; uranium mining by ISL method has practically no effect on groundwater in other aquifers.

Necessary measures to prevent the flow of contaminated water into other aquifers are cementing the annular space with a solution of a certain composition and expanding the penetration of aquifers for additional effective cementation.

The operation of this field does not affect the overall water balance of the territory, taking into account the annual replenishment of reserves during the flood period. The impact on the environment for many years of operation of the groundwater intake is not observed and is not predicted. The socio-economic importance of the operation of the water intake is great due to the fact that the study area is a large mining cluster in the southern regions of Kazakhstan.

The essence of the rehabilitation of groundwater after in-situ leaching is the absorption of harmful components containing in residual solutions by natural sorbents and bringing the concentration equal to the maximum permissible concentration for drinking water.

It has been unequivocally established that the natural hydrogeochemical environment at the uranium deposits of South Kazakhstan has a unique ability to self-recover from technogenic impact. Due to the gradual restoration of natural redox conditions a slow however irreversible process of reclamation of groundwaters of ore-bearing aquifers occurs.

Hence, the method of in-situ leaching, used in South Kazakhstan without exaggeration is currently the most economically profitable and environmentally friendly production method of all known.

## Reference

1. Akhmedsafin U.M., Sydykov Zh.S., Shapiro S.M., Shlygina V. F., Jabasov M. Kh. Regional hydrogeological research in Kazakhstan. Alma-Ata. Nauka, 1971.
2. Dosmukhamedov N., Merkulova V. et al. Processing industrial emissions and increasing environmental production safety // Industry of Kazakhstan. - 2009. - № 6(57). - p. 30-33.
3. Kalybekov T., Suleimenova D. Rational ways of ensuring environmental safety in the development of mineral deposits // Mining Journal of Kazakhstan. - 2007. - №6. - p. 19-21.
4. Kozhnazarov A.D., Mustafaev S.T. Geoecology of Kazakhstan. Almaty, Evero, 2015.
5. Veselov V.V. Hydrogeological zoning and regional assessment of groundwater resources. Gylym, 2002.
6. BP Statistical Review of World Energy 2020 69<sup>th</sup> Edition. Whitehouse Associates, London, 2020.

### А. Ж. Жакибаева

#### Созақ артезиан алабы шегінде уран жерасты сілтісіздендіру әдісімен өндірудің жерасты ауыз суына әсері

**Аңдатпа.** Қазақстанның уран өндірудің халықаралық нарығындағы ролін ескере отырып, жерасты сілтісіздендіру әдісінің қауіпсіз қолданылуына көз жеткізу керек. Осы әдіспен уран өндірудің жер асты суларына әсерін олардың пайда болу ерекшеліктерін ескере отырып, зерттеу маңызды, бұл уран шөгінділерінің жақын орналасқан елді мекендері мен өндірістік учаскелерін ауыз сумен қамтамасыз етеді. Қазақстанның оңтүстік облыстарындағы ауыз су проблемасы қазіргі кезде де өзекті болып отыр.

**Түйін сөздер.** Жер асты сулары, жер асты суларының ластануы, жер асты суларының рекультивациясы, уранды жерасты сілтісіздендіру әдісімен өндіру.

### А. Ж. Жакибаева

#### Воздействие на подземные питьевые воды добычи урана методом ПСВ в пределах Сузакского артезианского бассейна

**Аннотация.** Учитывая роль Казахстана на международном рынке добычи урана, необходимо убедиться в безопасности использования метода подземного скважинного выщелачивания (ПСВ). Особенно важно изучить влияние добычи урана этим методом на подземные воды принимая во внимание их особенности залегания, которые обеспечивают питьевой водой близлежащие населенные пункты и промышленные участки урановых месторождений. Проблема питьевых вод в южных областях Казахстана все еще актуальна на данный момент.

**Ключевые слова:** Подземные воды, загрязнение подземных вод, рекультивация подземных вод, добыча урана методом ПСВ.

УДК 622.271.4:621.879.323

А.А. Адамчук<sup>1</sup>, А.А. Шустов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный технический университет «Днепропетровская политехника», Украина, г. Днепр  
[adamchuk.a.a@nmu.one](mailto:adamchuk.a.a@nmu.one)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРАГЛАЙНОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ОДНОЯРУСНОГО ОТВАЛА СКАЛЬНЫХ ПОРОД

**Аннотация.** Установлены зависимости безопасного расстояния расположения экскаваторов-драглайнов от высоты одноярусного внутреннего отвала скальных пород и уровня его подтопления с учетом физико-механических свойств скальных пород. С помощью программного комплекса «Slide» рассчитаны параметры ширины призмы возможного обрушения при коэффициентах запаса устойчивости 1,2 и 1,0. Установлено, что при подтоплении откоса отсыпанного массива скальных пород вскрыши водой происходит изменение физико-механических свойств подошвы яруса, и устойчивость откоса начинает уменьшаться, а ширина призмы возможного сдвига – увеличиваться. Установленные зависимости позволили определять безопасное расстояние установления горного оборудования, а также позволили сделать выбор целесообразной модели экскаватора для ведения работ по созданию одноярусного отвала.

**Ключевые слова:** внутренний отвал, одноярусный отвал, затопленный глубокий карьер, устойчивость бортов, физико-механические свойства горных пород, экскаватор-драглайн, коэффициент запаса устойчивости

**Тест статьи.** Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом связана с образованием отвалов пород вскрыши. На данный момент внешние отвалы Криворожья занимают площадь более чем 6000 га земли, а с углублением горных работ размер этих площадей, как и объем извлекаемых пород вскрыши, увеличится [1, 2]. На предприятии АрселорМиттал Кривой Рог эта проблема была решена путем складирования пород вскрыши из карьера № 2-бис в выработанное пространство карьера № 1, которое затоплено водой [3, 4].

Отвал формируется экскаватором-драглайном ЭШ 11-70 с радиусом разгрузки 66,5 м. Экскаватор формирует приямок, в который автосамосвалы разгружают породы вскрыши. Отсыпка пород может происходить как непосредственно в выработанное пространство (рис. 1, а), так и с пригрузкой неустойчивой части откоса (рис. 1, б) [5].

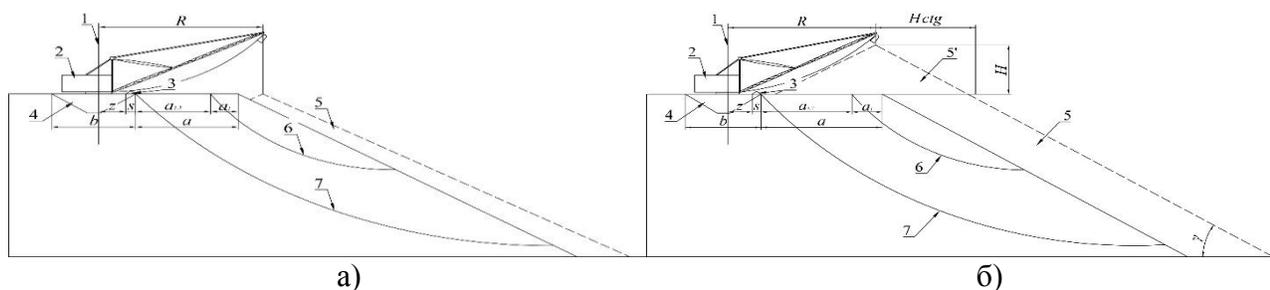


Рисунок 1-а. Схема отсыпки пород вскрыши в выработанное пространство драглайном непосредственно в выработанное пространство и с пригрузкой неустойчивой части горного массива: 1 – ось движения драглайна; 2 – драглайн; 3 – предохранительный вал; 4 – приямок для

разгрузки автосамосвалов; 5 – отвальная заходка, отсыпаемая драглайном; 5' – призма пригрузки для управляемого обрушения отсыпанной отвальной заходки; 6, 7 – криволинейная поверхность скольжения для коэффициента запаса устойчивости соответственно 1,0 и 1,2.  $R$  – радиус разгрузки драглайна, м;  $b$  – ширина приямка для разгрузки автосамосвалов, м;  $z$  – расстояние от оси движения драглайна до предохранительного вала, м;  $s$  – ширина предохранительного вала, м;  $\gamma$  – угол откоса отсыпанного массива, град;  $H$  – высота разгрузки горной массы драглайном;  $a$  – ширина призмы возможного обрушения (м) при  $K_y = 1,2$ ;  $a_1$  – ширина призмы возможного обрушения (м) при  $K_y = 1,0$ ;  $a_{1,2} = a - a_1$ .

Однако при формировании внутреннего отвала на северном борту карьера № 1 в отсыпанном массиве начали образовываться трещины на расстоянии 70 м от верхней бровки отвала вглубь массива (рис. 2). Приобретение нового оборудования с бóльшими параметрами требует значительных инвестиций и затрат времени на строительство. Поэтому важно определить условия, при которых возможно формирование отвала имеющимся оборудованием после стабилизации оползневых процессов. Безопасное расстояние установки состоит из ширины призмы возможного обрушения, ширины предохранительного вала и расстояния от оси движения экскаватора к предохранительному валу.



Рисунок 2- Фото участка, на котором наблюдается образование трещин

Расчет ширины призмы возможного обрушения велся в программе Slide. Для этого были построены модели откосов одноярусных отвалов высотой от 100 м до 500 м, с уровнем затопления от 0 до 500 м (рис. 3). При расчетах учитывались физико-механические свойства незатопленных и затопленных скальных пород вскрыши, которые составляют отвал карьера № 1. Программа автоматически строит ряд криволинейных поверхностей скольжения, для которых определяет коэффициент запаса устойчивости [6]. Коэффициент запаса устойчивости – это отношение суммы всех сил, которые удерживают откос в равновесии, к сумме всех сил, стремящихся вывести его из равновесия. Нормативным коэффициентом запаса устойчивости является 1,2 [7]. На участке откоса с коэффициентом запаса устойчивости менее 1,0 наблюдаются наиболее интенсивные деформации (рис. 4).

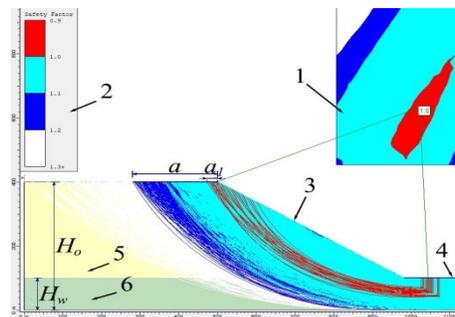


Рисунок 3- Пример расчета параметров призмы возможного обрушения в программе Slide. 1 – квадрат расположения центров радиусов криволинейных поверхностей скольжения (красным – для  $K_y < 1,0$ , синим и голубым – для  $K_y < 1,2$ ); 2 – панель с легендой коэффициентов запаса устойчивости; 3 – откос одноярусного отвала; 4 – поверхность воды; 5, 6 – скальные породы вскрыши, не затопленные и затопленные водой соответственно;  $a, a_1$  – ширина призмы возможного обрушения (м) при  $K_y = 1,2$  и  $K_y = 1,0$  соответственно;  $H_o$  – высота отвала,  $H_w$  – высота затопленной части отвала



Рисунок 4 – Фото участка, на котором наблюдаются наиболее интенсивные деформации

На основе полученных данных установлены зависимости ширины призмы возможного обрушения от высоты одноярусного отвала и уровня затопленной части откоса (рис. 5). Графики функций, описывающие эти зависимости являются полиномами третьей степени. Установлено, что при подтоплении откоса отсыпанного массива скальных пород вскрыши водой происходит изменение физико-механических свойств подошвы яруса, и устойчивость откоса начинает уменьшаться, а ширина призмы возможного обрушения – увеличиваться. После достижения критической отметки затопления откоса водой происходит увеличение устойчивости и уменьшения ширины призмы возможного обрушения за счет повышения влияния содержащих сил тяжести воды во внутрикарьерном пространстве.

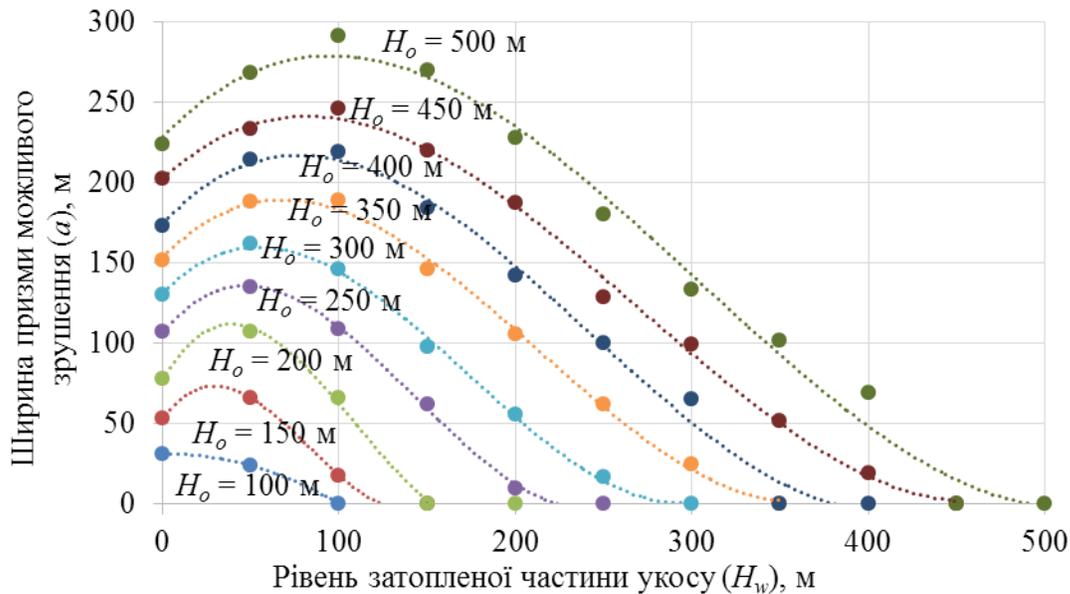


Рисунок 5 - График зависимости ширины призмы возможного обрушения при  $K_y = 1,2$  ( $a$ , м) от высоты одноярусного отвала ( $H_o$ , м) и уровня затопленной части откоса ( $H_w$ , м)

С учетом габаритов экскаватора-драглайна и ширины приямка для разгрузки автосамосвалов расстояние от оси движения экскаватора до предохранительного вала составляет 9-15 м.

С учетом указанного выше можно рекомендовать высоту яруса отвала скальных пород вскрыши не более 100-150 м. Для откосов одноярусных отвалов более 150-200 м экскаваторы-драглайны ЭК 6,5-45, ЭК 14-50 и ЕК 10-50 эффективны при мощности незатопленной части откоса 70-75 м, экскаватор-драглайн ЭК 11-70 - 90-95 м, экскаватор-драглайн ЭК 20/90 - 100-110 м. Разработанные рекомендации позволят эффективно использовать выработанное пространство отработанных карьеров для складирования пород вскрыши, за счет чего уменьшить негативное влияние горных работ на окружающую среду.

## Литература

1. Молдабаев, С. К., Шустов, А. А., Султанбекова, Ж. Ж., & Адамчук, А. А. (2020). Горнотранспортные системы глубоких и сверхглубоких карьеров: монография. Satbayev University.
2. Хорольский, А. А., & Гринев, В. Г. (2020). Возможности создания новой технологии оптимального проектирования природопользования. Горно-Геологический Журнал, 61, 4–12.
3. Николашин, Ю. М., & Кебал, Я. В. (2016). Пути использования площадей остаточных открытых горных выработок, затопленных подземными водами. Вісник Криворізького Національного Університету, 43, 45–47. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vktu\\_2016\\_43\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vktu_2016_43_12)
4. Дриженко, А. Ю., Адамчук, А. А., Тамуя, С. А., & Тельнов, В. Г. (2018). Дослідження параметрів внутрішніх відвалів у виробленому просторі відпрацьованих глибоких кар'єрів. Збірник Наукових Праць Національного Гірничого Університету, 53, 56–65.
5. Babets, Y. K., Adamchuk, A. A., Shustov, O. O., Anisimov, O. O., & Dmytruk, O. O. (2020). Determining conditions of using draglines in single-tier internal dump formation. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 6, 5–14. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-6/005>
6. Pavlychenko, A., Adamchuk, A., Shustov, O., & Anisimov, O. (2020). Justification of dump parameters in conditions of high water saturation of soils. Technology Audit and Production Reserves, 6(3(56)), 22–26. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.218139>

7. СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007 Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. Частина 1. Гірничі роботи. Ліквідація гірничодобувних підприємств. Техніко-економічна оцінка та показники. (2007). Міністерство промислової політики України.

**А. А. Адамчук**

**Бір деңгейлі тау жыныстарының үйіндісін құруда драглайн сызықтарын қолдану шарттарын анықтау**

**Аннотация.** Драглайнальды экскаваторлардың орналасуының қауіпсіз қашықтығының жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттерін ескере отырып, жыныстардың бір деңгейлі ішкі үйіндісінің биіктігіне және оның су басу деңгейіне тәуелділігі анықталды. «Slide» бағдарламалық кешенінің көмегімен 1,2 және 1,0 қауіпсіздік коэффициенттерімен мүмкін ауысым призмасының ені параметрлері есептелді. Қабат тас жыныстарының көлбеу қабатын сумен толтырған кезде деңгей негізінің физика-механикалық қасиеттері өзгеріп, көлбеу тұрақтылығы төмендей бастайды және мүмкін болатын ығысу призмасының ені артады екені анықталды. Белгіленген тәуелділіктер тау-кен техникасын орнату үшін қауіпсіз қашықтықты анықтауға мүмкіндік берді, сонымен қатар бір деңгейлі үйінді құру бойынша жұмыстарды жүргізу үшін экскаватордың тиісті моделін таңдауға мүмкіндік берді.

**Түйін сөздер:** Ішкі үйінді, бір деңгейлі үйінді, су басқан терең карьер, бүйірлік тұрақтылық, тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері, драглайн экскаваторы, қауіпсіздік коэффициенті

**A. A. Adamchuk**

**Determination of the conditions for the use of draglines in the formation of a single-tier dump of rocks**

**Abstract.** Dependences of the safe distance of the location of dragline excavators on the height of a single-tier internal dump of rocks and the level of its flooding, taking into account the physical and mechanical properties of rocks, have been established. With the help of the "Slide" software package, the parameters of the width of the prism of a possible shift were calculated with the safety factors of 1.2 and 1.0. It was found that when the slope of the overburden rock mass is flooded with water, the physical and mechanical properties of the tier base change, and the slope stability begins to decrease, and the width of the prism of a possible shear begins to increase. The established dependencies made it possible to determine the safe distance for the installation of mining equipment, and also made it possible to select an appropriate model of an excavator for carrying out work on the creation of a single-tier dump.

**Keywords:** internal dump, single-tier dump, flooded deep open-pit mine, sidewall stability, physical and mechanical properties of rocks, dragline excavator, safety factor

УДК 622.22.553.4:519.85

**А.А. Хорольский, канд. техн. наук, В.Г. Гринев, докт. техн. наук, проф.**

*Институт физики горных процессов Национальной академии наук Украины, Украина, г. Днепр*  
[khorolskiyaa@ukr.net](mailto:khorolskiyaa@ukr.net)

## **НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Аннотация.** Предложен новый способ к проектированию процессов при освоении месторождений полезных ископаемых, который заключается в оптимизации сетевых моделей экологических сценариев производства конечной продукции при эксплуатации конкретного месторождения. Для этого разрабатывается модель изменения состояния запасов месторождения от стадии разведки до списания запасов с баланса, которая позволяет находить наилучшие варианты этапов эксплуатации данного месторождения, а также оценивать экологический аспект его освоения. Характерной особенностью такого подхода является то, что само полезное ископаемое рассматривается не «как конечный продукт», который следует извлечь, а только, как промежуточное звено на стадии получения в структуре генерации энергии, выплавки металла и др. Это позволяет рассматривать процесс эксплуатации через изменение состояния запасов, что в свою очередь формирует стратегию

освоения. Стратегия освоения предусматривает построение сценариев (экономических, экологических) в рамках, которых решается «узкая» задача, связанная с организацией работ, оптимизацией себестоимости и др. Для решения этих задач разработаны специализированные компьютерные программы.

**Ключевые слова:** месторождение полезных ископаемых, проектирования, изменение запасов, сетевая модель, динамическое программирование, программное обеспечение.

При освоении месторождений полезных ископаемых необходимо решать ряд задач, которые направлены не только на извлечение полезного ископаемого, повышение качества полученной продукции, но и минимизацию себестоимости, снижение техногенной нагрузки на регионы, где ведется разработка месторождений полезных ископаемых. При этом стоит выделить несколько принципиальных моментов, которые формируют актуальность и научную новизну представленной работы:

1. На данный момент существует более 80 известных подходов к проектированию процессов освоения месторождений полезных ископаемых [1], при этом, каждый подход решает определенную задачу, которая заключается в оптимизации параметров, принятию наиболее приемлемого, оптимального, согласованного, Парето-оптимального, достаточного, компромиссного решения и т. д. Таким образом, необходимо установить, что является основным критерием на стадии принятия решения и каким образом принять решение.

2. На конечную эффективность процесса освоения влияние оказывает ряд факторов. При этом их количество достаточно велико, т. е. для оптимизации одного параметра задается уравнение с одной переменной, двух параметров: двумерная поверхность, при  $n$  параметров –  $n$ -мерная поверхность. Следовательно, необходимо предложить подход, который позволит оптимизировать параметры процессов, которые сопровождают разработку месторождений полезных ископаемых.

3. Особое внимание при разработке месторождений отведено снижению экологической нагрузки на регионы, где ведется добыча полезных ископаемых. Если ранее эффективным являлось производство, которое обеспечивало максимальный либо рациональный уровень извлечения полезного ископаемого, то сейчас, эффективность производства стала синонимом природопользования, т. е. наиболее эффективного извлечение полезных ископаемых при минимальной техногенной нагрузке на окружающую среду. При этом само «природопользование» подразумевает комплексное использование ресурсов природы с минимальным негативным воздействием на окружающую среду. Поэтому, кроме экономической стратегии освоения месторождений стоит разрабатывать и экологическую стратегию. Сравнение экологической и экономических стратегий освоения позволяет принять решение об оптимальном решении – все это формирует социально-экономическое значение работы.

4. В условиях функционирования рыночной экономики само предприятие уже невозможно рассматривать как предприятие по добыче полезного ископаемого, ведь на объемы его извлечения оказывает не только горно-геологическая ситуация, технологические возможности производства, но и ситуация на рынке, взаимосвязь между предприятиями в регионе. Таким образом, шахту, разрез, рудник стоит рассматривать как промежуточную цепочку в системе генерации конечной продукции (металла, электроэнергии и т. д.).

5. Конечная эффективность предприятия определяется не объемом извлеченного полезного ископаемого, а его технико-экономическими показателями, а это невозможно без обоснования рационального объема производства.

6. После обоснования подхода, методов оптимизации следующим этапом является разработка системы поддержки принятия решений.

Следовательно, процесс проектирования технологической цепочки извлечения из недр полезных ископаемых представляет собой сложную многопараметрическую задачу, которая состоит в обосновании объема производства, оптимизации параметров разработки, снижении техногенной нагрузки на окружающую среду, учет взаимосвязей между предприятиями внутри региона, а также в системе генерации конечной продукции – все это формирует актуальность и научное значение исследования. Разработка научных основ проектирования многопараметрических процессов разработки месторождений полезных ископаемых путем моделирования стратегий освоения через изменение состояния запасов является важной научной проблемой.

Итак, процесс освоения месторождений полезных ископаемых базируется на учете концептуальных основ природопользования [2, 3], которые формируют научную новизну работы и предусматривают:

- В качестве критерия оптимальности предлагается философская категория «качество», которая выражает совокупность существенных признаков, особенностей и свойств, которые отличают один предмет или явление от других и придают ему определенность.

- В условиях экологически загрязняющего производства, для особо ценных полезных ископаемых (например, золото) в категории «качество» можно отнести степень негативного воздействия на окружающую среду, которое определяется на основе экспертной оценки со стороны экологов [4, 5, 6].

- Из категории «качество» следует следующее важное определение, совокупность признаков определяет сам процесс, это и есть изменение состояния запасов, то есть уголь проходит этап от добытого полезного ископаемого к электроэнергии или металлу. Аналогичная ситуация и с рудой или ценным полезным ископаемым. Таким образом, в рамках технологии оптимального проектирования любое производство рассматривается не как «само по себе», а как промежуточная составляющая в рамках получения конечной продукции – это достигается за счет исследования изменения состояния запасов [7].

- Независимо от параметра (целевой функции), который необходимо минимизировать (максимизировать) для выбора оптимального сценария производства его можно представить в виде единой структуры, а не отдельно каждый, чтобы реализовать возможность оптимизации процесса получения конечной продукции. Эффективность всего процесса зависит от совокупной эффективности заданного количества параметров на всех предыдущих этапах.

- Сведения об объеме производства определяются на основе определения и сравнения сумм, которые дает каждая дополнительная единица продукции с одной стороны в валовые доходы, а с другой – в валовые расходы. Результаты вариантных расчетов на модели освоения месторождения позволяют выполнить статистический анализ средних постоянных издержек, средних переменных издержек и средних общих затрат с построением кривых предельных издержек и предельного дохода для определения уровня производства. Координаты точки равенства этих показателей укажут на рациональный уровень производства, который максимизирует прибыль.

- Каждое полученное решение будет оптимальным в рамках области рационального проектирования.

Указанные принципиальные моменты позволяют для реализации технологии оптимального проектирования природопользования применить метод динамического программирования, который основан на принципе оптимальности Р. Беллмана [8].

Отличительной особенностью предложенного подхода от существующих является:

1. Для решения многопараметрических задач применяется декомпозиционный подход, т. е. учитываются не весь набор факторов, которые разные по природе и степени влияния, а только

наиболее важные по уровню иерархии на определенном этапе, что позволяет в комплексе рассмотреть все факторы, оптимизировать параметры эксплуатации, но при этом не происходит затрата дополнительных вычислительных ресурсов.

2. Весь процесс разработки месторождения рассматривается через изменение состояния запасов от разведки и до списания с баланса. Для этого все стадии функционирования месторождения представлены в виде упорядоченной иерархической структуры – сетевой модели (рис. 1).

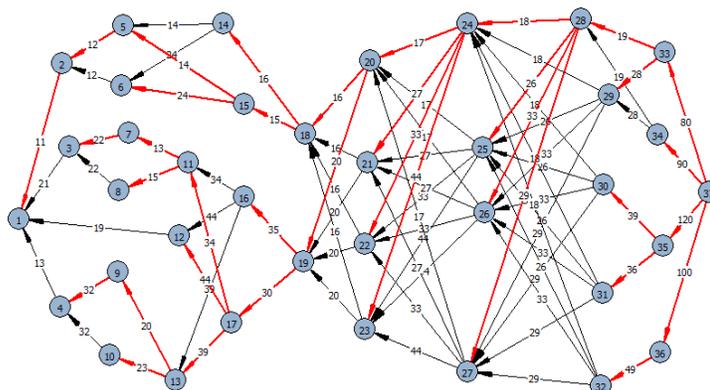


Рисунок 1 – Альтернативная сетевая модель разработки месторождения полезных ископаемых [2]

3. При выборе решения строятся экологические и экономические стратегии освоения.

4. Особое внимание уделено программному обеспечению (табл. 1).

В таблице 1 приведено программное обеспечение для решения поставленных задач. Программное обеспечение разработано авторами представленной работы [6, 7].

Таблица 1 – Программное обеспечение для проектирования процессов освоения месторождений полезных ископаемых

Задача	Программное обеспечение
Оптимизация параметров эксплуатации	«Программа нахождения кратчайших маршрутов между всеми парами вершин» («GraphON.v1.2017»)
Построение экологической и экономической стратегий освоения	«Программа для динамического программирования альтернативного графа на минимум» ("Din_Min.v2_2019")
Упорядочивание взаимосвязей в структуре технологического цикла	«Программа нахождения кратчайших маршрутов между всеми парами вершин» («GraphON.v1.2017»)
Обоснование рационального уровня извлечения полезного ископаемого	"Программа определения рационального уровня извлечения ископаемых из недр" ("Rational LP.v1.2020")

Есть еще дополнительные программы для принятия решений в условиях неопределенности, выбора оборудования и т.д. Таким образом, применение программного обеспечения позволяет внедрить описанный подход в производство. Предложенный подход является принципиально новым, создает новые возможности для повышения эффективности разработки месторождений.

## Литература

1. Hrinov V.G. Improving the Process of Coal Extraction Based on the Parameter Optimization of Mining Equipment / V.G. Hrinov, A.O. Khorolskyi // E3S Web of Conferences, Ukrainian School of Mining Engineering. – 2018. – № 60. – pp. 1-10.
2. Khorolskyi A. Network models for searching for optimal economic and environmental strategies for field development / A. Khorolskyi, V. Hrinov, O. Kaliushenko // Procedia Environmental Science, Engineering and Management. – 2019. – Т. 6. №. 3. – pp. 463-471.
3. Гринев В.Г. Система поддержки принятия решений при разработке месторождений полезных ископаемых / В.Г. Гринев, А.А. Хорольский // Горно-геологический журнал. – 2017. – № 51(3)-52(4). – С. 18-24.
4. Хорольский А.А. Сетевые модели как инструмент повышения организационно технологической надежности производства / А.А. Хорольский, В.Г. Гринев // Материалы V Международной научно-практической интернет-конференции «Инновационные технологии в образовании, науке и производстве» (18-19 ноября 2017 г). Минск: Белорусский национальный технический университет. Режим доступа: <https://rep.bntu.by/handle/data/36360>.
5. Khorolskyi A. Models and methods to make decisions while mining production scheduling / A. Khorolskyi, V. Hrinov, O. Mamaikin, Y. Demchenko // Mining of Mineral Deposits. – 2019. – №13(4). – pp. 53-62.
6. Гринев В.Г. Система поддержки принятия решений при разработке месторождений полезных ископаемых / В.Г. Гринев, А.А. Хорольский // Горно-геологический журнал. – 2017. – № 3 (51)–№ 4 (52). – С. 18–24.
7. Хорольский А.А. Выбор сценария освоения месторождений полезных ископаемых / А.А. Хорольский, В.Г. Гринев // Геология и охрана недр. – 2018. – №3 (68). – С. 68–75.
8. Erdogan G. Implementation and comparison of four stope boundary optimization algorithms in an existing underground mine / G. Erdogan, and al. // International Journal of Mining, Reclamation and Environment. – 2017. – № 31(6). – pp. 389-403.

**A.A. Khorolskyi, V.H. Hrinov**

### **New approaches to the design of mining of mineral deposits**

**Abstract.** Expected scientific and technological results. A new innovative design technology will be developed and a comprehensive mining project will be proposed. In addition, software will be developed to automate decision-making, and new technological solutions will be proposed to minimize negative environmental impacts.

Forecast use of project results: the proposed optimum design technologies for the rational exploitation of deposits are independent of the type of mineral and the stages of exploitation, so that they can be introduced into the economy.

**Keywords:** mineral deposit, design, change of reserves, network model, dynamic programming, software

**А.А. Хорольский, В.Г. Гринев**

### **Пайдалы қазбалар кен орындарын дамыту үдерістерін жобалауға жаңа көзқарастар**

**Аңдатпа.** Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру процестерін жобалаудың жаңа әдісі ұсынылады, ол соңғы өнімді алуды ескере отырып, пайдалы қазбалар кен орындарын игерудің экологиялық стратегияларына сәйкес келетін желілік модельдерді оңтайландырудан тұрады. Ұсынылып отырған тәсілдің тән ерекшелігі - минералдың өзі өндірілуі керек «соңғы өнім» ретінде қарастырылмайды, тек энергия генерациялау, метал қорыту және т.б. құрылымындағы аралық буын ретінде қарастырылады. қорлар күйінің өзгеруі арқылы жұмыс процесі, бұл өз кезегінде даму стратегиясын қалыптастырады.

**Түйін сөздер:** пайдалы қазбалар кен орны, дизайны, қордың өзгеруі, желілік модель, динамикалық бағдарламалау, бағдарламалық камтамасыз ету

## ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО КОЭФФИЦИЕНТА ВСКРЫШИ НА ПРИМЕРЕ БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

***Аннотация.** Разработан метод расчета эксплуатационного коэффициента вскрыши при освоении запасов бурого угля, углистой глины, а также углистой массы в условиях глубоких бурогольных месторождений. Представленный метод учитывает промышленные запасы угля, количество контактов с породами, мощность зон, а также площади контакта бурого угля и углистых глин с породами, не представляющими полезное ископаемое. Определены перспективы разработки бурогольной массы на месторождениях бурого угля Украины. Вовлечение в добычу углистой глины совместно с бурым углем позволит увеличить разработку горючего полезного ископаемого в эквиваленте 4,5 – 5,5 тон условного топлива. В условиях современной экономики, для расчета граничного коэффициента вскрыши и определения эффективности работы горного предприятия предложено использовать методику финансово-математических издержек, которая учитывает стоимость инвестированного капитала.*

***Ключевые слова:** коэффициент вскрыши, бурогольное месторождение, бурый уголь, углистая глина, полезное ископаемое, пласты, промышленные запасы*

Положение контуров карьера в пространстве рекомендуется определять при максимальной эффективности разработки месторождения. Известно, что при эксплуатации крутопадающих месторождений глубокого залегания используется схема комбинированного транспорта, для функционирования которого необходимо наличие хотя бы одного борта, поставленного в проектное положение. Поэтому проф. Дриженко А.Ю. предложил формировать нерабочий борт в торце месторождения для возможности создания постоянных транспортных коммуникаций, достижения наименьших текущих объемов вскрышных работ и возможности, при определенных условиях, ведения внутреннего отвалообразования [1].

Определение эксплуатационного коэффициента вскрыши целесообразно рассмотреть на примере мощного Ново-Дмитровского бурогольного месторождения (Украина) с вовлечением в добычу углистых глин. Исследованиями установлено, что углистые глины перекрывают Верхний и Сложный угольные горизонты [2]. Принимая во внимание их высокую зольность и низкую теплотворную способность, использование всего их объема в качестве отдельного сопутствующего сырья не представляется возможным. Однако, совместно с рядовым бурым углем, горная масса (рядовой бурый уголь + углистая глина) является энергетическим сырьем, пригодным для дальнейшего использования.

Прогнозируется, что при одновременном введении в эксплуатацию бурогольных горных предприятий, Украина может ежегодно добывать не менее 15 млн. т бурого угля, а с учетом углистых глин значительно больше – 20 млн т / год. Из расчёта на тонну условного топлива (т.у.т.) добыча может составлять более 4,7 млн. т.у.т., что позволит полностью покрыть прогнозируемый дефицит в газовой группе угля в объеме 4,4 млн т/год до 2030 года.

Вовлечение к добыче и переработке углистых глин повышает эффективность горных предприятий, а также, что не менее важно, снижает нагрузку на окружающую среду при ведении открытых горных работ.

В связи с этим, в качестве полезного ископаемого предлагается рассматривать не уголь отдельно от углистых глин, а углистую массу, смесь угля и глины в определенных пропорциях. Остатки углистой массы, которые не будут использоваться в смеси можно отнести к породам вскрыши.

При добыче угля происходят его эксплуатационные потери в кровле и подошве продуктивной толщи, а также в кровле и подошве внутренне пластовых слоев. В этом случае эксплуатационные потери ( $P_{e.e.}$ , м<sup>3</sup>) рассчитываются следующим образом:

$$P_{e.e.} = \sum_{i=1}^n h_{e.e.i} S_{к.н.i}, \quad (1)$$

где:  $n$  – количество контактов пород с полезным ископаемым;  $h_{e.e.i}$  – мощность зоны  $i$ -го контакта пород с полезным ископаемым, м (0,1 м);  $S_{к.н.i}$  – площадь  $i$ -го контакта пород с полезным ископаемым, м.

Так как слои углистых глины находятся на контакте с буроугольными слоями, а также, принимая во внимание то, что в качестве полезного ископаемого рассматривается углистая масса, а не уголь отдельно, и для того чтобы обеспечить максимально эффективное использование месторождения, объем углистой глины на контакте с бурым углем учтем, как минимально необходимый в части углистой массы ( $P_{e.g.min}$ ):

$$P_{e.g.min} = \sum_{i=1}^{n_g} h_{к.в.i} S_{к.в.i}, \quad (2)$$

где:  $n_g$  – количество контактов угля с углистой глиной;  $h_{к.в.i}$  – мощность зоны  $i$ -го контакта угля с углистых глиной, м (0,1 м);  $S'_{к.в.i}$  – площадь  $i$ -го контакта угля с углистой глиной, м.

Тогда эксплуатационные запасы бурого угля следует рассчитывать по формуле ( $P_{e.g}$ , м<sup>3</sup>):

$$P_{e.g} = P_{n.g} - \sum_{i=1}^{n'_g} h'_{к.в.i} S'_{к.в.i}, \quad (3)$$

где:  $P_{n.g}$  – промышленные запасы угля, м<sup>3</sup>;  $n'_g$  – количество контактов угля с породами, кроме углистых глин;  $h'_{к.в.i}$  – мощность зоны  $i$ -го контакта угля с породами, кроме углистых глин, м (0,1 м);  $S'_{к.в.i}$  – площадь  $i$ -го контакта угля с породами, кроме углистых глин, м.

Минимальные эксплуатационные запасы углистых массы ( $P_{m.e.min}$ , м<sup>3</sup>):

$$P_{m.e.min} = P_{n.g} - \sum_{i=1}^{n'_g} h'_{к.в.i} S'_{к.в.i} + \sum_{i=1}^{n_g} h_{к.в.i} S_{к.в.i}, \quad (4)$$

Эксплуатационные запасы углистых массы необходимой пропорции угля и углистой глины ( $P_{m.e}$ , м<sup>3</sup>):

$$P_{m.e} = P_{e.g} \left( \frac{1}{1 - n_{e.m}} \right), \quad (5)$$

где:  $n_{e.m}$  – доля углистой глины в углистой массе, доли единиц.

Объем углистой глины в углистой массе ( $P_{e.g.m}$ , м<sup>3</sup>):

$$P_{e.g.m} = P_{e.g} \left( \frac{n_{e.m}}{1 - n_{e.m}} \right). \quad (6)$$

Общие эксплуатационные запасы углистых глин ( $P_{e.g.g}$ , м<sup>3</sup>):

$$P_{в.з.з} = P_{н.в.з} - \sum_{i=1}^{n''_в} h''_{к.в.i} S''_{к.в.i}, \quad (7)$$

где:  $P_{н.в.з}$  – промышленные запасы углистых глин, м<sup>3</sup>;  $n''_в$  – количество контактов углистых глин с породами, кроме угля;  $h''_{к.в.i}$  – мощность зоны  $i$ -го контакта углистых глин с породами, кроме угля, м (0,1 м);  $S''_{к.в.i}$  – площадь  $i$ -го контакта углистых глин с породами, кроме угля, м.

Таким образом, при вычислении эксплуатационных запасов углистой массы должно выполняться условие:

$$P_{н.в} - \sum_{i=1}^{n'_в} h'_{к.в.i} S'_{к.в.i} + \sum_{i=1}^{n_в} h_{к.в.i} S_{к.в.i} \leq P_{м.е} \leq P_{н.в.з} - \sum_{i=1}^{n''_в} h''_{к.в.i} S''_{к.в.i} + P_{н.в} - \sum_{i=1}^{n'_в} h'_{к.в.i} S'_{к.в.i}. \quad (8)$$

Объем углистых глин, которые будут отнесены к породам вскрыши ( $V_{в.з.з}$ , м<sup>3</sup>)

$$V_{в.з.з} = P_{н.в.з} - P_{в.з.м} = P_{н.в.з} - P_{е.в} \left( \frac{n_{в.м}}{1 - n_{в.м}} \right). \quad (9)$$

Эксплуатационный коэффициент вскрыши при разработке угля ( $K_{е.в}$ ):

$$K_{е.в} = \frac{V_p + P_{в.е}}{P_{н.в} - P_{в.е}} = \frac{V_p + \sum_{i=1}^n h_{в.е.i} S_{к.н.i}}{P_{н.в} - \sum_{i=1}^n h_{в.е.i} S_{к.н.i}}. \quad (10)$$

Эксплуатационный коэффициент вскрыши при разработке углистой массы ( $K_{е.м}$ ):

$$\begin{aligned} K_{е.м} &= \frac{V_p - P_{в.з.м} + P_{н.в} - P_{е.в}}{P_{м.е}} = \frac{V_p - P_{е.в} \frac{n_{в.м}}{1 - n_{в.м}} + \sum_{i=1}^{n'_в} h'_{к.в.i} S'_{к.в.i}}{P_{е.в} \frac{1}{1 - n_{в.м}}} = \\ &= \frac{\left( V_p + \sum_{i=1}^{n'_в} h'_{к.в.i} S'_{к.в.i} \right) (1 - n_{в.м})}{P_{е.в}} - n_{в.м} = \frac{\left( V_p + \sum_{i=1}^{n'_в} h'_{к.в.i} S'_{к.в.i} \right) (1 - n_{в.м})}{P_{н.в} - \sum_{i=1}^{n'_в} h'_{к.в.i} S'_{к.в.i}} - n_{в.м}. \end{aligned} \quad (11)$$

В настоящее время, в условиях рыночной экономики известные методики смогут привести к неправильной оценке как выбора способа отработки, так и определения границ карьерного поля и, следовательно, к потерям полезных ископаемых.

**Выводы.** В современных условиях, обязательно при рассмотрении эффективности горного предприятия нужно учитывать стоимость инвестированного капитала, например, как это было показано немецкими специалистами в Мастер-плане [3]. Поэтому для определения экономической целесообразности добычи и переработки полезных ископаемых целесообразно применять методику финансово-математических усредненных издержек (ФМУИ), которая может использоваться и для расчета граничного коэффициента вскрыши.

## Литература

1. Дриженко А.Ю. Карьерные технологические горнотранспортные системы: монография. Днепропетровск: ГВУЗ «НГУ», 2011. 542 с.

2. Shustov O.O., Bielov O.P., Perkova T.I., Adamchuk A.A. Substantiation of the ways to use lignite concerning the integrated development of lignite deposits of Ukraine // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2018. № 3. P. 5 – 13. DOI:10.29202/nvngu/2018-3/6

3. Генеральный план развития буроугольной промышленности Украины (Мастерплан): пер. с немец. Laubag Consulting, 2000, 152 с.

**А.А. Шустов, А.А. Адамчук**

**Экологиялық экскаватор-автокөліктік комплексті қолдану бойынша техникалық шешімдердің дамуы**

**Аңдатпа.** Қоңыр көмірдің, көміртекті саздың, сондай-ақ терең қоңыр көмір кен орындары жағдайында көмір массасының қорын игеру кезінде аршу жұмысының коэффициентін есептеу әдісі жасалған. Ұсынылған әдіс көмірдің тауарлық қорын, тау жыныстарымен жанасу санын, зоналардың қалыңдығын, сондай-ақ қоңыр көмір мен көміртекті саздардың минералдар емес жыныстармен жанасу аймағын ескереді.

**Түйін сөздер:** аршу коэффициенті, қоңыр көмір кен орны, қоңыр көмір, көмір сазы, пайдалы қазбалар, қабаттар, өндірістік қорлар.

**A.A. Shustov, A.A. Adamchuk**

**Substantiation of the method for calculating the operating stripping ratio on the example of a brown coal deposit**

**Abstract.** The method for calculating the operating stripping ratio in the development of reserves of brown coal, carbonaceous clay, as well as coal mass in the conditions of deep brown coal deposits is developed. The presented method takes into account the commercial reserves of coal, the number of contacts with rocks, the thickness of the zones, as well as the area of contact of brown coal and carbonaceous clays with rocks that are not minerals.

**Keywords:** stripping ratio, brown coal deposit, brown coal, coal clay, minerals, seams, industrial reserves

УДК. [622.613.11/.13:621. 311.22:622.7].004.8

**А.А. Икол**

*Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,  
Украина, Днепр.*

## **ВОПРОСЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛЫ ТЭС**

**Аннотация.** В работе изложена актуальность проблемы переработки золы ТЭС, проанализированы формы имеющихся золоотвалов, выполнен анализ оборудования для их отработки. Показана предлагаемая схема, являющаяся объединением предлагаемых другими авторами схем по извлечению недожога угля, железо-, алюминий- и золотосодержащего компонента из золы. Также высказана идея об использовании получаемых при обжиге и газификации смеси золы и мелочи известняка угарного и углекислого газов для получения синтетического «природного газа» и использовании угарного газа в качестве восстановителя в доменном производстве и бескоксовой металлургии.

**Ключевые слова:** зола, золоотвал, флотация, магнитная сепарация, обжиг, газификация.

В настоящее время накоплено большое количество находящихся на отвалах золошлаковых отходов ТЭС. Они содержат большое количество несгоревшего угля, а также примеси алюминия, железа, золота, сырья для производства строительных материалов. В связи с этим в различных странах ведутся разработки в области переработки золы ТЭС с извлечением полезных компонентов. Золоотвалы могут быть в форме водоёмов, высохшие и затвердевшие. Золоотвалы в форме водоёмов могут быть отработаны с помощью экскаваторов-амфибий, земснарядов, насосов-землесосов. В частности могут быть применены амфибии типа Watermaster, оснащаемые сменным оборудованием для осуществления функций как

экскаватора, так и землесоса. Высохшие золоотвалы обрабатываются обычной экскавацией. Затвердевшие отвалы могут иметь различную крепость в зависимости от состава и времени после затвердевания. При преобладании кремнезёма и давнем затвердевании крепость может приближаться к  $f=14$ , а при преобладании недожога угля и недавнем затвердевании  $f \leq 6$ . При такой крепости могут быть применены фрезерные машины типа SM, KSM, Wirtgen. При этой крепости могут быть применены гидромолоты, гидравлические виброрыхлители – виброрипперы. Последние имеют более высокую производительность при пределе прочности при одноосном сжатии  $\sigma_{сж}$  до 100 Мпа.

Для пород крепостью до  $f=12$  могут быть применены машины типа Vermeer, но многие из них лишь разрыхляют. Для пород более высокой крепости могут быть применены гидромолоты, в частности Delta.

В предложенной схеме использована схема, предложенная специалистами Днепровской политехники ([1], [2]), предусматривающая классификацию, пенную флотацию с целью извлечения недожога угля, мокрую магнитную сепарацию с целью извлечения железосодержащего компонента. Схема дополнена предложенной в ряде публикаций ([3], [4], [5]) флотацией с целью выделения алюминийсодержащего, а затем золотосодержащего продукта. Эта схема описана автором в [7].

В предлагаемой схеме золосодержащая масса 1 подаётся на сгуститель(-ли) 2, откуда она поступает на грохот(-ы) 3, где разделяется по крупности 0,8 мм. Затем масса –0,8 мм направляется сепараторы 5 мокрой магнитной сепарации, с которых магнитный продукт идёт по назначению, а немагнитный – на гидроциклон(-ы) или другие аппараты (гидросайзеры, установки гидрогрохочения под давлением с регенерацией просеивающей поверхности электрогидроимпульсным способом) 6, где разделяется по крупности 50 мкм, фракция выше этого размера поступает на машины 7 пенной флотации, где выделяются пенный продукт, содержащий угольные включения и камерный продукт, практически не содержащий их. До сих пор мы вспомнили идеи, высказанные в [1]. Для повышения содержания угольного компонента в пенном продукте может быть применена вторая аналогичная флотация или другой процесс на аппаратах 8 в соответствии с рекомендациями [2].

Что касается фракции +0,8 мм, она поступает на мельницы 4, а с них, возможно и без мельниц, на вторую группу сепараторов мокрой магнитной сепарации 9. Магнитный продукт идёт по назначению, немагнитный продукт, а вместе с ним камерный продукт первых стадий флотации и возможно фракция –0,050 поступают на флотомашину(-ы) 10, где производится отделение алюминийсодержащего продукта, как это предложено в [5]. Алюминийсодержащий продукт идёт по назначению, а кек – на флотомашину(-ы) 11, где производится отделение золотосодержащего продукта, как предложено в [3] и [4].

Таким образом, получают следующие продукты: пенный углесодержащий продукт; магнитный продукт с двух групп магнитных сепараторов; алюминийсодержащий продукт; золотосодержащий продукт; кек последней стадии обогащения. Указанные продукты группируются, проходят обезвоживание в сгустителях (рис. 1).

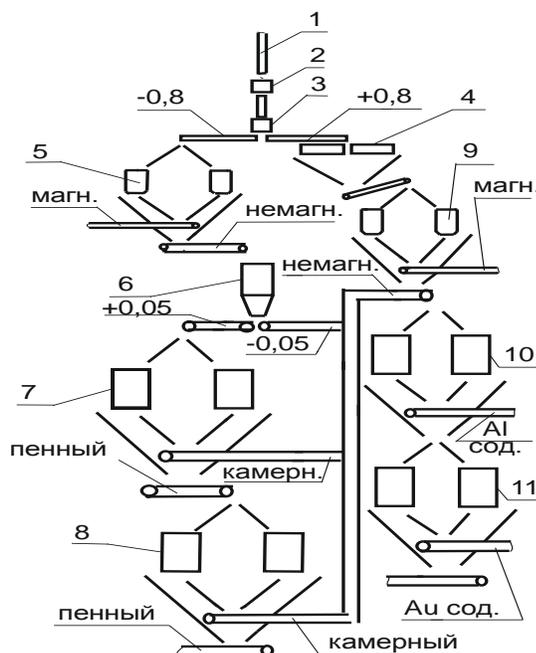


Рисунок 1 – Схема переработки золошлаковых отходов

Имеются публикации [6] об опробовании процесса обжига и газификации смеси золы и мелочи известняка с получением негашенной извести, сырья для строительных материалов, угарного газа, углекислого газа. Особенностью здесь является то, что в газы переходит углерод не только золы, но и известняка. Угарный газ является более эффективным по сравнению с природным, но взрывоопасен. При перспективе повышения единичной производительности и роста потребностей в извести возможно, предусмотрев получение водорода из воды или, если осуществимо, использовав водяные пары, получать синтетический «природный газ». Также при упомянутых выше факторах возможно вдувание угарного газа в ещё действующие доменные печи небольшой мощности и даже, при ещё большем повышении единичной производительности и увеличении объёмов производства извести – в агрегаты бескоксовой металлургии.

## Литература

1. Березняк А.А. Исследование обогащения золы-уноса ТЭС на пневматической флотомашине типа “Jameson Cell” /А.А. Березняк, А.С. Дрешпак, Н.Р. Глуховея//Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2019. – Вип. 74 (115). – С. 62 – 69.
2. Егоров П.А. Технология переработки зол тепловых электростанций/П.А.Егоров, А.А. Березняк//Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. Національний гірничий університет, Дніпропетровськ. – 2007. – Вип. 29 (70) – 30 (31). – С. 224 – 227.
3. Прохоров К.В. Разработка методов комплексной переработки золошлаковых материалов/К.В. Прохоров, Т.Н. Александрова//Проблемы недропользования. – 2017. – № 1. – С. 154 – 163.
4. Шабаров А.Н. Комплексное использование отходов переработки тепловых электростанций/А.Н. Шабаров, Н.В. Николаева//Записки Горного института. 2016. Т. 220. С. 607 – 610.
5. К.В. Прохоров. Исследование золошлаковых отходов ТЭЦ юга Дальневосточного региона с целью извлечения ценных компонентов/ГИАБ. – 2010. – №52. – С. 72 – 76.
6. В.Н. Долгополов. Системы Dalsica газифицируют золу угольных ТЭС, продукция –

энергосистемы, вяжущие для стройиндустрии и сорбенты очистки газов угольной энергетики, металлургии, ЖКХ/Академія будівництва України: журнал «БУДІВНИЦТВО. Наука. Проекти. Економіка», 2012, №1, с. 1 – 19.

7. Икол А.А. Обоснование технологических схем и оборудования для извлечения полезных ископаемых, содержащихся в золоотвалах ТЭС/Геотехнічні проблеми розробки родовищ: Матеріали ХVІІІ конференції молодих вчених (29 жовтня 2020 року, м. Дніпро). – Дніпро: ІГТМ ім. М.С. Полякова НАН України, 2020. – 122 с., с. 43 – 45.

**А.А. Ikol**

#### **Ash processing issues of tpp**

**Abstract.** The article describes the urgency of the problem of processing ash from thermal power plants, analyzes the forms of available ash dumps, and analyzes the equipment for their processing. The proposed scheme is shown, which is a combination of schemes proposed by other authors for the extraction of underburned coal, iron, aluminum and gold-containing components from ash. The idea of using carbon monoxide and carbon dioxide mixtures of ash and limestone fines obtained during roasting and gasification to produce synthetic "natural gas" and using carbon monoxide as a reducing agent in blast furnace production and coke-free metallurgy was also proposed.

**Keywords:** ash, ash dump, flotation, magnetic separation, roasting, gasification.

**А.А. Икол**

#### **ЖЭО-ның күлді өңдеу мәселелері**

**Андатпа.** Мақалада ЖЭО күлін өңдеу проблемасының өзектілігі сипатталған, бар күл үйінділерінің формалары талданған және оларды өңдеуге арналған жабдықтар талданған. Ұсынылған схема көрсетілген, бұл күлден көмірді, темірді, алюминийді және алтын компоненттерін алу үшін басқа авторлар ұсынған схемалардың жиынтығы. Синтетикалық «табиғи газды» өндіру үшін көміртегі тотығы мен көмірқышқыл газы қоспаларын күйдіру және газдандыру кезінде алынған күл мен әктас ұсақ қоспаларын пайдалану және көміртегі тотығын тотықсыздандырығыш ретінде домна пеші өндірісінде және кокссіз металлургияда қолдану идеясы сонымен қатар алға тартылды.

**Түйін сөздер:** күл, күл үйіндісі, флотация, магнитті бөлу, күйдіру, газдандыру.

УДК 622.023

**А.Балапанова**

*А.Е. Құттыбаев. т.ғ.к., қауымдастырылған профессор*

*SatbayevUniversity, Қазақстан, Алматы қ.*

[aidarasp@mail.ru](mailto:aidarasp@mail.ru)

#### **ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДЕГІ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫ МАССИВТЕРІНІҢ ЖАРЫҚШАҚТЫЛЫҒЫНЫҢ РӨЛІ**

**Андатпа.** Мақалада «Сарбай» карьердегі тау-кен массасын құрайтын табиғи бөлімшелер аттырылған жыныстардың сапасын алдын-ала болжаудың конструкциялық элементтері қарастырылды. Табиғи жарықтар арасындағы қашықтығы тау массасының табиғи бөліктерінің пайызын анықтау үшін және ол тау-кен кәсіпорындарының геологиялық есептері мен басқа да техникалық құжаттамаларында сенімді құрал ретінде қызмет етеді.

**Түйін сөздер:** табиғи жекелеген фракциялар, тау жыныстарының жарықшақтығы, блоктың өлшемі, тау жыныстарын ұсақтау сапасы.

Қазіргі нарықтық экономика шеңберіндегі тау-кен өнеркәсібіндегі жұмыстардың қазіргі жай-күйі жалпы шығындарды азайтуды және осы саладағы барлық кәсіпорындар жұмысының тиімділігін арттыруды талап етеді. Жылдамдықты арттыру және жобалау сапасын жақсарту бойынша озық шешімдерді енгізу кәсіпорынның жұмысына тікелей әсер етеді. Осыған орай

аттырылған тау-кен массасының гранулометриялық құрамын және оның құрылымын болжаудың оңтайлы әдістерін қолдану бұрғылап аттыру жұмыстарына және қазып-тиеуге жұмсалатын шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Тау жыныстарының массивтерінде әртүрлі бағыттағы және қалыңдықтағы жарықтардың болуы массивтің су өткізгіштігіне, әртүрлі мақсаттағы тау-кен қазбаларының тұрақтылығына, бұрғылау-жару жұмыстарының нәтижелеріне және т.б.елеулі әсер етеді.

Сонымен қатар, тау жыныстарының жарықшақтығы массив пен ұсақтап бөлудің шешуші факторы болып табылады. Массивтердің жарықтары неғұрлым көп болса, тау жыныстарын ұсақтау сапасы соғұрлым жақсы болады.

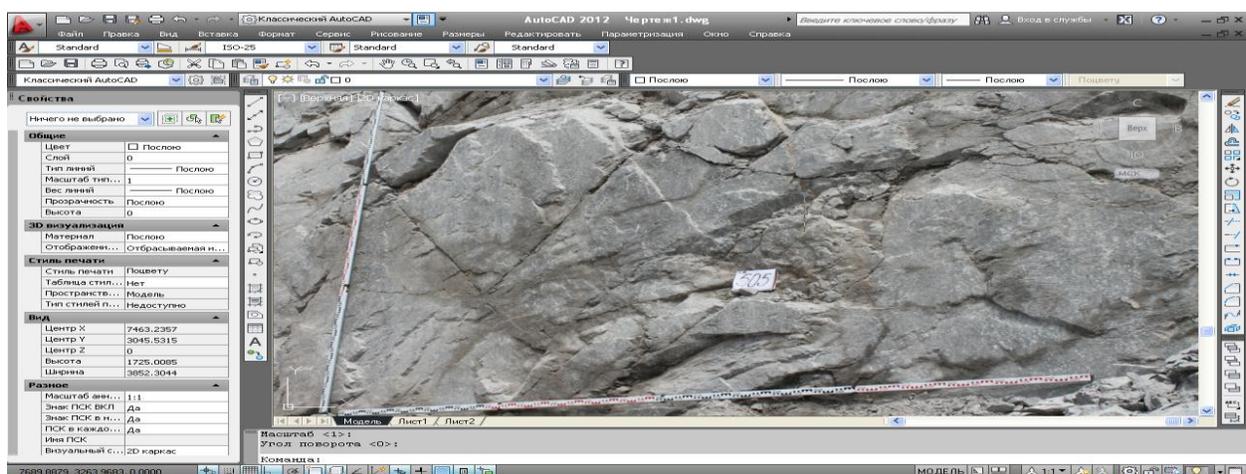
ҰҒА академигі Б.Р.Рақышев тау-кен ісінде алғаш рет тау-кен жыныстарының массивтерін олардағы табиғи бөлшектердің пайыздық мөлшерін көрсете отырып, блок бойынша жіктеуді ұсынған болатын. Соның нәтижелері бойынша Сарбай карьеріндегі тау жыныстарын жарықшақтығы блоктық бойынша жіктелді.

Осының негізінде мақалада табиғи бөлшектер арасындағы пайыздық мөлшерлерін анықтау мақсатында кемердің беткейлерін дәлдігі жоғары объектив арқылы және сандық фотоаппарат әрбір 2-5 метр араға салып фотоға түсірілді. Суреттерден толықтай акпараттарды алу мақсатында оларды (M1:100) масштабқа салынды. Кемердің беткейлерінің бір суреті шамамен олардың 19-32 процентін қамтыды, сонымен қатар кемердің беткейлерін суретке түсіруде оның табиғи жекелеген гранулометриялық құрамдарын толықтай бейнелейтін және барлық беттерге тән бөліктері таңдалып алынды.

Тау жыныстарының массивтерінде кемердің беткейлері бойынша табиғи бөліктердің гранулометриялық құрамдарын есепке алудың барлық процесстері келесідей операциялармен орындалып отырылды:

- фотоға түсірілген суреттері сканерлеу;
- сканерленген фотоларды AutoCAD -2020 жұмыс аймағына импорттау;
- фотосуретті масштабқа келтіру;
- фотосуретті өлшенген жолақтарға кезекпен бөлу;
- әр аталған масштабты жолақтарды және толықтай зерттелетін фотосурет аймақтарындағы жекеленген кесектердің аудандарын есепке алу;
- табиғи жекелеген әрбір фракциялардың белгілі бір тобтарына әр бір табиғи жекелеу тиістілігін анықтау;
- осы фотосуретке арналған тау жыныстардың гранулометриялық құрамдарын анықтап алу.

Фотосуреттерге 600 dpi рұқсатымен сканерлеу жүргізіліп отырылды, ол одан әрі AutoCAD-2020 бағдарламасындағы жұмыс аймағының көлемдері 0,01 метрден артық кесектерді нақтылап көруге мүмкіндік берді. Аталған жұмыстардан кейін стандартталған фотосуретте (102x152 мм) және сканерлеп алынғын бейнеде ұқсас маркшейдерлік рейкалармен алатын ұзындықтарды өлшеп алу арқылы тексерулер жүргізіліп отырылды (1- сурет). Егер алшақ үателіктер байқалса, онда қажетті түзетулер енгізіліп отырылды және одан әрі басқа кезеңдерге өтіп отырылды.



1- сурет – Сарбай карьеріндегі 340-360 деңгейжик бойынша фотосуреті

Суреттің ауданы 3x3 м<sup>2</sup> құрайды және бұл өлшеуіш фотосуреттегі маркшейдерлік рейканың өлшемдері негізінде жасалды. Одан әрі белгіленген төрт нүктелер негізінде (маркшейдерлік рейка ұштары) төртбұрыштар бейнеленіп алынды. AutoCAD-2020 -дағы жекеленген масштабты жолақтардағы әрбір табиғи жекеленген аудандар есепке алынды және қалған жолақтар бойынша табиғи жекеленген аудандар, одан кейін барлық толықтай зерттелетін аймақтардың аудандары өлшеніп отырылды. Қарапайым құрылымды блок өлшемдері блокты құраушы жүйелердің көрші жатқан жарықтар арасындағы қашықтық негізінде анықталып отырылды, сонымен қатар тау-кен жыныстарындағы массивтердің блоктығы бойынша жіктелді және оны 1-ші кестеге келтірдім.

1 кесте – Тау-кен жыныстары массивтерінің блоктылығы бойынша жіктелуі

Блоктылық бойынша массивтердің класстары	Блоктылық бойынша массивтер (жарықшақтық дәрежесі)	Массивтегі (%) мөлшері бөліктердің (м) құрамы							Жекеленген орташа диаметрі, м
		< 0.20	0.21 – 0.40	0.41 – 0.60	0.61 – 0.80	0.81 – 0.100	1.01 – 1.20	>1.21	
I	Ұсақ блокты (өте жарықшақты)	82,1	10,2	7,1	0,6	0,2	-	-	0.15
II	Орташа блокты (қатты жарықшақты)	48,0	27,0	10,5	6,0	4,2	3,3	1,0	0.31
III	Ірі блокты (Орташа жарықшақты)	29,4	20,3	14,1	11,7	10,5	8,7	5,3	0.50
IV	Өте үлкен (аз жарықшақты)	17,6	16,0	14,7	13,1	12,6	12,9	13,1	0.69
V	Аса ірі блокты (іс жүзінде монолиттелген)	-	3.0	8.0	13.0	18.0	26.0	32.0	1.00

Таужыныстары массивтерінің блоктық бойынша жіктелуі нәтижесі бойынша біз таужыныстар массивіндегі жарылғыш зат зарядтарының орналасу параметрлерін есептеу үшін кестені толтырамыз, дәлірек айтсақ, 2 - суретте көрсетілгендей, бағдарламаның сол жағында орналасқан ұяшықтарға қарастырылып отырған таужынысы мен жарылғыш заттар қасиеттерінің кестелік деректерін енгіземіз. Бұл кестелік мәндері нақты уақыт режимінде өзгеруі мүмкін.

Параметры расположения зарядов ВВ

Название породы  
Диорит-порфирит

Свойства пород и ВВ

Плотность породы, кг/м <sup>3</sup>	2830
Скорость звука, м/с	5100
Предел прочности на сжатие, МПа	190
Предел прочности на растяжение, МПа	16
Коэффициент Пуассона	0,24
Плотность ВВ, кг/м <sup>3</sup>	1000
Скорость детонации, м/с	4300
Радиус скважины, м	0,125
Высота взрываемого блока, м	15
Вместимость единицы длины скважины, кг/м	44
Число рядов в скважине, шт	4

2 - Сурет – Тау-кен жыныстары массивіндегі жарылғыш зат зарядтарының орналасу

Қорыта келгенде, тау жыныстарының жарықшақтығы массив пен ұсақтап бөлудің шешуші факторлары БАЖ ғылыми негізделген технологиялары аттырылған таужыныстарының қажетті кесектіліктерін, олардың аттырылған таужыныстары қосымасында жинақы орналасуын қамтамасыз етеді. Нәтижесінде бұрғылау жұмыстарының көлемі 15-20% - ға, ЖЗ үлес шығыны 12-15% - ға азайтылады, соның негізінде еңбек өнімділігі жоғарылайды.

#### Әдебиет

1. Ракишев Б.Р., Машанов А.А., Абдылдаев Э. К. Структура массива и деформируемость горных пород. Алматы, 2011. – 281с.

2. Ракишев Б.Р. Автоматизированное проектирование и производства массовых взрывов на карьерах: - Алматы: «Ғылым», 2016. -340 с.

3 Ракишев Б.Р. Автоматизированное проектирование параметров и результатов массовых взрывов на карьерах: Учеб. пособие: - Алматы: КазНТУ, 2008. 125 с.

4. Құттыбаев А., Саменов Г.К., Кожантов А., Хусан Б. Карьердегі атып жару жұмыстарының тиімді технологиясын таңдау // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе, их научное и кадровое сопровождение». - Алматы: КазНТУ, - 2014. - С. 277-280.

5. Rakishev, B.R., Orynbay, A.A., Auezova, A.M., Kuttybaev, A.E. Grain size composition of broken rocks under different conditions of blasting. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019 (8), pp. 83-94. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-83-94.

**Балапанова А., Куттыбаев А.Е.**

#### Роль трещиноватости массивов горных пород в технологических процессах

**Аннотация.** В статье рассмотрены конструктивные элементы прогнозирования качества горных пород, в которых задействованы природные подразделения, составляющие горную массу в карьере "Сарбай". Расстояние между естественными трещинами служит надежным инструментом для определения процента естественных частей горной массы и в геологических расчетах и другой технической документации горнодобывающих предприятий.

**Ключевые слова:** естественные отдельные фракции, трещиноватость горных пород, размер блока, качество дробления горных пород.

Balapanova A., Kuttybayev A.E.

**The role of rock mass fracturing in technological processes**

**Abstract.** The article considers the constructive elements of forecasting the quality of rocks, which involve the natural divisions that make up the rock mass in the Sarbay quarry. The distance between natural cracks serves as a reliable tool for determining the percentage of natural parts of the rock mass and in geological calculations and other technical documentation of mining enterprises.

**Keywords:** natural individual fractions, rock fracturing, block size, rock crushing quality.

УДК 622.23

**А.Б.Қыдырбай, магистрант, Е.Бекболат, магистрант**  
*А.Е. Құттыбаев, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор*  
*SatbayevUniversity, Қазақстан, Алматы қ.*  
[kydyrbaev\\_97@mail.ru](mailto:kydyrbaev_97@mail.ru)

**«АРАЛТӨБЕ» КАРЬЕРІНДЕ БҰРҒЫЛАП АТТЫРУ ЖҰМЫСТАРЫН  
ОҢТАЙЛАНДЫРУ**

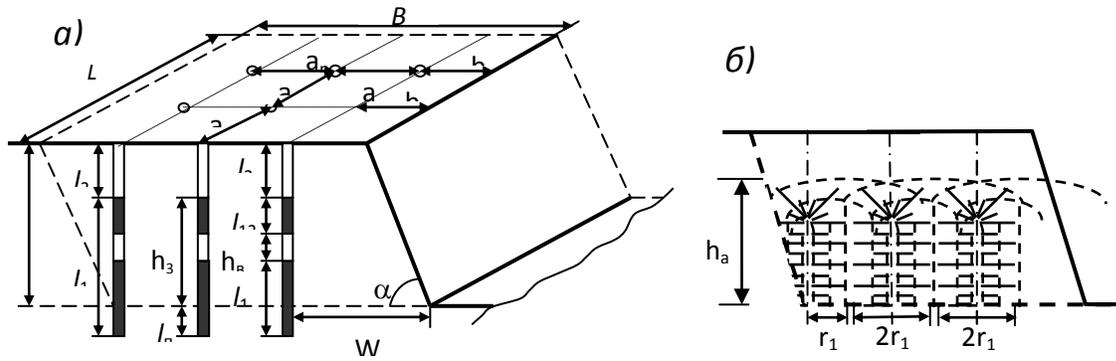
*Андамна.* Мақалада «Аралтөбе» карьері кемерлеріндегі зарядтардың орналасуының параметрлерін автоматтандырылған жобалау негізіндегі жарылыс жұмыстарының жаңғыртылған технологиялары негізінде жарылыстың тиімділігін арттыру және қопарылып аттырылған таужыныстары массасының гранулометриялық құрамдарын автоматты түрде болжау қарастырылды.

**Түйін сөздер:** Бұрғылап-аттыру жұмыстары, ұсақталу сапасы, ұңғыма, заряд, көлбеу ұңғымалар, қопсыма ені.

«Аралтөбе» кенорны Кіші Қаратау фосфорлы бассейнінің солтүстік–батыс жағында, Жаңатас қаласының оңтүстік–батыс жақ өңірінен 15 км жерде орналасқан. Кенорнының және ауданның рельефі солтүстік–батыс жақ бағыты бойынша созылып жатқан аласарық таулардан және жазықтықтардан тұрады. Таужыныстары метаморфты, жасыл-сұрланған серицит-хлориттенген сланецтерден, филиттермен, құмтастар мен слюдалы сланецтармен және көптеген түрлі кварцтармен ұсынылған.

Бұрғылау-аттыру жұмыстарын жүргізу барысында таужыныстарының қопарылудың тиімділігі олардың әртүрлі физико-механикалық қасиеттері негізінде анықталады. Аттыру процессінде тау-кен жыныстарының бірқалыпты ұсақталуының сапасын көтеру – ол сілемдегі жарылғыш заттардыды біркелкі орналастыруға негізделген. Осы мақсатта біздің жағдайда, жарылғыш заттардың зарядтарын орналастыру әдістерімен, олардың пішіндерімен және мөлшерілермен ерекшеленетін жарылыстың әдісі – ол ұңғылық зарядтар әдісі қабылдап алынды, онымен қатар бұрғылау әдісі негізінде - батырма пневмосоққылағышпен ұңғымаларды бұрғылау әдісі қабылдап алынды. Бұрғылаудың осы әдісі көптеген карьерлерде 105–400 мм диаметрі тік және көлбеу ұңғымаларды бұрғылау кезінде кеңінен қолданыс табады [1,2].

«Аралтөбе» карьері бойынша массалық жарылыстың параметрлерін жобалауға арналған бастапқы мәліметтер үшін тау жыныстар массивінің жарылатын блогының өлшемдері: ұзындығы (L), ені (b), биіктігі (h); құрылымдық сипаттамалары (жарықшақтығы,  $r(x_1)$ ,  $r(x_2)$ , ...,  $r(x_n)$  массивіндегі табиғи жарықшақтардың гранулометриялық құрамы, табиғи жарықшақтардың орташа диаметрі  $d_e$ ), серпінділік (с дыбысының тығыздығы, с дыбысының жылдамдығы, Пуассон коэффициенті) және тау жыныстардың беріктік қасиеттері (СЖ сығылу беріктігінің шегі, созылу беріктігінің шегі  $p$ ); (тығыздық, детонация жылдамдығы  $d$ , детонация өнімдерінің бастапқы қысымы (ПД)  $P_H$ ) қарастырылды және ол 1 – суретте келтірілді.



1 сурет – ұңғымалар параметрінің сұлбасы

Жарылғыш блокта ЖЗ зарядтарын кеңістікте орналастыру параметрлерін белгілеу қажет: ұңғыманың диаметрі  $d_0$ , кемер табаны бойынша кедергі сызығы  $W$ , ұңғымалар арасындағы қашықтық  $a$ , ұңғымалар қатарлары арасындағы қашықтық  $a_r$ , ұңғымадағы  $L_1$  зарядының ұзындығы, кертпеш табаны деңгейінен жоғары  $H_3$  зарядының ұзындығы, ұңғыманың зарядталмаған бөлігінің ұзындығы  $l_2$ , бұрылу ұзындығы  $l_p$ , ауа аралығының ұзындығы  $h_{в.п}$ ), ұңғымадағы заряд массасы  $m$ , ЖЗ зарядының әр түрлі жарылатын топтары арасындағы баяулау уақыты «Рациональные параметры БВР» бағдарламасы бойынша авоматты түрде анықталып 2 – суретте келтірілді.

Параметры расположения зарядов ВВ	
Линия сопротивления по подошве уступа, м	9,89
Расстояние между скважинами, м	7,62
Расстояние между рядами скважин, м	7,62
Длина заряда над уровнем подошвы уступа, м	8,66
Длина незаряженной части скважины, м	6,34
Длина перебура скважины, м	1,84
Длина заряда в скважине, м	10,5
Глубина скважины, м	16,84
Число частей заряда	2,1
Масса заряда, кг	462
Скорость перемещения стенок полости, м/с	150,5
Время замедления, с	0,02
Удельный расход ВВ, кг/м <sup>3</sup>	0,49

2 – сурет «Рациональные параметры БВР» бағдарламасы бойынша БАЖ параметрлерін есептеу нәтижесі

Қопсылған тау-кен жыныстарының кесектілігі:

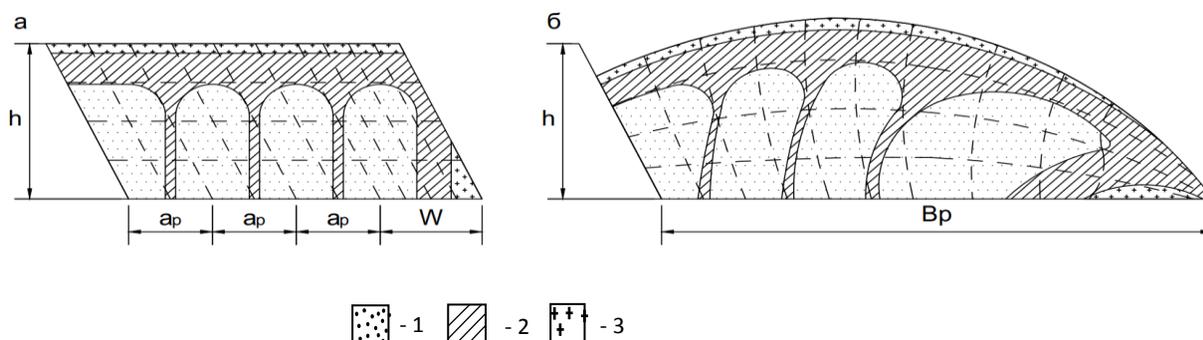
$$d_{cp} = \frac{0,6}{\frac{1}{l_{cp} + 100 + d_c} + \frac{300 + H_y}{Q_{op}}}, \text{ м.} \quad (1)$$

Бұрғыланып аттырылған тау-кен жыныстары үйлімдерінің көлемдері

$$V_{қж} = V_{ж1} + V_{ж2} + V_{ж3} + V_{ж4} = \text{м}^3 \quad (2)$$

Тау-кен жыныстарының қопсуының коэффициенті:

$$K_k = V_{қж} / S_{б.б} \quad (3)$$



4 сурет – үш қатарлы жарылыс кезінде ұсақталу аймақтарын орналасуы.

Ұсақтау аймақтары: 1-ұсақ, 2-орташа, 3-ірі

Мақалада тау-кен жыныстарын бұрғылап-аттырудың жұмыстарын өте жоғары деңгей бойынша жүргізуді қанағаттандыру мақсатында, бұрғылап-аттыру жұмыстарының экономикалық жағынан тиімділігін, өнімділігі жоғары бұрғылау станогын таңдап алу, экономикалық тиімді зарядтың түрлерін таңдап алу, ұңғымалардың тиімді параметрлерін анықтап алу, бұрғыланатын блоктағы оқтамдарды орналастырудың тиімді тәсілімен олардың аттыру сұлбаларын қабылдап алу және негіздеу процесстері жүйелі түрде есептелген [3-5].

Зерттеулерден алынған нәтижелер – атып жару жұмыстарының тиімді технологиясын таңдау негізінде атып қопарылған жыныстардың қажетті кесектілігін, олардың үйіндіге тұтас орналасуына әсер етеді және олар қазып-тиеу және көліктік жабдықтарының өнімділігін 15-20 % арттырып, карьер өнімдерінің бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыздандырады.

#### Әдебиет

1. Ржевский В.В. Открытые горные работы. - М.: Недра, 1985. Ч.2. – 550с.
2. Ракишев Б. Энергоемкость механического разрушения горных пород. Алматы: Баспагер, 1998. – 210 с.
3. Хусан Б., Куттыбаев А.Е., Саменов Г.К., Кожантов А.У. // Практика ведения взрывных работ на месторождении Жомарт // Труды II-международной научной конференции «Высокие технологии – залог устойчивого развития». - Алматы, 2013. - С. 242-244.
4. Құттыбаев А., Саменов Г.К., Кожантов А., Хусан Б. Карьердегі атып жару жұмыстарының тиімді технологиясын таңдау // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе, их научное и кадровое сопровождение». - Алматы: КазНТУ, - 2014. - С. 277-280.
5. Rakishev, B.R., Orynbay, A.A., Auezova, A.M., Kuttybaev, A.E. Grain size composition of broken rocks under different conditions of blasting. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019 (8), pp. 83-94. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-08-0-83-94.

**А.Б.Қыдырбай, Е. Бекболат., А.Е.Куттыбаев.  
Оптимизация буровзрывных работ на карьере «АРАЛТОБЕ»**

**Аннотация.** В статье рассмотрено повышение эффективности взрыва на основе модернизированных технологий взрывных работ на основе автоматизированного проектирования параметров расположения зарядов на уступах карьера «Аралтобе» и автоматическое прогнозирование гранулометрических составов масс взрывоопасных пород.

**Ключевые слова:** буровзрывные работы, качество дробления, скважина, заряд, наклонные скважины, ширина разрыхления.

**А.В. Kydyrbai., E. Bekbolat., A.E.Kuttybayev.  
Optimization of drilling and blasting operations at the «ARALTOBE» quarry.**

**Abstract.** The article considers the improvement of the explosion efficiency based on the upgraded technologies of blasting operations based on the computer-aided design of the parameters of the location of charges on the ledges of the «Araltobe» quarry and the automatic prediction of the granulometric compositions of explosive rock masses.

**Keywords:** drilling operations, crushing quality, borehole, charge, inclined Wells, dredging width.

УДК 622.242.2

**А.Б. Шоныбас**

*Научный руководитель – С.В. Турсбеков, доктор технических наук, профессор  
Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы  
[shonybassov@mail.ru](mailto:shonybassov@mail.ru)*

**ВНЕДРЕНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ САМОХОДНЫХ МАШИН ДЛЯ  
ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ДОБЫЧИ ХРОМОВЫХ РУД НА  
ПРИМЕРЕ ДОНСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА**

**Аннотация.** Республика Казахстан по подтвержденным запасам хромовой руды в мире занимает второе место. Данная статья рассматривает внедрение высокопроизводительных самоходных машин для повышения производительности при добыче хромовых руд на примере Донского горно-обогатительного комбината

**Ключевые слова:** хромовая руда, добыча, высокопроизводительные самоходные машины, месторождение, горно-обогатительного комбинат, горнодобывающее предприятие.

Месторождения хромовых руд, разрабатываемые и рассматриваемые в данной статье, расположены в Хромтауском районе Актюбинской области в непосредственной близости от г. Хромтау.

Задачами горного предприятия являются максимальное и комплексное извлечение полезного ископаемого из недр земли, также обеспечение рабочего персонала безопасными условиями труда.

Для выполнения задач горному предприятию необходимо внедрять принципиально новое высокопроизводительное оборудование и прогрессивную технологию, что позволит повысить производительность предприятия и улучшить условия труда при добыче полезных ископаемых из недр.

Донской ГОК является одним из крупных и передовых горнодобывающих предприятий Казахстана. Разработка рудника Донского ГОКа осуществляется самообрушением по очистному пространству с донным выпуском руды. Отбитая хромовая руда под действием силы тяжести опускается по очистному пространству к выпускным выработкам, где с помощью скреперной лебедки отбитую хромовую руду загружают в вагонетки и транспортируют до круговых опрокидывателей вагонеток. По вертикальным восстающим руда подается на дробление.

Дробленную руду грузят через дозаторы в скипы, которая доставляет руду по шахтному стволу на поверхность.

Как и у большинства горно-обогатительных комбинатов у Донского ГОКа имеется ряд проблем требующих современных решений. Одной из таких проблем является увеличение глубины разработки за счет чего и увеличивается расстояние транспортирования что влечет за собой дополнительные затраты и снижение производительности предприятия. Для решения данной проблемы в статье предлагается рассмотреть вариант внедрения высокопроизводительных самоходных машин для повышения производительности, также их внедрение будет сопутствовать созданию высокопроизводительного современного рудника.

Модернизация уже существующих обрабатываемых блоков будет нецелесообразна. Так как возникнет ряд проблем, связанный с увеличением сечения подготовительных и откаточных выработок, затраты на возведении новой крепи, демонтаж железнодорожных путей, остановка разработки блока которая влечет за собой экономические убытки.

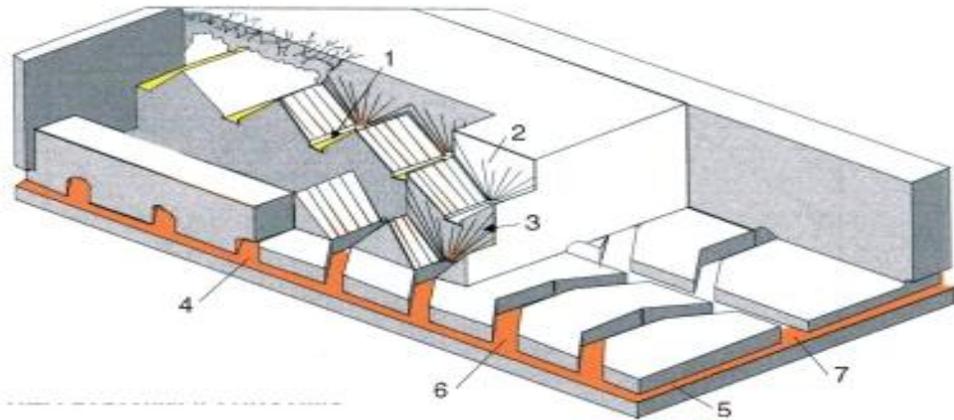


Рисунок 1 - Горизонты подсечки и основания блока на руднике Премьер

1 - буровая выработка; 2 - формирование подсечки; 3 - формирование траншеи; 4 - погрузочный орт-заезд; 5 - транспортный орт; 6 - транспортный штрек; 7 - доставочный штрек

При разработке нового блока предлагается самообучающаяся система разработки с донным выпуском руды и с использованием на доставке мощных ПДМ. Подсечка руды будет осуществляться зубчатая, на примере рудника Премьер (компании De Beers, ЮАР). Откатка руды по доставочным выработкам будет осуществляться ПДМ (погрузочно-доставочная машина), за счет чего размеры сечения выработки будут превышать стандартных используемых сечении на Донском ГОКе. Крепление пунктов выпуска руды, то есть погрузочный орт-заезд будет осуществляться комбинированным видом крепления: анкерная, металлическая арочная и фибробетонная затяжка. Допуск к пункту выпуска руды будет двухсторонний. Существует возможность двух вариантов доставки руды с пункта выпуска руды на дробилку:

1. ПДМ осуществляет разгрузку непосредственно на центральную дробилку.

2. ПДМ осуществляет разгрузку на ближайший восстающий, через которого руда под гравитационной силой доставляется до вагонеток, оттуда вагонетки с откидными днищами доставляют руду на склад, где дозатор отправляет руду на дробление в дробилку.

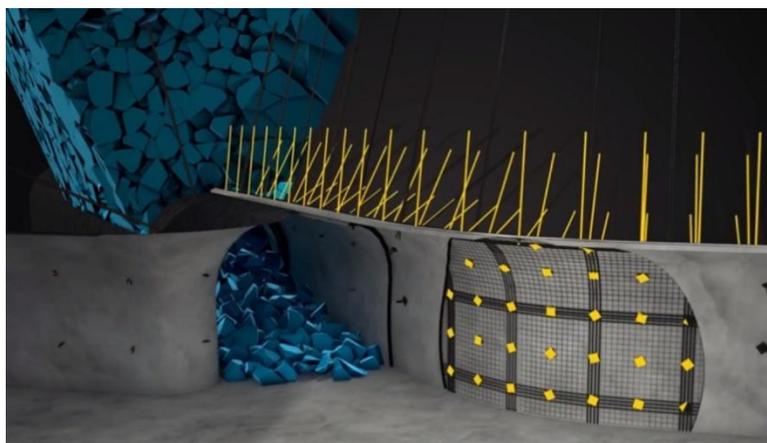


Рисунок 2 - Крепление погрузочного орт-заезда

Данная комбинация крепления необходима по причине проведения на данных объектах взрывных работ по вторичному дроблению ликвидации завесания.

В ходе 4-й промышленной революции технологии нужно понимать, что когда-то в свое время эффективные оборудования, машины и технологии уже на сегодняшний день не являются актуальными и не обеспечивают необходимую производительность. Так как требование рынка меняется в зависимости от динамичного прогресса в технологии.

Существуют широкий диапазон горной техники, в зависимости от горно-геологических условия использования. При подземном способе добыче имеется возможность использования самоходного оборудования с такими типами ходовой части как: пневмоколесный, колесно-рельсовый, по типу привода: электрический, пневматический, дизельный, по приводу рабочих агрегатов : пневматический, электрический, гидравлический, электро-гидравлический. Кроме того, в последнее время на подземных рудниках все более широкое применение находят машины модульного комплектования, обеспечивающие многофункциональность при выполнении рабочих операций и быстрый их ремонт.

Предлагается использование ПДМ с электрическим приводом на колесном ходу. Электрический ПДМ дает возможность работать без больших затрат на дизельное топливо, вентиляцию и обеспечит высокую производительность. На Донском ГОКе уже применяется железнодорожная откатка, то есть система вентиляции шахт не предусматривает высокую степень загазованности. При внедрении дизельного погрузчика значительно увеличатся затраты на вентиляцию.

Scooptram ST7 Battery — высоконадежная ПДМ с грузоподъемностью 6,8 тонн, спроектированная для большой производительности, высокая грузоподъемность, проверенная силовая передача и регулирование тягового усилия, ускоряющего загрузку. При этом обеспечивается большая производительность. «Epiroc». К дополнению к погрузчику есть возможность приобретения стационарного пункта для замены питательных аккумуляторов ПДМ от компании «Epiroc», что позволит работать оборудованию практически бесперебойно.

Внедрение высокопроизводительных самоходных машин решат вопрос производительности и безопасности. Ведь промышленная деятельность ставит высокий акцент на безопасности своих сотрудников и так же всегда рассматривают возможность повышения производительности. Данные самоходные высокопроизводительные машины обеспечат своих операторов всеми удобствами и высокими новыми технологиями что облегчат работу и повысят производительность.

#### Литература

1. <https://www.epiroc.com>

2. <https://mining-media.ru/ru>
3. <https://www.erg.kz/ru>
4. <https://mining-media.ru>

**A.B. Shonybas, S.V. Tursbekov**

**Introduction of high-performance self-propelled machines to increase productivity in the production of chrome ores on the example of the Donskoy Ore Mining and Processing Plant**

**Abstract.** The Republic of Kazakhstan ranks second in the world in terms of confirmed reserves of chromium ore. This article examines the introduction of high-performance self-propelled machines to increase productivity in the production of chrome ores on the example of the Donskoy Ore Mining and Processing Plant.

**Keywords:** chrome ore, mining, high-performance self-propelled machines, deposit, mining and processing plant, mining enterprise.

**А.Б. Шоныбас, С.В. Турсбеков**

**Дөң тау-кен байыту комбинаты тәжіребесіне сай хром кендерін алу кезіндегі өнімділікті арттыру үшін жоғары өнімді өздігінен жүретін машиналарды енгізу**

**Аңдатпа.** Қазақстан Республикасы хром кенінің расталған қорлары бойынша әлемде екінші орын алады. Бұл мақалада Дөң тау-кен байыту комбинаты мысалында (тәжірибесіне сай) хром кендерін алу кезінде өнімділікті арттыру үшін жоғары өнімді өздігінен жүретін машиналардың енгізілуі қарастырылады.

**Түйін сөздер:** хром рудасы, тау-кен өндірісі, өздігінен жүретін жоғары өнімді машиналар, кен орны, тау-кен байыту комбинаты, тау-кен өндіру кәсіпорны.

ӘОЖ 622.271

**А.Жапарова**

*Ғылыми жетекшісі – А.Е.Құттыбаев, техн.ғылым.кандидаты,*

*Тау-кен ісі кафедрасының ассоц. профессоры, Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*  
[aidanazhaparova8@gmail.com](mailto:aidanazhaparova8@gmail.com)

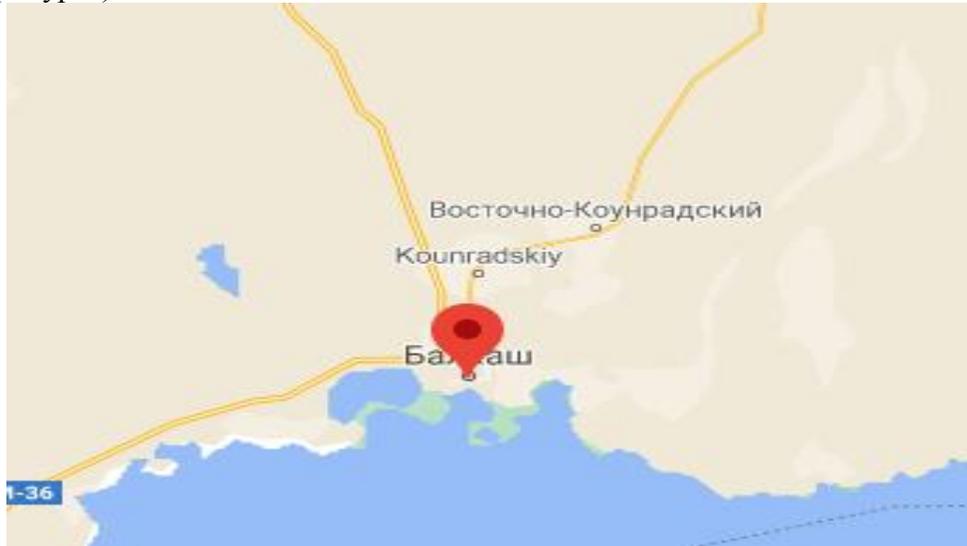
**ҚОҢЫРАТ КАРЬЕРІНДЕ ОР ЖОЛДАРДЫ САЛУДАҒЫ  
МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАР**

**Аңдатпа.** Мақала «Қазақмыс» корпорациясына қарасты Қоңырат кен орнының тарихы, геологиясы және ашық тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы баяндалған. Сонымен қатар, карьерге кіру ор жолдардын салудағы маркшейдерлік жұмыстарды жүргізуге және қолданылатын заманауи аспаптар қарастырылған.

**Түйін сөздер:** Қоңырат кен орны, карьері, тау-кен жұмыстары, ор жолдар, маркшейдерлік қамтамасыз ету, заманауи аспаптар.

**Кіріспе.** Халқымыздың ұлы перзенті, заманымыздың заңғар ғалымы Қ.И.Сәтбаевтың ұланғайыр мол мұрасының ішінде ауызға алғаш ілінетін еңбектерінің бірі - «Орталық Қазақстанның болжамдық металлогениялық картасы». Металлогенияның практикалық геологияда алатын орны да еренкше. Өйткені «қандай кенді қай жерден іздеудің тиімді» деген маңызды мәселеге бағыт-бағдар сілтейтін бірден-бір геологиялық ғылымның саласы – осы металлогения. Орталық Қазақстанның мыс кен орындары, оның ішінде Жезқазған өңірінің Қоңырат, Бозшакөл, Саяқ, Шатыркөл, Орлов, Сарыоба сияқты мысы – Сәтбаевтың игілікті ісі дер едік. Бүгінгі 12 сәуір күні «Сәтбаев оқулары-2021» ге, оның аясында Қаныш Имантайұлының үзенгілес замандасы, аты әлемге әйгілі тау-кен инженері-геолог Ақжан Машановтың туғанына 115 жыл толуына орай ұйымдастырылып отырған шараға қатысқанымыз біздер- *Satbayev University* студенттері үшін зор мәртебе деп білеміз.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** «Қоңырат» мыс кен орны Қараоғанды облысы Балқаш қаласынан солтүсікке қарай 17 шақырым жерде орналасқан. Сексен жылдан астам тарихы бар Балқаш қаласының салынуына себепкер болған – осы жер қойнауы мыс қорын бөктеріп жатқан Қоңырат екендігін көп адам біле бермейді.. Уақыт озған сайын дүние өзгеріп, алып құрылыстар бой көтеруінің бастауында Қазақстан түсті металлургиясының қайнар көзі Қоңырат кен орнының тұрағанын, және Балқаш қаласы Қоңыраттан басталатындығын естен шығармау керек деп білеміз (1-сурет).



1-сурет. Қоңырат кен орнының географиялық орны

Қоңыраттың геологиялық-экономикалық тұжырымдамасын 1928 жылы инженер-геолог М.Русаков жасаған және сол жылдан бастап барлау жұмысын жүргізу барысында Қоңырат өзінің қоры сол кездегі мыс кен орындарынан асып түсетіндігін дәлелдеді.

Қазмойын бұрғылау мұнаралары 1929 жылы барлау жұмыстарын бастады. Осы үш жылдық барлау жұмыстарына екі жарым миллионға жуық қаржы жұмсалды. Сонымен, іс оң нәтиже беріп шыққан қыруар қаржыны кеніш ақтады. Көп кешікпей Қоңырат кен орнын игеру қолға алынды және «Прибалхашстрой» басқармасы 1931 жылы қазан айында құрылды. 1938 жылдың 24 қараша айында алғашқы мыс алынды және барлық жаһан назары Балқашқа ауды. Балқаш мысының тұңғыш құймасы Мәскеудің «Революция» мұражайына қойылды. Осылайша, Қоңырат кен орнын игерудің арқасында Қазақстанның түсті және бағалы металдар өндірісі аса көрнекті өнеркәсіпке айналды.

Белгілі мемлекет және қоғам қайраткері Дінмұхамед Қонаевтың еңбек жолы осы Қоңыратпен тығыз байланысты. Ол 1936 жылы Мәскеудегі түсті металдар институтын аяқтағаннан соң Қоңырат кенішіне жұмысқа келіп, қатардағы балташыдан бастап кен басқармасының бастығына дейінгі жолдан өткендігі тарих бетінде жазылған. Мұндай тарихты біреу білсе, біреу білмейді.

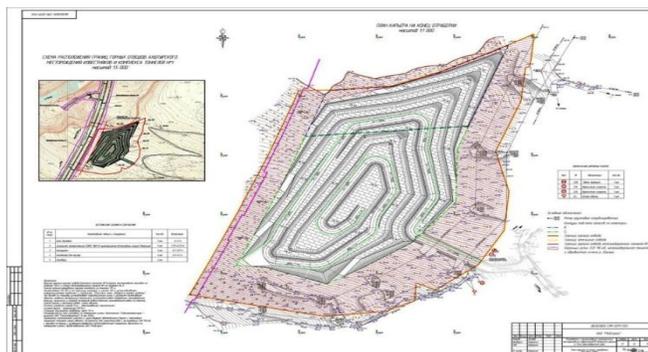
«Қазақмыс» корпорациясы Балқаш кен-байыту фабрикасында өңдеу үшін қаржы бөліп, 2008 жылы тоқтап қалған Қоңырат кенішіндегі тау-кен жұмыстарын қайдадан жандандырды. Кен орны шамамен 9 жыл бойы пайдаланылатын болады деп жобалауда. Карьердегі тау-кен жұмыстары карьердің шығыс және оңтүстік-шығыс бөліктерінде жүргізілуде. Бүгінде «Қоңырат» карьерінің тереңдігі 420 м, кетпештерінің биіктігі 15-30м аралығында. Карьер беткейлері құама бұрыштары жоғарғы горизонттарда 50°, ал төменде -60-65° тең (2-сурет). Рудалы тау жыныстарын уатып қопару бұрғылап-жару жұмыстары (БЖЖ) арқылы жүзеге

асырылады, тау-кен массасы карьерлік автокөліктерге тиеліп, теміржол арқылы Балхаш байыту фабрикасына тасымалданады.



2-сурет. Қоңырат карьерінің бір жақ көрінісі

*Ор жолдарды салудағы маркшейдерлік жұмыстар.* Карьер құрылысын салу арнаулы мекемелер жасаған жобалар негізінде жүргізіледі. Техникалық жоба жасар алдында (3-сурет), карьер салынатын жер және тау-кен жұмыстары жүретін жерлердің орынын бөлу, анықтау құжаттарын жасайды. Жобаға кіретін құжаттар: қазба-байлық орынының геологиялық есебі, кен орынының есебі және геологиялық сызба құжаттары; топогеодезиялық есеп, сызба жұмыстарының есебі, мұнда ір масштабты пландар, тірек және түсірім торларының жүйесі, координаталар каталогы кіреді. Маркшейдер жобаны жан-жақты қарап, оның топографиялық және графикалық құжаттарымен танысып, қабылдап алады.



3-сурет. Карьер ор жолдарының жобасы

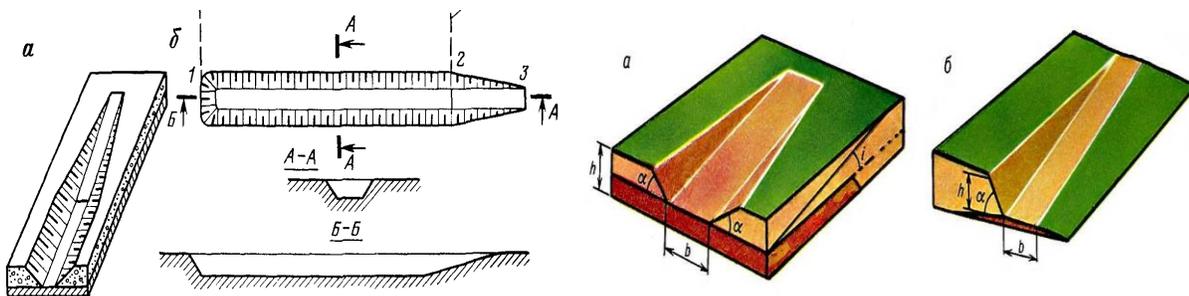
Карьерге түсу ор жолын жер бетінде белгілеу, карьерді салуды бастамастан бұрын іске асады. Ол жұмыстарды орындау үшін маркшейдер мынандай жоба құжаттарын пайдаланады:

1. Ор жолды салатын жердің 1:1000 масштабтағы планы. Бұл планда салатын ор жолдың барлық жобалық шамалары көрсетіледі: оржолдың етегі мен жиегі, осі, бұрылу бұрышы, бұрылу радиусы, тірек нүктелерінің координаталары мен бастапқы қабырғаның дирекциондық бұрышы;

2. Ор жолдардың 2D және 3D сызбалары (қималары) жасалынады (4-сурет). Қимада жер бетінің профилі және оржол табанының жобалық еңкіштігі, биіктіктері қоса көрсетіледі;

3. Ор жолдың көлденең қимасы, жер бедерінің профилі, кемерінің, табанының орналасулары және биіктік шамалары мен кемерінің құлау бұрышы беріледі.

4. Жарылыс қазбалары орналасқан пландар.



4-сурет. Ор жолдардың 2D және 3D сызбалары

Оржолдар жүргізілетін тау-кен жыныстарының сыныптамасына, жер беті бедеріне, сонымен қатар қолданылатын механикалық жабдықтар түрлеріне байланысты қазып алудың әртүрлі әдістері бар және қазудың қандай әдісі қолданса да маркшейдерлер жер бетіндегі ор жолдың осін және жоғарғы жиегін көрсетеді, оған горизонталь және вертикаль жазықтықтарда бағыт беріп ор жолдың дұрыс жүргізілуін қадағалайды.

Ор жолдарды жүргізу үшін жобаға сәкес бағыт беріледі және барлық өлшеу жұмыстары маркшейдерлік заманауи аспаптар арқылы жүзеге асырылады (5-сурет).



5-сурет. Ор жолдарға бағыт беруде электронды тахеометр және цифрлы нивелир қолдану

Қия беттерден ор жол қазып, ондағы тау-кен жыныстарын құлама беткейлерге тасымалдау немесе көлік түрлеріне тиеу жағдайын маркшейдерлік қамтамасыз етудің басты мақсаты ол ор жол осінің берілген еңкіштігін сақтап отыру болып табылады. Ол үшін ор жол басталатын жердің жобалық координаталарын пайдалана отырып маркшейдерлік пункттерден теодолиттермен өлшелер жүргізу негізінде ор жол басталатын жерден оның осіне бағыт бере беріп және осы бағыт бойынша әр 50-100 метр сайын уақытша қазықшалармен белгілеп отырады.

Әрі қарай ор жол табанының берілген көлбеулігі және жобадағы биіктіктер арқылы, оның тау бекейімен қиылысу сызығының нольдік нүктелерін анықтап, жер бетінде оларды пикеттерімен бекітіп отырады. Осыдан соң ор жолдың осіне көлденең қималарды құрып, оның жоғарғы жиектерін қадалайды және оларды да жер бетінде 1 пикеттермен белгілейді.

Ор жол жазық жер бетінде қазылып және қопарылып аттырылған тау-кен жыныстарын көліктерге тиеуде ор жол осін жобадан жергілікті жерге шығарып, оның бойына әр 50 метр сайын ағаш қазықтар қағып көрсетіп отыру да маркшейдерлердің жұмыстар. Ор жол 20-30 метр өткен сайы оның көлбеулігін нивелир арқылы беріп, реперлері бекітіледі.

Жарылыс жұмыстарынан соң маркшейдер ор жолды және қопарылып аттырылған тау-кен жыныстарын тахеометриялық әдіспен түсірімдеп, қазып алынған тау-кен жыныстары

көлемдерін және аумақтарын есептеп отырады. Содан кейін ор жолды тау-кен жыныстарынан тазалау үшін экскавациялау жұмысына кіріседі.

**Қорытынды.** Қарьерлердегі ор жолдарды жүргізу – маркшейдерге жүктелген өте жауапты жұмыс. Оны орындауда теодолит, нивелир, тахеометр сияқты аспаптар қолданылады және жоғарыда айтылғанай ор жолдардың 2D ,3D пландары жасалынады.

#### **Әдебиет**

4. Жер қойнауын игердің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі(монография)- Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016.-430 б.

2. Нұрпейісова М.Б. Геомеханика. Оқулық.- Алматы: ЖООҚ «Дәуір», 2000.-124бет.

3. Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов. Монография. -Алматы: КазНТУ,2014.-280с.

**А.Жапарова, А.Е.Куттыбаев**

#### **Маркшейдерские работы на строительстве траншей Коныратского карьера**

**Аннотация.** В статье рассказывается об истории, геологии и современном состоянии открытых горных работ Коныратского месторождения корпорации "Каззахмыс". Кроме того, предусмотрен вход в карьер для проведения маркшейдерских работ на строительстве траншей и современных приборов.

**Ключевые слова:** Коныратское месторождение, карьер,горные выработки, траншеи, маркшейдерское обеспечение, современные приборы.

**A. Zhaparova, A.E.Kuttybayev**

#### **Surveying work on the construction of trench roads of the Konyratsky quarry**

**Abstract.** The article describes the history, geology and current state of open-pit mining operations of the Konyratskoye field of the Kazakhmys Corporation. In addition, there is an entrance to the quarry for surveying work on the construction of trenches and modern devices.

**Keywords:** Konyratskoye field, quarry, mine workings, trenches, surveying support, modern devices.

УДК 622.2

**А. Д. Искакова, 1-курс магистранты**

*Ғылыми жетекшісі – Д.Т. Ивадилинова, аға оқушысы, PhD докторы  
Қарағанды Техникалық Университеті, Қазақстан, Қарағанды қаласы  
[ai-dana05@mail.ru](mailto:ai-dana05@mail.ru)*

## **ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУ-КЕН ӨНДІРУ САЛАСЫН ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ**

**Аңдатпа:** Тау-кен өнеркәсібі Қазақстан экономикасының басты салаларының бірі болып табылады. Оның айрықша ерекшелігі өндірілетін пайдалы қазбалардың алуан түрлілігі және соның салдарынан кен орындарын барлау және пайдалану саласында, сондай-ақ жер қойнауын пайдалану процестерін материалдық-техникалық қамтамасыз ету саласында тікелей жұмыс істейтін кәсіпорындардың үлкен саны болып табылады. Экономикалық тұрғыдан алғанда, Қазақстанның қазба ресурстарының маңызды ерекшелігі, олар көбінесе жер бетіне жақын орналасады, сондықтан арзан ашық тәсілмен (карьерлерде) әзірленеді. Сонымен қатар, кейбір жағдайларда олар кешенді пайдалану үшін ыңғайлы орналасқан. Мысалы, Орталық Қазақстанда түсті және қара металл кендері, кокстелетін тас көмір, әктас және отқа төзімді саздар бір-біріне жақын орналасқан. Пайдалы қазбалардың бұл комбинациясы мұнда түсті және қара металлургияны және олармен байланысты химия өнеркәсібі мен машина жасауды дамытуға өте қолайлы. Алғаш рет тек ТМД (Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығы)

аумағында ғана емес, сонымен қатар тау-кен өнеркәсібінде кен орындарын ашық тәсілмен игеруді жүзеге асыру кезінде кен жұмыстарынан 100% көлемінде карьер тереңдігіне 300 метрге дейін үзілмелі-толассыз көлік кешенін пайдалана отырып, игерудің циклдық-ағынды жүйесі «Көктасжал» кен орнында қолданылады.

**Түйін сөздер:** тау-кен өнеркәсібі, үзілмелі-толассыз технология, мыс кені, тау-кен массасы, УТТ артықшылығы, УТТ кемшілігі.

Көктасжал перспективалы алаңы Қазақстан Республикасы Қарағанды облысының солтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан және Қарқаралы ауданы Теректі ауылдық округінің аумағында Қарағанды қаласынан 250 км және Егіндібұлақ ауылынан солтүстік-батысқа қарай 47 км қашықтықта орналасқан. Ауданы – 175 км<sup>2</sup> [1].

Кен орны аймағында рудалық кен орындары мен мыс кендері, алтын мен полиметалл кендері, қымбат бағалы және қара металдар, сондай-ақ құрылыс материалдары бар. Мыс пен алтын басты рөлді атқарады.

Көктасжал кен орнынан басқа, алтынмен байланысты компонент болып табылатын кен орындарынан басқа үш кенді (Көктасжал Северо-Западный, Көктасжал Оңтүстік-шығыс I, Керегетас) және 10 минералдану пункті жобаланған жұмыстардың аумағында белгілі, мұнда бұл металдарды зерттеудің қол жеткен сатысында қарастыруға болады. Көктасжалдың солтүстік-батыс аймағының пайда болуы солтүстік-батысқа қарай 550 метр қашықтықта орналасқан Көктасжал кен орны сияқты метасоматит аймағында орналасқан. Рудалардың пайда болуындағы алтын мөлшері 8,6 г/т-ге дейін, ал Көктасжал кен орнында рудада 1,0-1,2 г/т шамасы өте сирек кездеседі [1].

Карьерде үзілмелі-толассыз технологиялық схемасымен өңдеу қарастырылған. Бұрғылау "Boart Longyear" канадалық фирмасының бұрғылау снарядтарын қолданумен Nanjin типті корей станоктарымен жүргізіледі. Бастапқы ұсақтау ұңғымалық зарядтау әдісімен жүргізіледі (жаппай жарылыс әдісі арқылы).

Жұмыс алаңдарын жоспарлауда, карьердегі уақытша және тұрақты автожолдарды жөндеуде, карьерде зумпф салу кезінде Bell-2 ед маркалы САТ – 980Н, 2 а/с шөміш тиегіштері, шөміш сыйымдылығы 2 м Hitachi экскаваторы пайдаланылады, ал жыныс үйіндісін жоспарлауда Т-25 бульдозері қолданылады. Тау-кен массасын тиеу үшін сыйымдылығы 21 м<sup>3</sup> шөмішті Hitachi EX-3700 экскаваторы қолданылады [2].

Алғаш рет тек ТМД аумағында ғана емес, сонымен қатар кен өнеркәсібінде кен орындарын ашық тәсілмен игеруді жүзеге асыру кезінде кен жұмыстарынан 100% көлемінде карьер тереңдігіне 300 метрге дейін үзілмелі-толассыз көлік кешенін пайдалана отырып, игерудің циклдық-ағынды жүйесі «Көктасжал» кен орнында қолданылды. Жалпы, УТТ (үзілмелі-толассыз технология) енгізудің басты міндеті "Көктасжал" кен орнын тиімді игеру болып табылады.

Үзілмелі толассыз-технологияның артықшылықтары мен кемшіліктері 1 кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Үзілмелі толассыз-технологияның артықшылықтары мен кемшіліктері

УТТ артықшылықтары	УТТ кемшіліктері
Тау-кен массасының бір тоннасын өндірудің өзіндік құнының төмендігі	Жүйенің бастапқы құны, әдетте, жүк тасымалдау жүйесіне қарағанда жоғары, өйткені өндірісті бастау үшін толық конвейер мен ұнтақтағыш сатып алынады, ал жүк көлігі паркін өндірісті ұйымдастыру үшін кезең-кезеңімен сатып алуға болады
Энергия тиімділігі - материалдарды тасымалдаудың басқа түрлеріне қарағанда тиімдірек.	
Дизель отынына жұмсалатын шығындармен	

салыстырғанда электр энергиясына жұмсалатын шығындар (\$/кВтсағ) дизель отыны бағасының 25% - ынан кем (\$/литр)	
ҮТТ автоматтандыруға оңай	Тау-кен өндірісі толығымен конвейерлердің болуына байланысты. Бұл қол жетімділік 95% - дан асады, бірақ бір таспаны тоқтату бүкіл өндірісті тоқтата алады
Ауа-райына минималды тәуелділік	
Экономикалық өзгерістерге тез бейімделу қабілеті	
Техникалық қызмет көрсету шығындарын азайту	Ұсатқышты жылжыту және конвейерді ұзарту қымбатқа түседі және тау-кен жұмыстарын 2-3 күн ішінде тоқтатуды қажет етеді
Негізгі экологиялық артықшылықтар:	Конвейерге тиеу алдында материалды минус 250 мм өлшеміне дейін ұсақтау керек
Қоршаған ортаны ластау көздерінің болмауы (жанар май, май, пайдаланылған газдар)	
Жағылған отынмен салыстырғанда электр жетегі бар моторлар	Қажет болмаса да, тасымалдау үшін қажет жыныстарды ұсақтау (қатты жыныс)
Тасымалдау барысында шаңның пайда болуын болдырмау	
Жылжымалы жабдықтың болмауына байланысты өндіру жұмыстарын қауіпсіз жүргізу үшін жағдайлар жасалады	Аз икемді тау-кен схемасы

Әдетте, ҮТТ артықшылықтарын жеткіліксіз пайдаланудың мынадай негізгі себептерін атап көрсетеді:

1. Геотехниканың әлемдік даму деңгейінен қалыс қалу және соның салдарынан тиімді отандық жабдықтардың, ең бастысы, ҮТТ мобильді ұсақтау және ұсақтау-қайта тиеу кешендерінің, сондай-ақ тау массасын конвейерлік тік-көлбеу көтеру құралдарының болмауы.

2. Карьердің жұмыс істемейтін жағдауын ұлғайту немесе карьердің ішінде ұсақтау-қайта тиеу пункттерін орналастыру үшін кентіректерді қалдыру бойынша аршу жұмыстарының үлкен қосымша көлемін орындау қажеттілігі, бұл кен массасының конвейерлік көлігімен схемаларды қолданудың бәсекеге қабілеттілігін төмендетеді.

3. Негізгі тау-кен көлік жабдықтарын таңдау және үйлестіру бойынша ұтымсыз шешімдер [3].

ҮТТ кешені жұмысын атқаратын негізгі буындар. ҮТТ кешені жұмысының негізгі ерекшелігі екі буын жұмысында өзара келісу болып табылады:

1. Үзілмелі буын – экскаваторлық – автомобиль-теміржол кешені;
2. Толассыз буын-ұсақтау-конвейерлік кешен.

Карьерде әлсіз тұрақты жағдау болған кезде, алдыңғы тік траншея жүргізу және барлық бағыттарда тау-кен жұмыстарын дамыту үшін үлкен жұмыс көлемін орындау үшін құрастырылған көліктің осы схемасы Карьер алаңынан тыс орналасқан көлбеу жер асты оқпанында таспалы конвейерді орналастыру кезінде жүзеге асырылуы мүмкін. Мұндай схема айтарлықтай күрделі шығындарды және карьерді салу мен қайта жаңартудың үлкен мерзімін талап етеді. Сондықтан, кен массасын конвейермен тасымалдау үшін жару жұмыстарының қазіргі жағдайы кезінде оны ұсақтау және елеу жолымен алдын ала дайындау қажет . Ол жайлы алдыңғы тарауда атап өттім.

Қуатты карьерлер үшін негізгі міндеттердің бірі-ашық тау-кен жұмыстарын қарқындалу, негізгі технологиялық жабдықтың ұтымды үйлесімділігін негіздеу болып табылады. ҮТТ кешендерін пайдаланудың ұзақ тәжірибесі негізгі технологиялық жабдықтың техникалық жай-күйі жобалық параметрлерді және жұмысқа қабілеттілікті жоғалтумен айтарлықтай өзгерістерге ұшырайтынын көрсетеді, бұл ақыр соңында авариялық жағдайлардың пайда болу қаупінің арта түсуіне әкеледі.

ҮТТ қолданудың перспективалары карьерлердің төменгі горизонттарынан тау-кен массасын тасымалдау кезінде шығындарды азайтудың және тиісінше, пайдалы қазбалардың өзіндік құнын төмендетудің негізгі бағыты болып табылады. Сондай-ақ үзілмелі-толассыз технологияны қолдану барысында бірқатар экологиялық артықшылықтарға ие.

### **Әдебиет**

1. Проект промышленной разработки месторождения Коктасжал. Том 1 книга 1.- Караганда, 2014.
2. «Алтай Полиметаллы» жобасының «Механика» жобалық құжаттамасы / Қазақстан / Көктасжал разрезі (TAKRAF GmbH).
3. Ю.А. Бахтурин, Г.Д. Кармаев, В.А. Берсенева. Вопросы применения циклично-поточной технологии на карьерах.

**А. Д. Искакова, Д.Т. Ивадилина**

#### **Перспективы развития горнодобывающей отрасли Центрального Казахстана**

**Аннотация.** Горнодобывающая промышленность является одной из ключевых отраслей экономики Казахстана. Его отличительной особенностью является разнообразие добываемых полезных ископаемых и, как следствие, большое количество предприятий, непосредственно работающих в области разведки и эксплуатации месторождений, а также в области материально-технического обеспечения процессов недропользования. С экономической точки зрения важной особенностью ископаемых ресурсов Казахстана является то, что они часто располагаются близко к поверхности земли и поэтому разрабатываются дешевым открытым способом (в карьерах). Кроме того, в некоторых случаях они удобно расположены для комплексного использования. Например, в Центральном Казахстане руды цветных и черных металлов, коксующийся каменный уголь, известняк и огнеупорные глины расположены близко друг к другу. Эта комбинация минералов идеально подходит для развития цветной и черной металлургии и связанной с ними химической промышленности и машиностроения. Впервые циклично-поточная система разработки не только на территории СНГ, но и в горнодобывающей промышленности при осуществлении разработки месторождений открытым способом применяется на месторождении «Коктасжал» с использованием прерывисто-сквозного транспортного комплекса на глубину карьера до 300 метров в объеме 100% от горных работ.

**Ключевые слова:** горнодобывающая промышленность, циклично-поточная технология, медная руда, горная масса, преимущество ЦПТ, недостаток ЦПТ.

**A. D. Iskakova, D.T. Ivadilina**

#### **Prospects for the development of the mining industry in Central Kazakhstan**

**Abstract.** The mining industry is one of the key sectors of the economy of Kazakhstan. Its distinctive feature is the variety of extracted minerals and, as a result, a large number of enterprises directly working in the field of exploration and exploitation of deposits, as well as in the field of material and technical support of subsurface use processes. From an economic point of view, an important feature of Kazakhstan's fossil resources is that they are often located close to the surface of the earth and are therefore developed in a cheap open-pit way (in quarries). In addition, in some cases, they are conveniently located for complex use. For example, in Central Kazakhstan, non-ferrous and ferrous metal ores, coking coal, limestone and refractory clays are located close to each other. This combination of minerals is ideal for the development of non-ferrous and ferrous metallurgy and the related chemical industry and mechanical engineering. For the first time, the cyclic-flow development system is used not only in the CIS (Commonwealth of Independent States), but also in the mining industry in the implementation of open-pit mining at the Koktaszhal field using an intermittent through transport complex to a depth of 300 meters in the volume of 100% of mining operations.

**Keywords:** mining industry, cyclic-flow technology, copper ore, rock mass, advantage of cyclic-flow technology, disadvantage of cyclic-flow technology.

УДК 622.235.53

**А. Махаббат**

*Ғылыми жетекшісі – А. Б. Бегалинов, техника ғылымдарының докторы, профессор  
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.*

## КЕНОРНЫҢ ЖЕЛДЕТУДІҢ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫНА ЖАРЫЛЫС САПАСЫНЫҢ ӘСЕРІ

***Аңдатпа.** Мақалада «Ақжал» кенорнының қазба өту және пайдалы қазбаларды игеру барысындағы бұрғылау-аттыру технологиясын ескере отырып, жарылыс сапасын арттыру мақсатында оңтайлы параметрлерін негіздеу. Басты міндеттемелерге «Ақжал» кенорнын игеру үшін осы кенорнының тау-кен геологиялық және тау-кен техникалық шарттарына талдаулар жасау, әртүрлі шарттардағы жерасты қазбаларын және тазалап қазу жұмыстарына арналған қазбаларды өтудегі бұрғылау-жару жұмыстарының оңтайлы параметрлерін таңдау, сонымен қатар, қабылданған жарылғыш заттар материалдарының түрлерін ескере отырып, ұсынылған бұрғылау-жару жұмыстарының технологияларын технико-экономикалық жағынан негіздеу.*

***Түйін сөздер:** бұрғылау-аттыру, жарылғыш зат, ЖЗ меншікті шығыны, аэродинамикалық кедергі, гранулометрия*

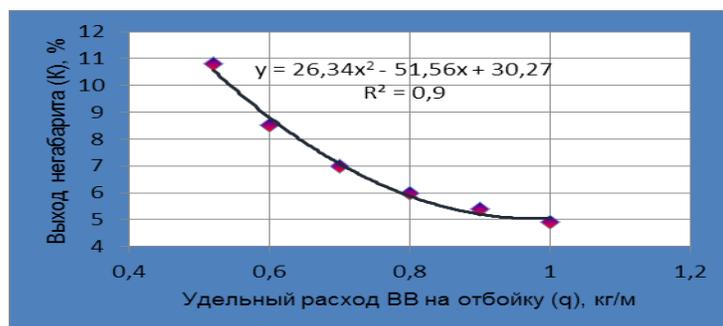
«Ақжал полиметалды кенорны» Ақжал - Ақсоран түйісу зоналарының шығыс бөлігінде орналасқан, фамен төменгі турненің корбанатты-терригендік шөгінділерінің ендігі бойынша созылған, майдаланған жерлерімен қатар орналасқан. Кентас даласын құрайтын таужыныстар интрузия, гранит, порфиритті диорит және диабазды парфириттерімен бөлінген.

Кентас жер өндіріс құрал - жабдықтарымен, жер бетіндегі ұзындығы 4400 м - ге дейін бақыланған, ал төменгі бөлігіне қарай 550 м тереңдікке дейін зерттелген. Кентастың қалыңдығы 40 - 50 м - ге дейін өзгереді, және қиылыстарда 60 - 70 м-ге дейін барады. Орташа есеппен алғанда 15 - 20 м. Кен орнының кенасты жері шартты түрде - Батыс, Орталық және Шығыс үшалаңдарға бөлінген.

Таужыныстарының классификациясы бойынша Ақжал кенорны инженерлік-геологиялық игеру шарттарының күрделілігіне сәйкес орташа күрделілік санатына жатады.

Массивтің табиғи бөлшектерінің гранулометриялық құрамын анықтау бойынша бұрын жүргізілген зерттеу жұмыстарының деректеріне талдау жасау арқылы, Ақжал кенорындағы таужынысыңтарының түрлері массивтің табиғи бөлшектерінің кейбір түріне сәйкес келетіндігі анықталынды. Бірдей бекемдігі бар таужыныстар әртүрлі табиғи бөлшектердің гранулометриялық құрамына ие. Сондай-ақ, бекемдігі жоғары таужыныстары бекемдігі төмен таужыныстарына қарағанда блоктың мөлшері төмен болуы мүмкін. Мұның бәрі жарықшақтықтың қопару объектісі ретінде бағалауда бұзудың күрделі рөлін айқын көрсетеді.

Тәжірибелік жұмыстар мен сондай-ақ бірқатар тау-кен кәсіпорындарының анықтауларынан кейін габаритті кен көлемін ЖЗ-тың ұсақтауға нақты шығынына тәуелділігінің сапалық сипатын анықтады. Бұл тәуелділік 1-суретте көрсетілгендей орташа бекемділік және орташа жарықшақты кендердің пайда болу шарттары арқылы негізделген. Графикте массивті ұсақталыну сапасы гиперболалық тәуелділікпен сипатталынған.



1-сурет. Габаритті таужынысының шығуының ЖЗ меншікті шығынына тәуелділік графигі

ЖЗ-тың меншікті шығынының айтарлықтай көп емес өзгерісі арқылы қатты күйреген және жарықшақты таужыныстарында габариттердің шығу көлемін анықтауға болады. Жарықшақты массивте ЖЗ-тың тұрақты және нақты меншікті шығыныны кезіндегі аттыру параметрлерінің өзгеруі массивтің ұсақталу сапасына айтарлықтай әсер етпейді (2-сурет).

Жарылыстың соққы толқыны мен газдар зарядтан бос кеңістікке таралып, энергияның бір бөлігін жоғалтады, олардың жолында экрандаушы беттер болып табылатын қопарушы кедергілер кездеседі. Зарядтан бос кеңістікке және зарядтар арасындағы қашықтық неғұрлым көп болса және жарықшақтар жиі орналасса, соққы толқынының қозғалыс жолында экрандаушы беттердің саны соғұрлым көп болады және жарылыс энергиясының аз бөлігі қопару мен гетерогенділік орындарында сіңуіне байланысты бос кеңістікке кетеді. Осыған байланысты, массивтің жекелеген бөліктері арасындағы әлсіз байланыс және экрандаушы беттердің көп болуы салдарынан тектоникалық бұзылулардың тығыз желісімен бұзылған кендерде соққы толқыны зарядтан бос бетке өткен кезде жарылыс энергиясының жоғалуы аз бұзылған массивке қарағанда едәуір көп. ЖЗ энергиясы негізінен жарықшақтардың кеңеюіне және кен мен таужынысының осы жарықшақтары бойынша бұзылуына жұмсалады, ал жарылыс әсерінің нәтижелері қандай да бір шамада сусымалы ортадағы жарылыстың әсеріне ұқсас болады. Бұл жағдайда бөліктердің мөлшері табиғи бұзылулардың даму жиілігімен анықталады. Сондықтан, қопарылған кендерде зарядтардан бос кеңістікке дейінгі қашықтықтың өзгеруі және минималды қажеттіліктен асып кететін ЖЗ шығыны ұсақтау сапасына аз әсер етеді.



2-сурет. Габаритті кен шығынының ЖЗ меншікті шығынына тәуелділік графигі

Таужынысының габаритті түрде шығуын бірдей деңгейде сақтау үшін зарядтан бос кеңістікке дейінгі қашықтықты көбейтіп, сонымен бірге энергия шығынының көлем бірлігін

арттыру керек, яғни таужынысын ұсақтауға арналған ЖЗ нақты шығынын арттыру керек және оны қандай да бір дәрежеде тұрақты түрде қалдырмау керек.

Жүргізілген талдау барысында ЖЗ-тың меншікті шығынының өзгеруімен қопарылған таужыныстары мен кендерде габариттің шығу мөлшерін төмендетуге болады. Таужынысының қопарылуы және ЖЗ-тың тұрақты нақты шығыны кезінде бұзу параметрлерінің өзгеруі, таужынысының ұсақталу сапасына айтарлықтай әсер етпейтіні анықталынды.

Тау-кен қазбаларының кедір-бұдырлығы, қозғалатын ауаның жылдамдығына тікелей әсер ететіні анықталынды. Осының нәтижесінде тау-кен қазбаларының аэродинамикалық кедергілері артатыны белгілі. Талдау нәтижесінде «Ақжал» кенорнының жұмыс істеп тұрған тау-кен қазбалары сапасыз бұрғылау-жару жұмыстарының нәтижесінде орташа кедір-бұдырлығы 0,2 м болатындығы анықталынды. Бұл ауытқу желдетудің тиімді режиміне кері әсер етеді және қазбаға керекті таза ауаға қажеттілікті едәуір арттырады.

### Әдебиет

1. Бегалинов А.Б. Жазық және көлбеу жерасты қазбалары құрылысының технологиясы. Оқу құралы. –Алматы: Қазақ энциклопед., 2008. – 417 б.
2. Сердалиев Е.Т. Қопару жұмыстарының технологиясы мен қауіпсіздігі. Оқу құралы. – Астана: ҚР білім ж-е ғылым мин-гі, 2015. – 160 б.
3. Сердалиев Е.Т. Таужыныстарын бұрғылап-аттырып қопару. Оқулық. –Алматы: ҚР ЖООҚ, 2011. – 360 б.
4. Жәркенов М.І., Сердалиев Е.Т. Таужыныстар массивінің физикомеханикалық қасиеттері және кернеулі жағдайы. Әдістемелік нұсқау. –Алматы: ҚазҰТУ, 2003. – 25 б.
5. A. B. Begalinov, E. T. Serdaliev, E. E. Iskakov & D. B. Amanzholov Shock blasting of ore stockpiles by low-density explosive charges  
<https://link.springer.com/article/10.1134/S1062739149060129>

### A. Makhabbat

#### **Influence of the explosion quality on the aerodynamic characteristics of the field ventilation**

**Abstract.** The article provides a justification for the optimal parameters of the development of the «Akzhal» field in order to improve the quality of explosions, taking into account the drilling technology during the sinking and development of minerals. The main obligations include the analysis of the mining-geological and mining-technical conditions for the development of the Akzhal field, the selection of the optimal parameters of drilling and blasting operations during the excavation of underground workings and workings for cleaning operations in various conditions, as well as the feasibility study of the proposed drilling and blasting technologies, taking into account the accepted types of explosive materials.

**Keywords:** drilling and blasting, explosive, specific explosive consumption, aerodynamic drag, granulometry

### A. Махаббат

#### **Влияние качества взрыва на аэродинамические характеристики вентиляции месторождения**

**Аннотация.** В статье приведено обоснование оптимальных параметров разработки месторождения «Акжал» с целью повышения качества взрывов с учетом технологии бурения при проходке и разработке полезных ископаемых. К основным обязательствам относятся анализ горно-геологических и горно-технических условий разработки месторождения «Акжал», выбор оптимальных параметров буровзрывных работ при проходке подземных выработок и выработок для очистных работ в различных условиях, а также технико-экономическое обоснование предложенных технологий буровзрывных работ с учетом принятых видов взрывчатых материалов.

**Ключевые слова:** буровзрывное, взрывчатое вещество, удельный расход ВВ, аэродинамическое сопротивление, гранулометрия

**А.М. Табылганов, Б.К. Бектур, А.Г. Сулайманова**

*Научный руководитель – Е.Т. Сердалиев, кандидат технических наук, ассоц.-профессор.*

*Satbayev University*

[bekturbek@bk.ru](mailto:bekturbek@bk.ru)

## **ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА КОНТУРНОГО ВЗРЫВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «АКБАКАЙ»**

***Аннотация.** Применение контурного взрывания при проходке горизонтальных горных выработок, приведет к повышению устойчивости законтурного массива, что позволит безопасному ведению горных работ, достичь нужного экономического эффекта и оптимизировать производственные затраты, уменьшение горно-подготовительных и горно-нарезных работ, увеличение скорости проходки за счет высокоточной реализации расчета параметров паспорта буровзрывных работ.*

***Ключевые слова:** законтурный массив, численный анализ, коэффициент запаса прочности, схема заряжания шпуров, взрыв, опытный взрыв, контурное взрывание.*

**Введение.** При проведении горизонтальных горных выработок взрывные работы разделяют на два вида – обычное и контурное взрывание. При использовании обычного метода взрывания, фактические контуры выработок, в основном не соответствуют проектным, с чрезмерным нарушением законтурного массива, которая влияет на безопасное ведение горных работ в призабойном пространстве. Трещины, появившиеся за счет динамического разрушения массива, источник образования вредных газов. Несоответствие размеров раздробленных пород, увеличивает объем горно-подготовительных и горно-нарезных работ, к большому перерасходу материалов крепи.

Контурное взрывание, это способ производства взрывных работ, при котором достигается максимальное приближение фактического профиля выработок и выемок к проектному при соблюдении сохранности окружающего массива горных пород.

Преимущества контурного взрывания: а) уменьшается объем «переборов» породы за проектным контуром; б) повышается устойчивость откосов уступов, выемок и горных выработок, что позволяет снизить затраты на их поддержание и ремонт в процессе эксплуатации; в) уменьшается расход материалов при возведении крепи, а в достаточно устойчивых породах удаётся применить более экономичную набрызгбетонную крепь.

Недостатки контурного взрывания: некоторое повышение объема буровых работ и необходимость более строгого контроля за расположением и направлением шпуров в процессе бурения.

***Цель работы:** Повышение устойчивости законтурного массива - за счет оптимизации параметров БВР при проходке подземных горных выработок.*

**Материалы, методы и результаты исследования.** Обоснования эффективности применения контурного взрывания производилась на основе численного анализа путем определения зон возможных обрушении законтурного массива после техногенного воздействия. Для этого применялась программное обеспечение RS2, который определяет коэффициент запаса прочности пород методам конечных элементов.

Для перехода с прочностных свойств образца на массив, применялась программное обеспечение RocData. Физико-механические свойства пород обработаны как и без учета контурного взрывания так и с учетом контурного взрывания. В таблицах 1 приведены

обработанные физико-механические свойства пород, которые в свою очередь являются исходными данными для компьютерного моделирования в программе RS2.

Таблица 1 – Физико-механические свойства пород

№ домена	<i>без учета контурного взрывания</i>					
	Исходные данные для Phase2					
	Результаты расчета в программе RocLab					
	Прочность на растяжение в массиве $\sigma_p$ , МПа	Модуль упругости массива E, МПа	Угол внутреннего трения $\phi$ , град	Сцепление C, МПа	Коэф. Пуассона $\mu$	Объемная масса $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>
<b>I</b>	0,351	5758,3	44,2	1,53	0,31	2,71
<b>II</b>	0,381	5758,3	44,8	1,61	0,3	2,7
<b>III</b>	0,254	5758,3	41,8	1,27	0,3	2,7
№ домена	<i>с учетом контурного взрывания</i>					
	Прочность на растяжение в массиве $\sigma_p$ , МПа	Модуль упругости массива E, МПа	Угол внутреннего трения $\phi$ , град	Сцепление C, МПа	Коэф. Пуассона $\mu$	Объемная масса $\gamma$ , т/м <sup>3</sup>
<b>I</b>	0,671	17231,1	50,9	2,5	0,31	2,71
<b>II</b>	0,729	17231,1	51,5	2,65	0,3	2,7
<b>III</b>	0,486	17231,1	48,9	2,02	0,3	2,7

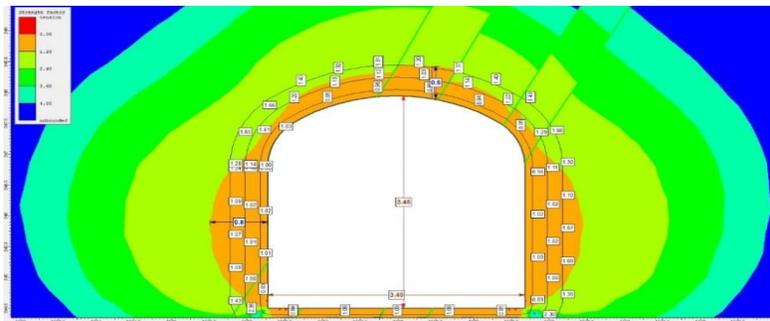


Рисунок 1 – Результаты численного анализа без учета контурного взрывания

По критериям программы все зоны с коэффициентами запаса прочности менее 1,2 относятся к неустойчивым.

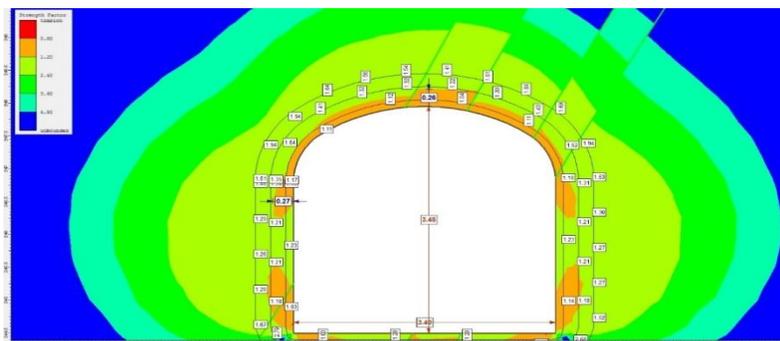


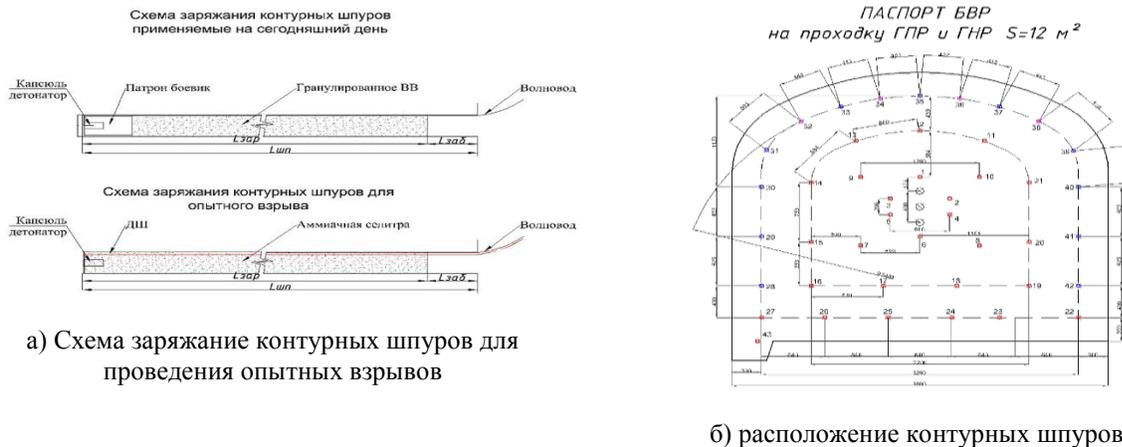
Рисунок 2 – Результаты численного анализа с учетом контурного взрывания

*Выводы по результатам численного анализа.* По результатам численного анализа следует предполагать, что в горно-геологических условиях месторождения «Акбакай» применение

контурного взрывания целесообразно с точки зрения безопасности, за счет уменьшения возможных зон обрушения.

*Разработка схемы зарядание контурных шпуров.* На рисунке – 3 представлен Схема зарядания и расположение контурных шпуров и по паспорту БВР.

При проведении опытных взрывов расположения шпуров, их количества и глубина остались прежними. Изменилась схема зарядание контурных шпуров (показаны синим цветом).



а) Схема зарядание контурных шпуров для проведения опытных взрывов

б) расположение контурных шпуров

Рисунок 3 – Схема зарядания и расположение контурных шпуров и по паспорту БВР

Результаты опытного взрыва показаны на рисунке 4.

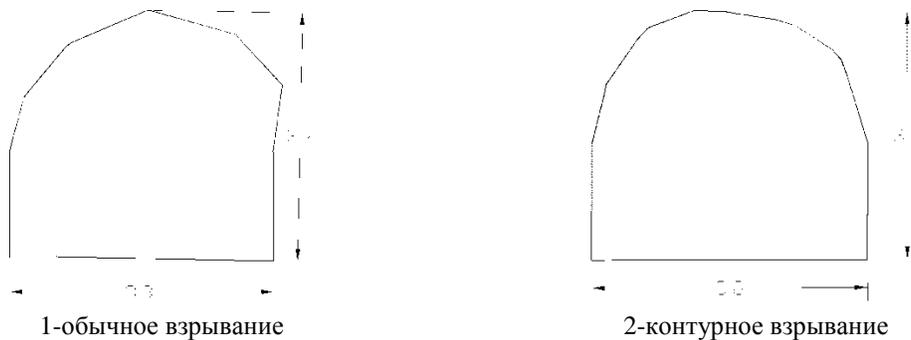


Рисунок 4 – Поперечные сечение выработки 11 запад ж.Бескемпир РАМП 1, до и после опытных взрывов

Контурное взрывание обеспечивает следующие преимущества по сравнению с общепринятым способом ведения буровзрывных работ: повышается устойчивость законтурных пород, что положительно влияет на **безопасное ведение горных работ**, особенно в призабайном пространстве; сокращается объем погрузке излишней породы, что дает экономию по погрузочно-транспортным работам; снижаются расходы по креплению; За счет уменьшения влияния силы взрыва на законтурный массив создается сравнительно гладкая поверхность боков и кровли выработок, что обеспечивает максимальное приближение к проектным контурам.

**Примечание:** Контурное взрывание требует высокоточную реализацию параметров, указанных в паспортах буровзрывных работ, т. е. надо точно размечать шпуры, а при бурении строго выдерживать углы наклона шпуров к поверхности забоя выработки.

Обоснование экономической эффективности для паспорта БВР с сечением 12м<sup>2</sup> при ведении горно-подготовительных и горно-нарезных работах показано в таблице – 2.

Таблица 2 – Расход ВВ при текущем паспорте БВР и паспорте БВР с конурным взрыванием

Наименование	Ед. изм.	Цена, тг	Расход ВВ при текущем паспорте БВР		Расход ВВ при паспорте БВР с контурным взрыванием	
			Расход на 1 цикл	Цена за 1 цикл	Расход на 1 цикл	Цена за 1 цикл
Аммонит 6ЖВ	кг	640	16,2	10368	13,8	8832
ДШ	шт	130	5	650	37	4810
Игданит	кг	145	106,9	15500,5	68	9860
Аммиачная селитра марка "А"	кг	75	0	0	42	3150
Искра	шт	550	39	21450	39	21450
ЭД	шт	402	1	402	1	402
Диз.топливо	л	178	6,4	1142	4,1	726,24
<b>Итого</b>				<b>49512,192</b>		<b>49230,24</b>

\*Сумма разницы расхода ВВ за 1 цикл при текущем паспорте БВР и паспорте БВР с контурным взрыванием составило 282 тг.

**Заключение.** Обоснована целесообразность применения контурного взрывания в условиях месторождения «Акбакай». По проведенным опытно-промышленным испытаниям, разработана схема зарядание контурных шпуров в целях уменьшения бризантности взрывчатого вещества, которая повысила устойчивость законтурных пород и обеспечила проектным контуром выработки. Оптимизированы промышленные затраты и достигнута необходимая экономическая эффективность применения контурного взрывания.

### Литература

1. Бротанек И. Контурное взрывание в горном деле и строительстве / И.Бротанек, Й.Вода. - М.: Недра, 1983. - 144 с.
2. Барон Л.И. Контурное взрывание при проходке выработок / Л.И. Барон, А.В. Ключников. - Л.: Наука, 1967. - 204 с.
3. Флягин А.С., Жариков С.Н. Контурное взрывание при разработке месторождений полезных ископаемых. Сетевое периодическое научное издание. Проблемы недропользования, №3, 2016 г. стр.70-73.
4. Оверченко М.Н., Луныков А.Г., Веселов И.А., Мозер С.П., Козырев С.А., Сакерин А.С. Снижение законтурного разрушения массива при проходке горных выработок с использованием эмульсионных взрывчатых веществ. Журнал "Горная Промышленность" №5 (129) 2016, стр.56-64.
5. Забуга В.С., Лукьянов В.Г.. Роль контурного взрывания в процессе проведения горизонтальных горных выработок. Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. Учредители: Сибирский государственный индустриальный университет (Новокузнецк). №15, 2013. Стр.53-55. ISSN:2311-9519.
6. Парамонов Г.П., Артемов В.А., Ковалевский В.Н., Виноградов Ю.И.. Специальные взрывные технологии в геологии, горном деле, нефте- и газодобывающей отраслях: Учебное пособие / Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) /СПб, 2004. 74 с. ISBN 5-94211-232-0

Табылганов Арман Маратович – магистрант 2 года обучения, специальности 7М07203-Горная инженерия.

Бектур Бакытбек Каныбекулы – лектор кафедрасы «Горное дело».

Сулайманова Асель Гаппаркызы - магистрант 1 года обучения, специальности 7М07203-Горная инженерия.

**А.М. Табылғанов, Б.Қ. Бектұр, Ә.Ғ. Сулайманова**

**«Ақбақай» кен орны жағдайында контурлық аттыру әдісін қолдануды негіздеу**

**Аннотация.** Жазық тау-кен қазбаларын өту кезіндегі контурлық атыруды қолдану тау-кен жұмыстарын қауіпсіз жүргізуге, қажетті экономикалық тиімділікке қол жеткізуге және өндірістік шығындарды оңтайландыруға, тау-кен дайындық және тау-кен кесу жұмыстарын азайтуға, бұрғылап-аттыру жұмыстары паспортының параметрлерін жоғары дәлдікпен есептеу есебінен қазбыны өту жылдамдығын арттыруға мүмкіндік беріп, массив контурының орнықтылығының артуына алып келеді.

**Түйін сөздер:** контурлық массив, сандық талдау, шпурларды зарядтау схемасы, аттыру, тәжірибелік аттыру, контурлық аттыру.

**A. Tabylganov, B. Bektur, A. Sulaimanova**

**Substantiation of the use of contour blasting method in the conditions of the «Akbaikai» field**

**Abstract.** The use of contour blasting during the drilling of horizontal mine workings will lead to an increase in the stability of the contour array, which will allow safe mining operations, achieve the desired economic effect and optimize production costs, reduce mining-preparatory and mining-rifling operations, increase the speed of penetration due to the high-precision implementation of the calculation of the parameters of the passport of drilling and blasting operations.

**Keywords:** contour array, numerical analysis, safety factor, hole loading scheme, explosion, experimental explosion, contour blasting.

ӘОЖ 622.271

**А.С. Оразхан**

*Ғылыми жетекші – Д.А.Галиев, доктор PhD Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.*  
[ms.akosya@inbox.ru](mailto:ms.akosya@inbox.ru)

## **АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, МИНЕРАЛДЫҚ ШИКІЗАТТЫҢ САПАСЫН БАСҚАРУ ӘДІСТЕРІ**

**Аңдатпа.** Бұл жұмыста жақында кең таралған Индустрия 4.0 терминологиясы келтірілген. Тау-кен өндірісі үшін цифрлық ақпаратпен жұмыс істеу әдістерін кеңінен пайдалану негізінде жаңа технологиялардың пайда болуы және қолданыстағыларын жетілдіру оның өзіне тән белгісі болып табылады. Сонымен қатар, жұмыста минералды шикізаттың сапасын басқару әдістері, атап айтқанда кен сапасына байланысты минералды шикізатты кенді дайындау әдістері, кенді өндірудің барлық технологиялық процестері біріктірілген.

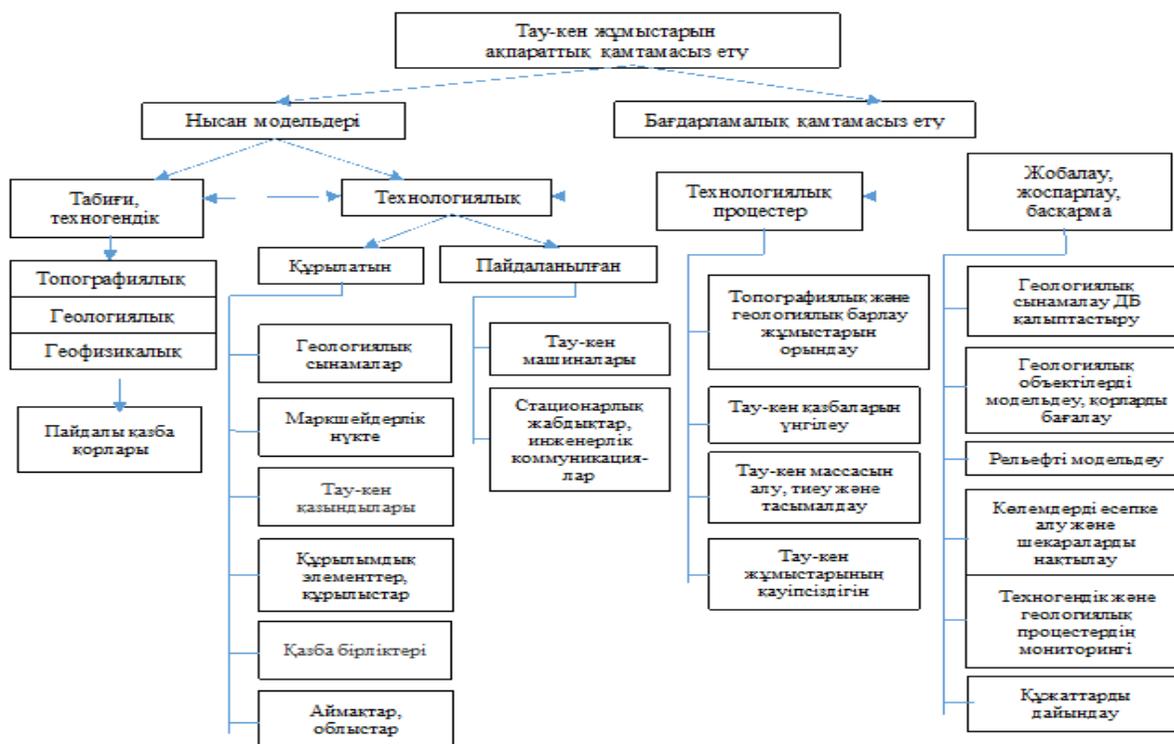
**Түйін сөздер:** индустрия, компьютерлік және цифрлық технологиялар, минералдық шикізаттың сапасын басқару технологиясы, орташалау, кен дайындау

"4.0 Индустриясының" бөлігі болып табылатын "4.0 тау — кен өнеркәсібіне" қатысты цифрлық технологияның маңызды элементі-ақпараттық жүйе, оның негізгі мақсаты АТКК модельдерін қалыптастыру және тау-кен жұмыстарын инженерлік қамтамасыз ету мәселелерін шешу кезінде модельдерді пайдалануға арналған құралдарды ұсыну. Беделді сарапшылардың бағалауы бойынша [3-5] қазіргі уақытта экономикалық дамыған елдер төртінші өнеркәсіптік революцияның бірінші кезеңінде тұр, ол "Индустрия 4.0" деп аталатын жаңа технологиялық құрылысты қалыптастыруға арналған. Оның тән белгісі-жаңа технологиялардың пайда болуы және цифрлық ақпаратпен жұмыс істеу әдістерін кеңінен қолдану негізінде қолданыстағыларды жетілдіру. Тау-кен саласындағы компьютерлік технологиялар компьютерлердің жаңа ұрпақтарының пайда болуына, деректерді өңдеу алгоритмдеріне және оңтайландыру мәселелерін шешуге, күрделі ақпараттық жүйелерді құруға арналған бағдарламалық жасақтама

эволюциясына байланысты ақпараттық технологиялармен бірге дамыды. Қазіргі заманғы жай — күй шағын мамандандырылған утилиталардан бастап тау-геологиялық объектілерді модельдеу құралдарын, тау-кен жұмыстарын жобалау және жоспарлау құралдарын, геомеханикалық талдауды, технологиялық процестердің параметрлерін есептеу мен оңтайландыруды біріктіретін күрделі жүйелерге дейінгі алуан түрлі БҚ-ның болуымен сипатталады. ГАЗ функционалына өнеркәсіптің басқа салаларындағы жетістіктерді қоса алғанда, қазіргі заманғы БҚ дамуының жалпы үрдістері әсер етеді [1]. Кен орнында тау-кен жұмыстарын дайындау және жүргізу кезіндегі іс-қимылдардың барлық жиынтығы және олармен байланысты ақпараттық қамтамасыз ету схемалық түрде технологиялық процестер модельдерінің әсерінен өзгертін объектілердің модельдері түрінде ұсынылуы мүмкін (сурет. 1).

Өндірілетін пайдалы қазбаның кондициясының төмендеуі, оны игерудің тау-кен-геологиялық жағдайларының нашарлауы, сонымен бір мезгілде байыту бөлінісіне түсетін минералдық шикізаттың сапасына қойылатын талаптардың өсуі тау-кен өндірісін жетілдірудің қазіргі заманғы үрдістерінің бірі болып табылады [2]. Мұндай жағдайларда өндірілетін минералды шикізаттың сапасын басқарудың инновациялық әдістерінің маңызы артып, өзгеріп жатқан геологиялық параметрлер мен өнім сапасына қойылатын талаптарды ескере отырып, кен өндірудің жаңа тиімді технологияларына ғылыми негізделген мерзімді көшу байқалады.

Минералдық шикізаттың сапасын басқару технологияларын таңдау пайдалы қазбаның (ПИ) сапалық сипаттамаларын бағалау, кенді массивте табиғи кен типтерінің геологиялық ақпараты негізінде бөлу, кенді технологиялық типтердің сипаттамаларын негіздеу және Геоақпараттық модельдеу көмегімен оларды карьерлік кеңістікте аудандастыру нәтижелері бойынша жүргізіледі.



Сурет 1. Тау-кен жұмыстарын ақпараттық қамтамасыз ету жүйесінің құрылымдық байланыстары

Минералды шикізаттың сапасын басқару әдістері (сурет. 2) кен орнын игерудің нақты тау-кен геологиялық шарттары үшін мынадай негізгі технологиялық операцияларды техникалық-экономикалық бағалау негізінде іріктеледі:

- карьерде орташа қайта тиеу (жинақтау) қоймаларын ұйымдастырумен немесе карьерлік кеңістікте кен ағынын басқаруды ұйымдастыру арқылы өндірілетін кенді нормаланатын сапалық параметрлер бойынша орташалау;

- карьердегі пайдалы қазбалардың жүк ағындарын технологиялық қасиеттері бойынша ерекшеленетін жеке ағындарға бөлу;

- қажет болған жағдайда байыту фабрикасы үшін кондиционды кенді жекелеген партияларын қалыптастыру мақсатында кендердің технологиялық типтері ішіндегі кен ағындарының сапалық көрсеткіштерін орташалау;

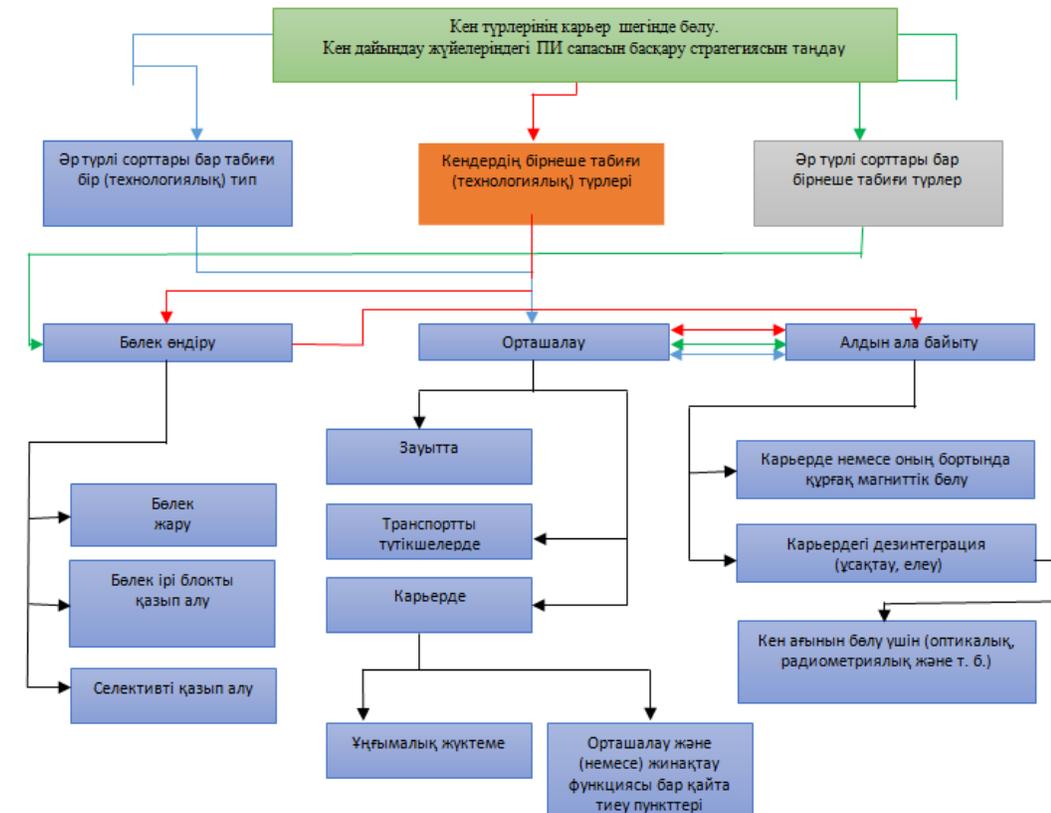
- карьерде немесе үстінгі бетінде көп компонентті қайта тиеу қоймаларын ұйымдастыра отырып, кенді бөлек немесе селективті алу және қайта өңдеу (өндірілетін кеннің технологиялық типтері бойынша), циклдық-ағындық технологияны (ЦПТ) пайдалана отырып, бөлек өндіру);

- карьердегі, карьердің бортындағы немесе бос жынысты немесе кондициялық емес кенді қосу бөлімшесі бар үйінділердегі кенді алдын ала байыту (елеу, құрғақ магниттік айыру және т.б. арқылы).

Кен шикізатының сапасын басқару тәсілін таңдау:

- егер сапа көрсеткіштерінің дисперсиясы елеусіз болса және спектрдің жоғары жиілікті құраушысымен ұсынылса (вариация коэффициенті  $v < 30\%$ ), онда орташа қоймаларда ПИ орташалау мүмкіндігі қарастырылады;

- егер көрсеткіштердің дисперсиясы  $v > 30\%$  вариация коэффициентімен сипатталса, онда айрықша сапалық белгілері бар кенді бөлек өндіру нұсқаларын бағалау орынды.



Сурет 2 - Кен сапасын басқару әдістерін таңдау схемасы

Кен орындарының көпшілігі күрделі геологиялық жағдайда линзалар, өткізгіштер және ауыспалы қуат қабаттары түрінде болады. ПИ денелері көптеген жағдайларда бос жыныстарды немесе әртүрлі мөлшердегі және пішіндегі стандартты емес кендерді қосады, кен денелерінің қуаты мен элементтері кең ауқымда өзгереді. ПИ сапалық құрамы одан да көп өзгереді. Минералдардың жалпы тепе-теңдігінің тұрақты немесе кездейсоқ зоналылығы, олардың құрамының жоғары біркелкілігі және күрделі өзара ауысулар арасындағы ақаулармен байланысты тұтас кендерден жұқа кесілген кендерге дейін гранулометриялық құрамы бар [3].

Кен орнын игеру барысында кен өндіру және Кен дайындау шарттары үнемі өзгеріп отырады. Тау-кен жұмыстарын механикаландырудың қазіргі кезеңінде, жұмыс фронтының жоғары жылдамдығы, минералды шикізатты өңдеу процестерінің күрделілігі, геологиялық ортаның өзгергіштігі қорларды пайдаланудың толықтығы мен күрделілігіне, сондай-ақ барлық тау-кен процестерінің тиімділігіне және минералды шикізатты өңдеудің кейінгі процестеріне шешуші әсер етеді.

Осыған байланысты минералды шикізатты Кен дайындау әдістерін жетілдіру, әсіресе тау-кен байыту комбинаттарының карьерлері терең жатқан күрделі құрылымдық кен орындарын игеру кезінде үлкен практикалық маңызы бар өзекті ғылыми міндет болып табылады. Өнімнің сапасын басқару кен орнын жобалау, салу және дайындау, тазарту өндірісі кезеңдерінде, байыту фабрикасына жібермес бұрын Орта қоймаларда жүзеге асырылады. Басқару әдістері:

- а) өндіру кезінде жоғалымды азайту және құнарсыздану мақсатында игеру жүйелерін, тазартып алу процестерін жетілдіру;
- б) сынған кеннің сапасын орташаландыру үшін тау-кен жұмыстарын дамытуды жоспарлау кезінде пайдалы қазбалар қорларын басқару;
- в) тәуліктік өндірудегі кен сапасын Орташаландыру үшін блоктар мен кенжарлар бойынша кен өндіру көлемдерін басқару;

- г) өндірілген кеңістікте бос жыныстарды кәдеге жарату арқылы өндіру технологияларын әзірлеу;
- д) кенжар мен байыту фабрикасы арасындағы орташаландыру пункттерін орнату;
- е) тауарлық кеннің экономикалық оңтайлы кондицияларын негіздеу;
- ж) кен өндірудің барлық сатыларында оның сапасын бақылау және сынамалау жүйелерін әзірлеу....

### **Әдебиет**

1. Аубакирова Г.М., Исатаева Ф.М. Куатова А.С. Цифровизация промышленных предприятий Казахстана: потенциальные возможности и перспективы. Вопросы инновационной экономики. Том 10, №4, 2020, б. 2253-2265
2. Научные и практические аспекты применения цифровых технологий в горной промышленности: монография/коллектив авторов; под науч.ред.С.В.Лукичева-Апатиты: Баспа ФИЦ КНЦ РАН, 2019.-192 б.
3. Яковлев В.Л, Кантемиров В.Д, Яковлев А.М., Титов Р.С. Основные направления совершенствования методов рудоподготовки минерального сырья. Проблемы недропользования №3,2019ж. б. 95-106

**А.С.Оразхан, Д.А.Галиев**

#### **Методы управления качеством минерального сырья с использованием информационных технологий**

**Аннотация.** В данной работе приведена более распространенная в последнее время терминология Индустрия 4.0. Его характерным признаком является появление новых технологий и совершенствование существующих на основе широкого использования методов работы с цифровой информацией для горного производства. Кроме того, в работе рассматриваются методы управления качеством минерального сырья, а именно методы рудоподготовки минерального сырья, связанные с качеством руды воедино все технологические процессы добычи руды.

**Ключевые слова:** индустрия, компьютерные и цифровые технологии, технология управления качеством минерального сырья, усреднение, рудоподготовки

**A.S.Orazkhan, Galiev D.A.**

#### **Methods of mineral raw materials quality management using information technologies**

**Abstract.** This paper presents the more common terminology of Industry 4.0. Its characteristic feature is the emergence of new technologies and the improvement of existing ones based on the widespread use of methods of working with digital information for mining. In addition, the paper considers the methods of quality management of mineral raw materials, namely, the methods of ore preparation of mineral raw materials, related to the quality of ore, bringing together all the technological processes of ore extraction.

**Keywords:** industry, computer and digital technologies, mineral raw materials quality management technology, averaging, ore preparation

УДК 622.271

**В.А. Моисеев**

*Научный руководитель: ассоциированный профессор, к.т.н. С.Н.Лежнев  
Некоммерческое акционерное общество «Рудненский индустриальный институт»,  
(Казахстан, г. Рудный)*

[v-mo@mail.ru](mailto:v-mo@mail.ru)

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ С ПОПЕРЕЧНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ФРОНТА РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРЬЕРОВ**

***Аннотация.** В статье рассмотрены причины широкого распространения поперечных систем разработки и факторы сдерживающие переход на более гибкие способы отработки уступов поперечными системами разработки с применением высокопроизводительного горного оборудования в условиях существующих карьеров. Приведены предпосылки к применению поперечных систем разработки, связанные с совершенствованием горной техники, появлением большегрузных самосвалов, способных обеспечивать мощные грузопотоки, соизмеримые по значениям с грузопотоками железнодорожного транспорта. Указывается на более простые транспортные схемы с меньшим количеством и большей простотой внутрикарьерной инфраструктуры. Выявленные преимущества определяют широкие возможности применения поперечных систем разработки, как на действующих карьерах, так и для строительства новых. Исходя из изложенного, сделан вывод о необходимости ухода от традиционных подходов с использованием громоздких железнодорожных коммуникаций на больших глубинах. Необходима разработка новой концепции перехода на применение поперечных систем разработки, обеспечивающих более высокие темпы развития горных работ, что позволяет обеспечить поддержание производственной мощности действующих карьеров, минимальные сроки строительства новых карьеров с минимальными объемами горно капитальных работ.*

***Ключевые слова:** Система разработки, заходка, фронт, карьерный транспорт.*

Современная горная промышленность на территории СНГ, а так же в ряде других регионов использует традиционные способы отработки уступов на открытых горных работах, с использованием заходок, ориентированных вдоль длинной оси карьера.

Широкое применение классических продольных систем разработки рудных месторождений в отечественной горной промышленности (имея в виду карьеры Казахстана, а так же России и других государств СНГ), обусловлено историческими предпосылками. Интенсивная разработка месторождений на территории бывшего СССР в середине 20-го столетия требовала большой производительности от горнодобывающих предприятий с применением высокопроизводительной техники. Этот период характеризуется заметным подъемом в развитии техники и технологии машиностроения на фоне восстановления мировой экономики после второй мировой войны и возросшей потребностью в ресурсах. Не смотря на это, в то время не существовало больших типоразмеров, как выемочных машин, так и транспортных средств. Отработка неглубоких месторождений преимущественно велась экскаваторами типа «драглайн», и легкими грузовиками на базе бензиновых двигателей. Все решения по увеличению типоразмера машин базировались на обычном масштабировании существующих моделей, без кардинального изменения деталей и конструкции двигателя, трансмиссии, элементов кузовов [1].

Конвейерные системы того периода не могли обеспечить должного уровня производительности, сказывалось недостаточно высокое развитие уровня технологии в части производства металлов и сплавов для производства металлоконструкций и частей дробильно - погрузочного оборудования, а так же материалов конвейерных лент [2].

При существующих технологиях и уровне инженерного потенциала не возможно было единовременно получить эффективные средства транспортирования горной массы и очевидным стало применение железнодорожного транспорта как основного средства транспортирования на карьерах большой производительности для обеспечения необходимого прорыва и достижения требуемых производственных мощностей [3].

При всех известных недостатках железнодорожного транспорта как технологического транспорта горных работ: большой объем капитальных работ, сложность инфраструктуры,

необходимость постоянного перемещения коммуникаций, сложности, связанные с организацией движения поездов, он длительное время успешно справлялся с поставленными задачами. Помимо большой производительности, обеспечивающей грузопотоки мощностью десятки миллионов тонн ежегодно, его применение поддерживалось наличием крупных источников электроснабжения с низкой в сравнении, например, с европейскими странами стоимостью электроэнергии, что обеспечивало низкую себестоимость перевозок.

С точки зрения технологии, закономерно было применение продольных систем разработки при использовании железнодорожного транспорта, что обусловило их широчайшее распространение. Если при разработке пологих и горизонтальных площадных месторождений с небольшой глубиной залегания, таких как угольные залежи, позволяющих обеспечить сквозной проезд, проблем не возникало, то при отработке глубинных, крутопадающих месторождений железнодорожный транспорт приходилось буквально вклинивать в пространства, ограниченные относительно небольшой мощностью рудных тел в плане, пытаясь при этом минимизировать коэффициент вскрыши [4]. Вскрытие рабочих горизонтов с преимущественным применением железнодорожного транспорта на глубину требовало большой продольной протяженности уступов, что делало принципиально невозможным применение поперечных систем разработки.

Очевидно, с учетом имеющихся обстоятельств железнодорожный транспорт закрепил за собой лидирующее место на многие десятилетия, вместе с тем сформировав определенный культ продольных систем разработки.

Однако с 80-х годов прошлого столетия произошло значительное развитие технологии производства машин и механизмов. В широкое использование вошли мощные гидравлические экскаваторы с емкостью ковша 40-50 м<sup>3</sup>, самосвалы грузоподъемностью до 300-400 т.

Появление мощных самосвалов, способных обеспечить мощные грузопотоки, соразмерные с железнодорожным транспортом, значительно расширило границы применения карьерного автомобильного транспорта. Увеличение грузоподъемности самосвалов позволяет значительно увеличить эффективное расстояние транспортирования при относительно простых транспортных схемах и минимуме дорожных коммуникаций.

Увеличение расстояния транспортирования автосамосвалами большой грузоподъемности позволяет вынести перегрузочные пункты выше из рабочей зоны карьера и упростить транспортную схему, как для железнодорожного транспорта, так и для автомобильного.

В случае с длительно работающими карьерами, где применяется комбинированный автомобильно-железнодорожный транспорт и сформирована соответствующая схема вскрытия, единовременно полностью исключить железнодорожный сегмент невозможно. Однако при этом глубина погружения железнодорожных коммуникаций может быть ограничена значением, позволяющим прямой проезд состава до зоны расположения перегрузочных складов на постоянном участке борта карьера. Это исключит дорогостоящие переукладки путей при подвигании борта в новое положение с переносом перегрузочных пунктов и организации нового временно нерабочего борта под ними. Железнодорожному транспорту можно будет вернуть его закономерную функцию транспорта верхних горизонтов, а не транспорта рабочей зоны с несколькими концентрационными горизонтами и постоянной необходимостью перестройки постоянных коммуникаций.

Не смотря на новые возможности по использованию большегрузной техники, на многих предприятиях железнодорожный транспорт продолжает использоваться как основной, а автомобильный – как транспорт глубоких горизонтов в комбинации с ним. Это происходит, не смотря на то, что крупные карьеры достигли значительных глубин, при которых сокращается продольная протяженность фронта и требуется использование большого количества тупиковых

элементов железнодорожной трассы, что существенно ограничивает пропускную способность и не позволяет обеспечивать даже текущий уровень производительности. Между тем, изменение спроса и цены на продукцию часто дает возможность реализации дополнительных объемов и в сложившейся ситуации лишает предприятие возможности получения большей прибыли. Кроме этого, стоит указать проблемы с обновлением железнодорожных транспортных коммуникаций и подвижного состава, которые на многих карьерах требуют серьезных вложений.

Беглый анализ применения нового оборудования на карьерах показывает, что оно применяется при старой технологии ведения горных работ. Сохранение железнодорожного сегмента транспортной схемы до значительных глубин сдерживает применение высокопроизводительных экскаваторов в связи с необходимостью выдерживать соотношение емкостей ковша и кузова думпкара на перегрузочных складах, а емкость думпкара в свою очередь ограничена максимальной нагрузкой на колесную пару. В результате при наличии, например, максимально грузоподъемных думпкаров – 2ВС-105 (грузоподъемностью 105 т.) в карьерах при погрузке в железнодорожный транспорт максимально применяются экскаваторы с емкостью ковша  $15 \text{ м}^3$ , соответствующие по соотношению емкостей.

В некоторых карьерах в настоящее время отказываются от схем отработки рыхлой вскрыши непосредственно на железнодорожный транспорт и переходят на более гибкие и производительные автомобильные, часто используя при этом подрядные организации. Это увеличивает интенсивность горных работ, упрощается схема отвалообразования, сокращается расстояние откатки за счет больших уклонов и возможности организовать несколько выездов. Применение автотранспорта позволяет вскрывать участки борта с большей интенсивностью, а короткие поперечные заходки длиной 150-300 м обеспечивают свободные площадки для маневрирования самосвалов.

Не смотря на большие в сравнении с железнодорожным транспортом операционные расходы на самосвалы, связанные с топливом, износом дорогостоящих шин и др., часть из них перекрываются за счет снижения простоев, связанных с обменом поездов и переукладкой пути. А большая интенсивность работ способствует более быстрому получению прибыли и возврату инвестиций.

Таким образом, получив технические возможности упростить транспортную схему, при этом сохранить производительность и даже при необходимости иметь резервы ее увеличения, предприятия оказались не готовы к целевому и полному использованию новых возможностей.

Основы теории систем разработки, в том числе и поперечными панелями, изложены еще в 70-х, 80-х годах прошлого века В.В. Ржевским и сама по себе идея применения таких систем не является новой [1]. Но анализ причин применения железнодорожного транспорта за пределами области его применения на критических глубинах 200 и более метров, показывает, что в современной теории горных работ отсутствуют механизмы перехода от исторически сложившейся и уже неактуальной в современных условиях продольной отработки уступов к более гибкой, компактной отработке поперечными блоками панелей.

В связи с указанными причинами назрела необходимость теоретического обоснования, детальной проработки и практической реализации технологии перехода действующих карьеров с продольных систем разработки с комбинированным транспортом на отработку поперечными блоками, обеспечивающими гораздо более высокие темпы углубки, высокую эффективность применения оборудования за счет упрощения обмена на более широких площадках, двухсторонней погрузки, большей длины доступного фронта и т.д.

Глобальные идеи новых направлений исследования сводятся к разработке технологии ведения горных работ при переходе на поперечную систему разработки, технологических схем

ведения горных работ и подготовки горизонтов, в том числе и при расконсервации нерабочих бортов в условиях большого отставания вскрышных работ, апробация технологических решений на примере действующих предприятий.

Исследования в этой области позволят, обобщая мировой опыт отработки месторождений полезных ископаемых, разработать концепцию применения систем разработки с использованием поперечных заходок в контексте разработки уже действующих месторождений, на которых продольные системы разработки исчерпали свои возможности. Разработка такой концепции позволит ликвидировать проблемы связанные с частым отставанием вскрышных работ, которые являются результатом неудачных попыток стабилизации прибыли при неблагоприятной экономической ситуации, а иногда и попросту, желая получить максимальные прибыли в короткие сроки без учета планомерности отработки и полноты извлечения запасов.

### **Литература**

1. Ржевский В.В. Открытые горные работы. Технология и комплексная механизация. – М.: Либроком, 2014. – 552 с.
2. Колибаба В.Л. Станиславский Л.Я. Определение этапов вскрытия и отработки глубоких горизонтов карьера для поддержания проектной мощности // Горный журнал, 1981. - №3 – С.34-37.
3. Васильев М.В. Оптимизация параметров рабочей зоны глубоких карьеров // Горный журнал, 1981. – С. 21-23.
4. Арсеньев А.И., Проломова Т.А., Тихонов Р.А. Динамика параметров и показателей карьера в процессе работы со стабильной производительностью по горной массе // Изв. вузов. Горный журнал. – Екатеринбург. – 2001, №5. – С. 26-30.

### **В. А. Моисеев**

#### **Карьерлерді салу және пайдалану кезінде жұмыс фронтының көлденең орналасуымен даму жүйелерін қолданудың қазіргі заманғы алғышарттары**

**Андатпа.** Мақалада өткен ғасырдың екінші жартысында бойлық даму жүйелерінің басым қолданылуын алдын-ала анықтаған факторлар қарастырылған. Өсіп келе жатқан экономиканың қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін қуатты карьершілік жүк ағындарын қамтамасыз етудің шұғыл қажеттілігі кезінде тау-кен массасын тасымалдаудың басқа әдістерінің техникалық жетілмегендігіне байланысты теміржол көлігіне баламаның болмауы ұзақ уақыт бойы оның негізгі тау көлігі ретіндегі жетекші позициясын нығайтты. Алайда ауыр жүк самосвалдарының пайда болуымен көлденең енбелерді қолдана отырып, кертпештерді қазудың неғұрлым ыңғайлы схемаларын енгізу қажеттілігі туындады.

**Түйін сөздер:** Қазу жүйесі, енбе, фронт, карьерлік көлік

### **V. Moissejev**

#### **Modern prerequisites for the use of development systems with a transverse location of the front of work during the construction and operation of open pits**

**Abstract.** The article identifies the factors that predetermined the dominant use of longitudinal development systems in the second half of the last century. The lack of an alternative to railway transport due to the technical imperfection of other methods of transporting material, with a great need to obtain large intra-pit cargo flows to meet the needs of a developing economy, for a long time consolidated its leading position as the main mining transport. However, with the advent of heavy-duty dump trucks, the need has arisen for the introduction of more flexible schemes for working out benches using transverse cuts.

**Keywords:** Development system, cuts, front, pit transport

**Е.А. Бубнова**

*ст.научн. сотр., канд.техн.наук*

*Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, Украина, г. Днепр  
bubnova@nas.gov.ua*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД**

**Аннотация.** В работе детально рассмотрена терминология, применяемая для определения компонентов окружающей природной среды, на которую воздействует горнодобывающая и иная антропогенная деятельность. Показано, что широко применяемый термин академика Сергеева Е.М. «геологическая среда» неточен. Также рассмотрены другие научные термины, определяющие части геологической среды и воздействие человека на природу. Дано определение «геологической среды» и приведена ее классификация. Показаны критерии, по которым геологическая среда может быть отнесена к определенному типу. В результате деления территории горнодобывающих регионов на природную, техногенную и нарушенную геологическую среду определяется техногенная нагрузка на район по приведенным выражениям. На примере Украины показаны регионы с наибольшей техногенной нагрузкой от горнодобывающей и горно-перерабатывающей деятельности.

**Ключевые слова:** геологическая среда, нарушенные и техногенные геологические среды, определение, техногенная нагрузка

Понятие «геологическая среда» было в 1979 г. введено академиком Е.М. Сергеевым [1], который дал ему следующее определение «геологическая среда – это верхняя часть литосферы, которая рассматривается как многокомпонентная динамичная система, находящаяся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека и, в свою очередь, в известной степени определяющая эту деятельность». То есть согласно Сергееву Е.М. геологическая среда – это верхние горизонты литосферы, которые взаимодействуют с техносферой.

Границами геологической среды являются сверху – рельеф, снизу – плавающая поверхность, определяемая глубиной проникновения человека в земную кору [2].

В тоже время параллельно и независимо существуют такие понятия, как:

- литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, включающая в себя земную кору и отделенную от нее границей Мохоровича верхнюю часть верхней мантии Земли;
- гидролитосфера – верхняя водно-каменная (содержащая гравитационную воду) подповерхность литосферы [3];
- эндогеосфера и экзогеосфера – внутренняя и внешняя оболочки Земли [4];
- техносфера – материальная часть общественной системы – социосферы, взаимодействующая с природными системами [5] или сфера, вмещающая искусственные технические сооружения, которые производятся и используются человеком [6] либо часть биосферы, разрушенная и коренным образом преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических и техногенных объектов (здания, дороги, механизмы, предприятия и т.п.) в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человека [7];
- антропосфера – преобразованные природные ресурсы геосферы в результате всех видов человеческой деятельности [8];
- недра – «часть земной коры, которая размещена под поверхностью суши и дном водоемов и простирается до глубин, доступных для геологического изучения и освоения» [9].

Анализируя приведенные выше и широко используемые понятия можно сделать вывод, что часть из них характеризует природное состояние систем (оболочек Земли), а другая – искусственные.

В тоже время, широко применяемое понятие акад. Сергеева Е.М. «геологическая среда» подразумевает либо, что вся верхняя часть литосферы находится под воздействием человека, либо та часть, которая не взаимодействует с человеком, геологической средой не является. Однако это не верно.

С нашей точки зрения, геологическая среда это многокомпонентная оболочка Земли, включающая в себя рельеф, слои горных пород и подземные водоносные горизонты, подземные пустоты и газы, при этом часть ее находится в природном состоянии, а часть в измененном – нарушенном либо техногенном.

Таким образом, геологическая среда может быть трех типов: природная, нарушенная и техногенная.

Под нарушенной геологической средой подразумеваются части массивами горных пород, которые претерпели некоторые изменения в результате ведения хозяйственной деятельности, в частности добычи полезных ископаемых, нерудного сырья и строительных материалов открытым и подземным способами.

Среди основных изменений природного состояния геологической среды, в результате которых ее можно отнести в категорию нарушенной есть:

- нарушение сплошности;
- изъятие (выемка) и перемещение горных пород;
- развитие деформаций;
- уплотнение и оседание;
- изменение физико-механических и водно-физических свойств пород под действием антропогенной нагрузки;
- обезвоживание или водонасыщение.

Под техногенной геологической средой подразумевается искусственно созданная часть геологической среды, которая состоит из технических и природных элементов. В частности, техногенный массив – это место накопления отходов хозяйственной деятельности, которые в результате воздействия технологических, геомеханических и природных процессов изменили свои первоначальные свойства, однако состоят из разрушенных природных пород и загрязненных вод. Таким образом, техногенная геологическая среда – это измененная в результате хозяйственной деятельности часть природной геологической среды.

В работах [10-11] были рассмотрены и изучены процессы, в результате которых образовывается техногенная геологическая среда, процессы, протекающие внутри нее, а также свойства такой среды.

В данной работе, рассмотрены вопросы определения техногенной нагрузки и параметры изменения природной геологической среды, в результате горнодобывающей деятельности на территории Украины.

Для определения техногенной нагрузки на горнодобывающие регионы можно воспользоваться выражениями

$$H_{Tex} = \frac{\sum S_n + \sum S_t}{S_{г.р.}}$$
$$H_{Tex} = \frac{\sum N_n + \sum N_t}{S_{г.р.}}$$

где  $N_{\text{Тех}}$  – техногенная нагрузка на горнодобывающий регион;  $S_{\text{г.р.}}$  – площадь горнодобывающего региона, км<sup>2</sup>;  $S_{\text{н}}$  и  $S_{\text{т}}$  – соответственно площади нарушенной и техногенной геологической среды в пределах региона;  $N_{\text{н}}$  и  $N_{\text{т}}$  – количество объектов, составляющих нарушенные и техногенные массивы, ед.

По приведенной выше информации в каждом регионе Украины были выделены нарушенные и техногенные геологические среды, определены их количество и площади. В результате установлено, что практически критические значения техногенной нагрузки характерны для трех регионов – Донецкой, Луганской и Днепропетровской областей. Для этих регионов необходимо внедрять мероприятия по снижению техногенной нагрузки.

### Литература

1. Сергеев, Е.М. Инженерная геология – наука о геологической среде [Текст] / Е.М. Сергеев // Инженерная геология. – 1979. - № 1. – С. 3-19.
2. Королев, В.А. Мониторинг геологической среды: Учебник [Текст] / В.А. Королев; под ред. В.Т. Трофимова. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 272 с.
3. Швецов, П.Ф. Физическая геология и геотехника [Текст] / П.Ф. Швецов // Советская геология. – 1970. - №9. – С. 77.
4. Круть, И.В. Исследование оснований теоретической геологии [Текст] / И.В. Круть. - М.: Наука, 1973. – 205 с.
5. Ферсман, А.Е. Геохимия. В 4-х т. Т.1. – 2-е изд., испр. и доп. [Текст] / А.Е. Ферсман. – Л.: ОНТИ Госхимтехиздат, 1934. – 324 с.
6. Великий тлумачний словник сучасної української мови [Текст] / Гол. ред. В.Т. Бусел, редактори-лексикографи: В.Т. Бусел, М.Д. Василюк-Дерибас, О.В. Дмитрієв [та інші].– 5-те вид. – К.; Ірпінь: Перун, 2005. – 1728 с.
7. Экологический энциклопедический словарь [Текст] / В.И. Данилов-Данильян, Ю.М. Арский, В.И. Выхирев [и др.]. – М.: Ноосфера, 1999. – 930 с.
8. Анучин, Д.Н. Рельеф поверхности Европейской России в последовательном развитии о нем представлений. В кн. Д.Н.Анучин, А.А. Борзов // Рельеф Европейской части СССР [Текст] / Д.Н. Анучин. – М.: Географгиз 1948. – 298 с.
9. Кодекс України «Про надра» (введений в дію Постановою ВР України № 133/94-ВР від 27.07.1994) [Текст] // Відомості Верховної Ради України. - 1994. - № 36. – С. 340.
10. Четверик, М.С. Формирование техногенной геологической среды и ее взаимосвязь с природной [Текст] / М.С. Четверик, Е.А. Бубнова // Вісник Криворізького технічного університету: Збірник наукових праць. - Кривий Ріг, 2010. - Вип. 25. - С. 83-87.
11. Bubnova, O. Prediction of changes in the state of the geological environment in the mining region [Text] / O. Bubnova // E3S Web of Conferences Volume 109 (2019) International Conference Essays of Mining Science and Practice, Dnipro, Ukraine, June 25-27, 2019. Published online: 09 July 2019. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201910900009>

**O.A. Bubnova**

#### **Determination of disturbed and technogenic geological environments**

**Abstract.** The article describes in detail the terminology used to determine the components of the environment, which affects mining and other anthropogenic activities. It is shown that the widely used term academician Sergeeva E.M. "Geological environment" is inaccurate. Other scientific terms, which determine the geological environment and human impact on nature are also considered. The definition of the "geological environment" is given and its classification is given. The criteria for which the geological environment can be attributed to a specific type are shown. As a result of dividing the territory of mining regions on a natural, technogenic and impaired geological environment, a technological burden on the area on the above expressions is determined. The example of Ukraine shows the regions with the greatest technogenic load from mining and mining and processing activities.

**Keywords:** geological environment, disturbed and technogenic geological environments, definition, technogenic load.

**Е.А. Бубнова**

#### **Мазасыз және техногендік геологиялық орталарды анықтау**

**Андатпа.** Жұмыс қоршаған ортаның компоненттерін анықтау үшін пайдаланылатын терминологияны егжей-тегжейлі сипаттайды, бұл тау-кен өндірісі мен басқа да антропогендік іс-шараларға әсер етеді. Кең таралған термин академик Сергеева Е.М. «Геологиялық сәрсенбі» дәл емес. Геологиялық ортаны және табиғатқа адамның әсерін анықтайтын өзге де ғылыми шарттары қарастырылған. «Геологиялық ортаның» анықтамасы беріліп, оның жіктелуі берілген. Геологиялық ортасы белгілі бір түрге жатқызылатын критерийлер көрсетілген. Тау-кен өңірлерінің аумағын табиғи, техногендік және құнсызданған геологиялық ортаға бөлу нәтижесінде жоғарыда аталған өрнектердегі технологиялық ауыртпалық анықталды. Украинаның мысалында тау-кен өндіру және қайта өңдеу жұмыстарынан ең үлкен техногендік жүктеме бар аймақтарды көрсетеді.

**Түйін сөздер:** геологиялық ортасы бұзылған және техногендік геологиялық медиа, анықтамасы, техногендік жүктеме.

УДК 574.504:501.75

**Е.А. Ворон**

*Научный руководитель – Бабий Е.В., д-р техн. наук*

*Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, Украина, г. Днепр*

#### **БИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТВАЛОВ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

**Аннотация.** *Исследовано состав и состояние золошлаковых отвалов теплоэлектростанций Украины. Проанализирован состав золошлаковых отвалов на предмет наличия токсичных примесей тяжелых металлов в зависимости от типа перерабатываемого минерального сырья. Выполнено сравнение содержания их в золошлаковых отходах с предельно допустимыми концентрациями в почве. Предложен способ биологической рекультивации поверхности золошлаковых отвалов и самих отходов как грунтового сырья.*

**Ключевые слова:** *золоотвал, рекультивация, тяжелые металлы, класс опасности, бобовые растения.*

Тепловая энергетика Украины функционирует в сложных экономических, технических и технологических условиях, поскольку это связано с нестабильной ситуацией в стране и мире. По официальным данным Минэнергоугля в Украине работает 14 ТЭС суммарной установленной мощностью 27,6 ГВт, из них угольных энергоблоков – 21,8 ГВт. Основным видом топлива тепловой энергетике Украины останется уголь. Это марки энергетического угля Д, ДГ, Г, П, их суммарный запас составляет около 70%, тогда как от использования антрацита практически отказываются, принимая во внимание сложность горно-геологических условий и удорожание его добычи.

Установлено [1], что сжигание такого количества низкокачественного топлива приводит к значительным выбросам вредных веществ в атмосферу и образованию значительного количества твердых отходов (золы и шлака). Проблемой утилизации отходов является то, что продукты сгорания (шлаки) и золу уноса (зола) согласно применяемой технологии складировать гидротранспортом. В результате смачивания и при длительным воздействием атмосферных осадков золошлаковые отходы (ЗШО) интенсивно окисляются, выщелачиваются и разрушаются, что приводит к изменению минералогического и вещественного состава техногенных отходов. В этом виде их сложнее перерабатывать для извлечения полезных компонентов или рекультивации.

Многочисленные исследования ЗШО показали, что в них значительное количество твердых частиц, что включают в себя несгоревший углерод, оксиды железа и оксиды других тяжелых металлов.

Высокие экономические затраты на реконструкцию существующих и строительство новых золошлаковых отвалов, а также их отрицательное воздействие на окружающую природную среду, обуславливает необходимость внедрения рациональных способов утилизации и переработки, как вторичного сырья ЗШО (например в производстве строительных материалов и материалов для оформления дорожного покрытия) и последующей рекультивации нарушенных территорий. Выше указанное, обуславливает актуальность выбранных исследований, поскольку они направлены на решение проблемы снижения техногенного воздействия на окружающую среду вокруг тепловых электрических станций в Украине и не только.

Анализ исследований проведенных в областях Украины (Г.И. Фесак (2000), А.М. Касимов (2009), В.П. Надутый (2016) и др.) и России (Т.И. Белозерова (2006), Д.А. Озерский (2007), Е.А. Гребещникова (2016) и др.) показал, что частицы золы механически оседают и постепенно заполняют котлован до намеченных отметок. При излиянии пульпы в котловане в первую очередь оседают наиболее крупные и тяжелые частицы, а легкая фракция относится на более далекие расстояния. После заполнения золоотвала ветер подхватывает и уносит наиболее легкие частицы, а более крупные и тяжелые остаются на месте или передвигаются по золоотвалу до какого-либо препятствия. Эти процессы и распределение частиц золы играют немаловажную роль при поселении растений на золе и при освоении ее. Однако шлаки и зола довольно токсичны, их токсичность состоит из токсичности полиароматических углеводородов (в основном бенз (а) пирена), тяжелых металлов и неопознанных органических токсикантов [1]. По химическому составу золошлаковые отходы представляют собой сложную смесь различных, преимущественно минеральных, веществ. Содержание различных химических соединений зависит от состава топлива, марки угля, технологии переработки.

Выполнен анализ содержания токсических микроэлементов тяжелых металлов (ТМ) в золошлаковых отходах пяти теплоэлектростанций Украины и приведены их предельно допустимые концентрации в почве (ПДК). Для обоснования их токсичности тяжелые металлы поделены в зависимости от класса опасности по отношению к здоровью человека (табл. 1).

Таблица 1 - Содержание токсических микроэлементов тяжелых металлов в составе золошлаковых отходов, образующиеся при сжигании угля на приведенных ТЭС (ТЭЦ) Украины по [1, 4-6]

Химический элемент	Предельно допустимые концентрации в почве, мг/кг	Содержание токсических микроэлементов ТМ в золошлаковых отходах $C_{Me\text{зол.}}$ , мг/кг				
		Трипольской ТЭС	Дарницкой ТЭЦ	Черкасской ТЭЦ	Бурштинской ТЭС	Змиевской ТЭС
<b>I класс опасности.</b> Токсическое действие: токсические тяжелые металлы с высокой летучестью влияют на органы дыхания, нервную систему, внутренние органы (печень, легкие)						
Свинец (Pb)	32,0	6,7	2,1	0,28	<b>23,1</b>	Н.в.**
Цинк (Zn)	100	<b>229,0</b>	70,4	18,0	36,6	Н.в
Кадмий (Cd)	2,0	0,2	0,2	Н.в	0,9	<b>1,5</b>
<b>II класс опасности.</b> Токсическое действие: влияют на органы дыхания, сердечно-сосудистую систему и внутренние органы (печень, легкие); имеют свойства канцерогена и аллергена						
Медь (Cu)	55	28,6	22,7	45,44	19,8	<b>90,0</b>
Хром (Cr)	6,0	<b>40,9</b>	30,7	0,54	Н.в.	13,0
Никель (Ni)	85,0	5,1	54,4	2,32	27,2	<b>150</b>

Ванадий (V)	150,0	133,0	26,6	5,47	13,2	<b>301</b>
<b>III класс опасности.</b> Токсическое действие: влияют на органы дыхания						
Марганец (Mn)	100	Н.в.	<b>106,1</b>	Н.в.	27,3	65

Примечание: \*Н.о. – не определено или не определялось

Анализ данных свидетельствует, что применять поверхность золошлаковых отвалов или сами ЗШО как сырье для рекультивации без предварительного обеззараживания нельзя, поскольку содержание токсических микроэлементов тяжелых металлов превышает в разы. Например, в ЗШО Трипольской ТЭС содержание цинка (I класс опасности) превышает в 2,2 раза. Тогда как в отходах Змиевской ТЭС еще более критичная ситуация с содержанием токсических микроэлементов тяжелых металлов, которые относятся ко II классу опасности: содержание никеля превышает в 1,8 раза, ванадия в 2,0 раза, меди в 1,6 раза.

Анализ современных способов рекультивации золоотвалов и других накопителей промышленных отходов показал, что в проектной документации по восстановлению земельных ресурсов и возврата их в государственную и коммунальную собственности и на практике используют простейшие способы, которые можно разделить по направлениям.

1. Самостоятельное зарастание техногенной поверхности отвалов, терриконов, шламохранилищ и др. травянистыми, кустарными растениями и деревьями. Такой вид рекультивации, к сожалению, не предусматривает разборку техногенных объектов, восстановление мезорельефа и ландшафта, и восстановление почвенного слоя нарушенных земель.

2. Проведение мероприятий по горнотехнической рекультивации, когда на предварительно спланированную поверхность насыпают горные породы и формируют плодородный слой почвы. Для этого укладывают в основание глины, потом песок, потенциально плодородные породы (лессовидные суглинки) и чернозем. Данный способ является нерентабельным и малопродуктивным, так как заскладированных во временные бурты лессовидные суглинки перемешаны и лишились вертикальной пористости, а черноземы потеряли качественные характеристики в результате уплотнения и окисления.

3. Проведение способов биологической рекультивации. Известны способы рекультивации земель, включая селективное нанесение подготовленных потенциально-плодородных не фитотоксичных пород на выровненную поверхность горных пород, на которых высевают растения сидераты. А именно многолетние бобовые травы (люцерна или эспарцет песчаный), что способствует развитию в корневом слое микроорганизмов, накоплению полезных ферментов и формированию микробиологического профиля [3]. Особенностью такого способа рекультивации земель является то, что в нижнем слое скапливается наибольшая масса и поверхность корней растений. К сожалению и он имеет следующие недостатки:

а) сформированная растениями-сидератами с однотипными корнями капиллярная система не обеспечивает быстрое поднятие воды из нижележащего водоносного слоя к корневой системе верхнего слоя потенциально плодородных пород;

б) не обеспечивается достаточная прочность верхних слоев почвы и он уплотняется при прохождении сельскохозяйственной техники, приводит к разрушению созданной капиллярной системы;

в) способ не рассматривается для обеззараживания грунтов путем извлечения токсичных веществ из корневой системой и наземной частью.

Автором предлагается на поверхность отработанных золоотвалов с обедненными токсичными почвами послойно наносить обезвоженный ил канализационных очистных

сооружений (КОС) и золы в соотношении 2:1, 4:1 с высеванием растений сидератов семейства бобовых и крестоцветных.

Порядок нанесения слоев ила обезвоженного КОС и золы следующий.

1. В первый год нанесение на спланированную поверхность золоотвала обезвоженного активного ила (высота слоя 20 см) и последующего перемешивания его со слоем золоотходов (высота слоя 40 см). Высаживаем весной растения семейства бобовые (донник желтый). При достижении высоты 40-60 см, растения скашивают. Зеленую массу измельчают и складывают в силосной яме для производства биогаза.

2. Через 2-3 года в зависимости от того в каком направлении будет использоваться восстановленная почва а) либо снова наносим на спланированную поверхность золоотвала обезвоженный активный ил (высота слоя 20 см) и последующего перемешивания его со слоем золоотходов (высота слоя 40 см). Высаживаем весной растения-сидераты семейства бобовые (донник желтый либо эспарцет песчаный). При достижении высоты 40-60 см, растения скашиваем. Период выращивания растений 2-3 года; б) восстановленные земли возвращаем в земельный фонд органов местного самоуправления.

Таким образом, разработан способ рекультивации грунтового покрова содержащего ЗШО путем посадки растений, которые вытягивают токсических микроэлементов тяжелых металлов корневой системой. Предложена совместная утилизации золы, активного и карбидного илов дает возможность уменьшить объемы накопителей отходов, предотвратить загрязнение атмосферы и гидросферы, а также восстановить природный ландшафт нарушенных территорий.

### Литература

1. Коваленко А.М., Касимов А.М., Ковалёв А.А. Утилизация отходов тепловых электростанций Украины, использующих пылеугольное и жидкое топливо // Харьков Вестник ХНАДУ, 2011. Вып. 52. С. 72-77.

2. Земельный Кодекс Украины от 25.10.2001 № 2768-III с изменениями, внесенными Законом Украины от 21.02.2020 233-IX.

3. Рекомендации по рекультивации отработанных золошлакоотвалов тепловых электростанций: РД 34.02.202-95. - М.: СПО ОРГРЭС, 1997. Разработано АО "Фирма ОРГРЭС". Исполнители А.В. Орлов, Ю.Б. Поволоцкий, Л.В. Верещак.

4. Особливості впливу золовідвалів підприємств теплоенергетики на навколишнє середовище // А.В. Яцишин и др. / ISSN 2524-0226. Проблеми надзвичайних ситуацій, 2018. № 2(28), Civil Security. DOI: 10.5281/zenodo.2594489, С. 57-68. Электронный ресурс [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=Pns\\_2018\\_28\(2\)\\_7](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=Pns_2018_28(2)_7)

5. Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы. ГН 2.1.7.2042-06 Издание официальное Москва, 2006. Электронный ресурс <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293850/4293850510.htm>

6. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511— 09. Издание официальное Москва, 2009. Электронный ресурс <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293828/4293828439.pdf>

Е.А. Ворон

Жылу энергиялық өсімдіктерінің күл қалықтарының бетін рекультивациялаудың биологиялық әдісі

**Аннотация.** Украинадағы жылу электр станцияларының күл үйінділерінің құрамы мен күйін зерттеді. Күл үйінділерінің құрамына өңделген минералды шикізат түріне байланысты ауыр металдардың улы қоспаларының болуына талдау жасалды. Олардың күл мен қалдықтарындағы құрамын топырақтағы шекті рұқсат етілген концентрациясымен салыстыру жүзеге асырылады. Күл мен қалдықтарының бетін және қалдықтардың өзін шикізат ретінде биологиялық қалпына келтіру әдісі ұсынылған.

**Түйін сөздер:** күл үйіндісі, мелиорация, ауыр металдар, қауіптілік класы, бұршақ тұқымдас өсімдіктер.

**Voron E.A.K.V. Babii,**

**Biological method for recultivation of the surface of ash dumps of heat power plants**

**Abstract.** Investigated the composition and condition of ash dumps of thermal power plants in Ukraine. The composition of ash dumps was analyzed for the presence of toxic impurities of heavy metals, depending on the type of processed mineral raw materials. Comparison of their content in ash and slag waste with the maximum permissible concentration in the soil is carried out. A method for biological reclamation of the surface of ash and slag dumps and the waste itself as a raw material is proposed.

**Keywords:** ash dump, reclamation, heavy metals, hazard class, leguminous plants.

УДК 622.274.54

**Ж.К. Кулбаева**

*Научный руководитель – М.Н.Сандибеков, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, доцент Satbayev University, Казахстан, город Алматы*

*[Kulbaeva.zhamilya@mail.ru](mailto:Kulbaeva.zhamilya@mail.ru)*

## **РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ ПОИСК СКВАЖИН В СТЕНКАХ ДРЕНАЖНОГО ШТРЕКА**

**Аннотация.** Рассмотрена роль метода георадарного зондирования для выявления поиска скважин, не попавших в створ дренажного штрека для повышения эффективности внешнего водопонижительного контура шахты «Соколовская» АО ССГПО. Исследования на шахте «Соколовская» выявили взаимосвязь геологических факторов (карст, трещиноватость и слоистость скального массива) с отклонением от оси ствола скважин.

**Ключевые слова:** Соколовское месторождение, подземный рудник, гидрогеологическое строение, шахта, дренажный штрек, сквозные фильтры, массив горных пород, зона обрушения, наблюдательные скважины, гидрогеологический мониторинг.

**Основная часть.** Опыт бурения скважин на АО «ССГПО» в дренажный штрек показал, что попадание скважины с поверхности в штрек диаметром  $\varnothing=2,5$ м на глубине 150 м сложная задача, успех которой зависит от многих причин технического характера. Причина непопадания в штрек зависят не только от мастерства буровой бригады, выполняющей бурение (глубина более 150 метров), но значительной степени влияние оказывают геологические факторы. В районе распространения известняков вскрывался карст. На участках тектонических нарушений – повышена трещиноватость скального массива. В общем, по участку распространена слоистость и трещиноватость скального массива с падением в сторону от штрека, что предопределяет сложность вертикального прохождения данного слоя пород. Тем более, он выходит уже на глубине больше 100 метров и, как-либо управлять прохождением бурового снаряда по нему не представляется возможным. При весьма высоком качестве бурения (отклонение стволов скважин от вертикали по результатам инклинометрии составило  $1^\circ$ ).

Целью выполненных изысканий является геофизическое исследование методом георадарного зондирования для выявления аномальных зон в бортах штрека,

свидетельствующих о возможном расположении водосбросных скважин. Такие исследования позволяют повысить адресность поиска скважины в законтурном массиве.

Если в выработках отсутствует возможность бурения шпуров и проведения взрывных работ, то не попавшие в штрек скважины при планировании работ, следует учитывать, как потери. В таком случае необходимо использовать буровые станки, позволяющие управлять направлением бурового снаряда, что повысит стоимость буровых работ.

Основные задачи изысканий:

- проведение геофизических исследований на пяти участках длиной 10,0 метров, показанных маркшейдерской службой предприятия, где должен был располагаться по данным привязки ствол скважины;

- обработка результатов георадарного зондирования с построением разрезов по линиям;

- интерпретация результатов с указанием наиболее вероятных участков нахождения ствола скважины и вынос результатов интерпретации на план, представленный маркшейдерской службой предприятия.

На основании выполненных геофизических работ выполнено построение георадарных разрезов при различных параметрах обработки результатов измерений. Полученные разрезы по скважинам 2003, 2005, 2010, 2014 и 2015 приведены на рисунке 2.

По скважине 2003 разрезы представлены в прямом и обратном направлении по одному профилю, поскольку известна сторона смещения скважины. Такая же ситуация по скважинам 2010 и 2014.

По скважинам 2005 и 2015 на разрезах вынесены оптимально обработанные результаты по разным бортам выработки, на 2005 на одном рисунке, а на 2015 вторая сторона вынесена на отдельный рисунок.

Результаты интерпретации георадарных разрезов, обработанных разными способами, представлены в виде черно-белых вариантов разреза, вынесенных на предоставленные Заказчиком схемы проведения работ масштаб 1:100, рисунок 1. Там же указаны рекомендуемые места бурения разведочных шпуров с указанием расположения в исходном масштабе, как в плане, так и по вероятной глубине расположения скважины. Цифрами обозначен приоритет бурения, где по результатам интерпретации расположение скважины наиболее вероятно.

В таблице 1. приведены отклонения от оси скважин в штреке, выявленные в ходе георадарного зондирования.

Таблица 1

№	СФ	Отклонения от оси скважины
1	СФ 2003	на восток 0,5 м, глубина от стенки выработки 1,9-2,0 м
2	СФ 2005	на запад 2,0 м, глубина от стенки выработки 1,5 м
3	СФ 2010	на запад 1,0-1,5 м, глубина от стенки выработки 1,5 м
4	СФ 2014	на север 1,5-2,0 м, глубина от стенки выработки 1,5 м
5	СФ 2015	на юг 1,5 м, глубина от стенки выработки 2,0-2,5 м

По результатам зондирования СФ 2014 уже вскрыт шпурами и запущен в эксплуатацию.

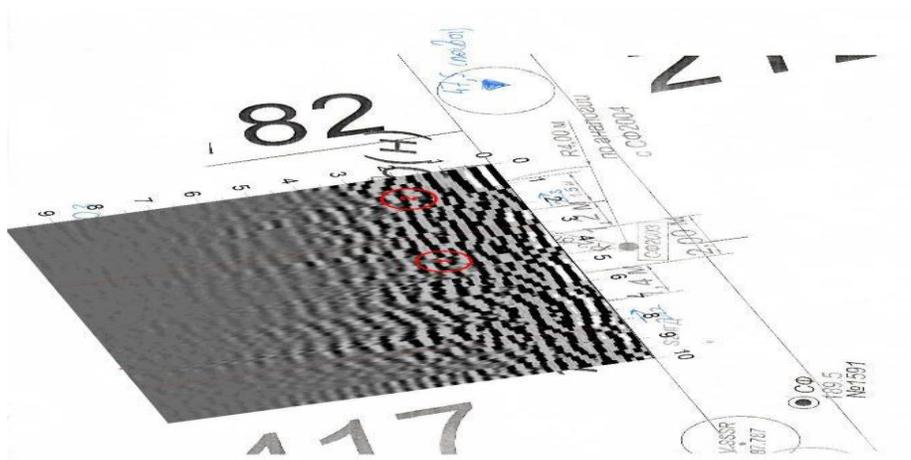
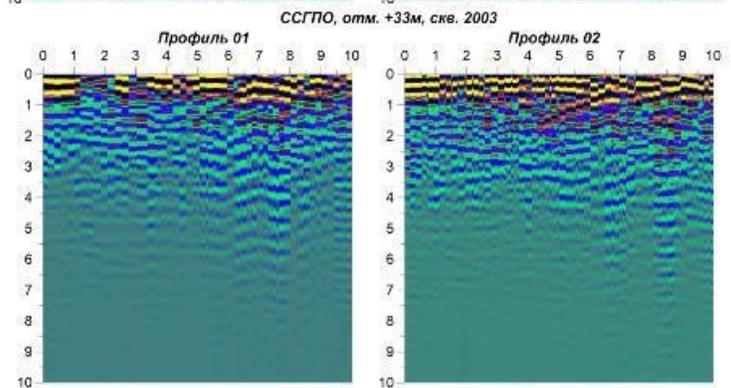
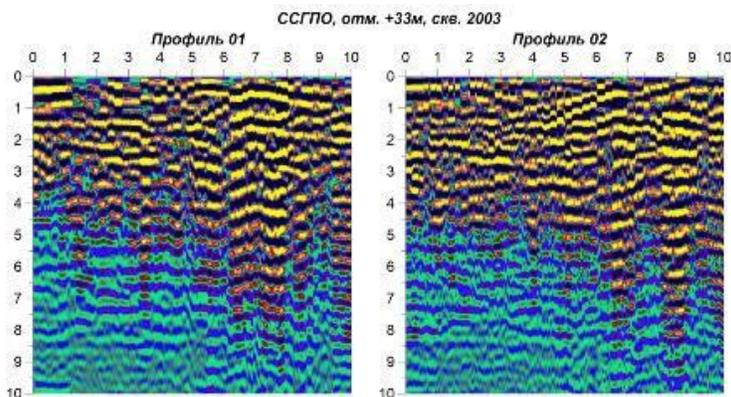
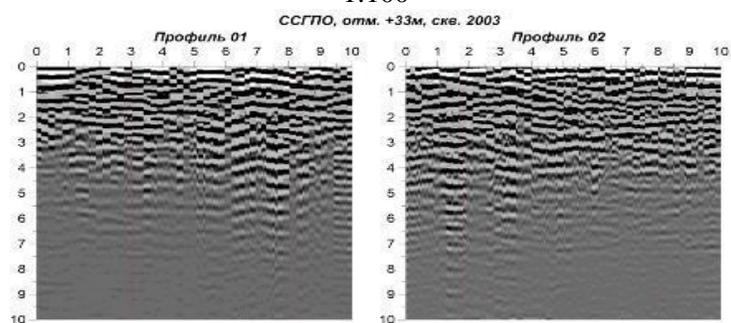


Рисунок 1 – Рекомендуемые места бурения шпуров для сбойки на плане  
1:100

скв. №2003. Масштаб



### **Вывод.**

1. Выполнено построение георадарных разрезов при различных параметрах обработки результатов исследований.
2. Результаты интерпретации георадарных разрезов представлены в виде черно – белых вариантов разреза, где указаны рекомендуемые места бурения разведочных шпуров.
3. Адресность поиска, методом георадарного зондирования помогает вернуть в строй ранее пробуренные водосбросные скважины, не попавшие в створ дренажного штрека.

### **Литература**

1. Сарбайское РУ АО «ССГПО». Реконструкция Соколовского карьера с целью поддержания Мощности. Геологическая и гидрогеологическая характеристика месторождения. Инженерная защита территории / Проект. Том 5// АО «Гипроруда». Санкт Петербург – 2017. С. 137.
2. Сарбайское РУ АО «ССГПО». Реконструкция Соколовского карьера с целью поддержания Мощности. Технологические решения (горная часть, технологический транспорт и отвальное хозяйство, техника безопасности и промышленная безопасность) / Проект. Том 6.1 АО «Гипроруда». Санкт Петербург – 2017. С. 133.
3. Реконструкция карьера с вовлечением в отработку новых запасов вкрапленных руд для поддержания мощности ССГОКа. Проект Институт Гипроруда. Санкт Петербург 1992 г.
4. Дополнительные исследования по повышению эффективности работы существующего дренажного комплекса и осушения мелового водоносного горизонта с проведением исследований по его емкостным свойствам и степени водоотдачи / Отчет о НИР // ТОО «ИГД Казахстан». Астана – 50 стр.
5. Журнал №1 документации подземных горных выработок от шахты Ю-2. Инв. № 224
6. Журнал документации подземных горных выработок. Шахта № 1-Ю. Инв. № 223

**Ж.К.Құлбаева М. Н. Сандибеков**

#### **Дренажды қуақаз қабырғаларындағы ұңғымаларды радиолокациялық іздеу**

**Аңдатпа.** ССКӨБ АҚ "Соколовская" шахтасының сыртқы су айдау контурының тиімділігін арттыру үшін дренажды қуақаз жармасына түспеген ұңғымаларды іздестіруді анықтау үшін георадарлық зондтау әдісінің рөлі қарастырылған. "Соколовская" шахтасындағы зерттеулер ұңғымалар окпанының осінен ауытқумен геологиялық факторлардың (карст, жарықшақтық және жартас массивінің қабаттылығы) өзара байланысы анықталған.

**Түйін сөздер:** Соколов кен орны, жер асты кеніші, гидрогеологиялық құрылым, шахта, дренажды штрек, өтпелі сүзгілер, тау жыныстарының массиві, құлау аймағы, бақылау ұңғымалары, гидрогеологиялық мониторинг.

**Zh.K. Kulbaeva, M. N. Sandibekov**

#### **Radar search for wells in the walls of the drainage drift**

**Abstract.** The role of the georadar sounding method for identifying the search for wells that did not fall into the target of the drainage drift to increase the efficiency of the external water-lowering contour of the Sokolovskaya mine of JSC SSGPO is considered. Studies at the Sokolovskaya mine revealed the relationship of geological factors (karst, fracturing and stratification of the rock mass) with the deviation from the axis of the wellbore.

**Keywords:** Sokolovskoye field, underground mine, hydrogeological structure, mine, drainage drift, through filters, rock mass, collapse zone, observation wells, hydrogeological monitoring.

**И.К. Ахметова., Ж.М. Дарибай**

*Научный руководитель – Е.Т Сердалиев., к.т.н., ассоц.проф. кафедры «Горное дело»  
SatbayevUniversity, Казахстан, г. Алматы,  
[Indira.akhmetova.98@mail.ru](mailto:Indira.akhmetova.98@mail.ru)*

## **ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ТРОСОВОГО АНКЕРА В УСЛОВИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКБАКАЙ**

***Аннотация.** В этой статье рассматривается способ крепления массива с помощью тросовых анкеров с армасеткой, который обеспечивает прочность массива при очистных работах, снижает степень разубоживания руды и стоимость крепления горных выработок.*

***Ключевые слова:** тросовые анкера, экономическая эффективность, несущая способность, армасетка.*

Современное состояние разработки месторождений подземным способом характеризуется различными особенностями, которые в основном зависят от темпов углубления горных работ и сложности горно-геологических условий.

Анализ инженерно-геологических данных месторождения Акбакай показал, что массив горных пород данного месторождения подвержен микро и макро трещинами разного размера, имеет склонность к расслоению и обрушению.

В результате проведенных лабораторных исследований установлено, что расслоения горных пород Акбакайского месторождения в основном происходит из-за того, что они содержат химический и механический нестабильные минеральные соли доломит  $\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$ , альбит  $\text{Na}_2\text{O Al}_2\text{O}_3 6\text{SiO}_2$  и мусковит в виде алюминиево-калиевой слюды  $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ . В связи с этим при проведении горных работ ухудшается устойчивость массива и возникают геомеханические проблемы, в некоторых участках массива из-за образования вывалов становится невозможным продолжение проходческих и очистных работ. Кроме того, последствие таких явления приводит к разубоживанию руды до 35-50%, за счет прихвата породы при обрушении.

Поэтому, возникла необходимость анализа и выбора оптимального вида крепи и технологии крепления подходящая к условиям месторождения Акбакай, повышающая эффективность горно-проходческих и очистных работ и обеспечивающая повышение безопасности и производительности труда.

В результате проведенных сравнительных анализов по работе системы «массив-крепь» установлено, что для крепления опасных по вывалам участков месторождения Акбакай целесообразно применить тросовые анкера. Целесообразностью использования этой системы является замена тяжелых, металлоемких видов крепи на тросовые анкера с армасеткой, которые обеспечивает сокращения затрат времени на крепление, не снижая несущей способности крепи и безопасности горных работ.

Таким образом, с целью минимизировать степень разубоживания руды месторождения Акбакай применили технологию крепления рудного тела со стороны висячего бока тросовыми анкерами (рис.1).

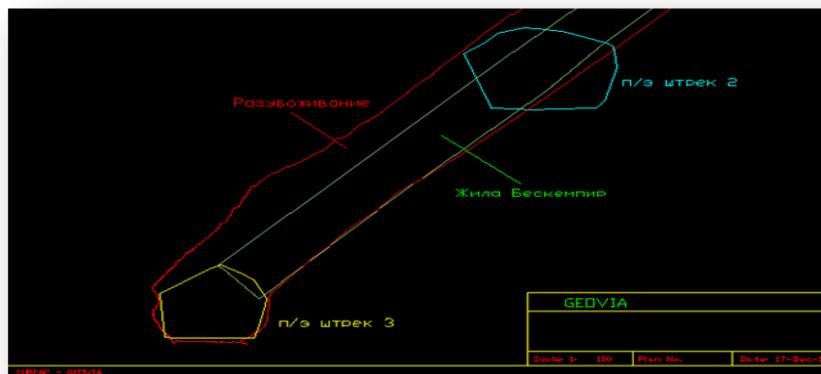


Рисунок 1 - Технология крепления рудного тела со стороны висячего бока тросовыми анкерами

Технология крепления рудного тела со стороны висячего бока производится в следующем порядке (рис.2): в обуренную скважину, диаметром не более 51 мм, вводится тросовый анкер в сборе с трубкой для отвода воздуха, таким образом, чтобы в выработке осталась «остаточная часть» анкера длиной около 200 мм, затем в скважину на глубину до 1,0 м вставляется трубка, соединенная со шлангом подачи цементного раствора. Устье скважины, с установленным анкером и трубкой подачи цементного раствора, плотно закрывается и трамбуется пыжом (бумагой, ветошью и др.), воздухоотводящая трубка опускается в емкость с водой. После этого производится закачивание цементного раствора. Полнота заполнения скважины определяется по наличию пузырьков воздуха в емкости с водой. После прекращения выделения пузырьков воздуха, трубка для подачи цементного раствора постепенно выводится из скважины с одновременной подачей и нагнетанием цементного раствора. После выдержки 12 часов отстоя устанавливается опорная планка, которая фиксируется конусной гайкой. В конце производится процесс измерения натяжения троса с помощью специального гидравлического домкрата с подачей усилия в пределах 3-5 тонны [1].

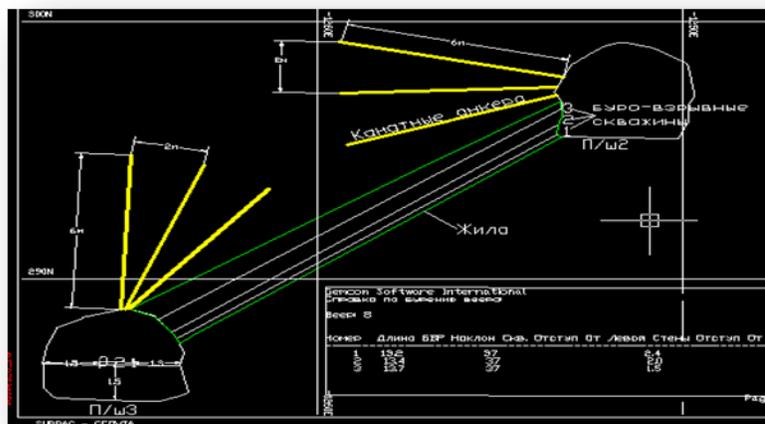


Рисунок 2 - Технология крепления рудного тела со стороны висячего бока

После 12-ти часового отстоя установки тросового анкера с целью увеличения прочностных свойств крепи производится натяжение троса с помощью анкероудерживателя РТ-Zylinder RH302 с усилением 3-5 т (рис.3) [1].



**До натяжки**

**После натяжки**

Рисунок 3 - Натяжение троса с помощью анкерывыдергивателя PT-Zylinder RH302 с усилением 3-5 т

Основным техническим результатом использования тросового анкера является повышение устойчивости массива и обеспечения безопасности труда. Кроме того, упрощенная конструкция анкера, снижает трудоемкость установки. Надежно взаимодействуя с приконтурным массивом обеспечивает несущую способность сразу после установки.

В результате установки канатных анкеров согласно предлагаемой схеме, висячий бок будет устойчивым даже при производстве буровзрывных работ. При устойчивости висячего бока предотвращается обрушение вмещающих пород висячего бока, тем самым снижается степень разубоживания руды до 30-40%.

### **Литература**

1. Отчет по внедрению тросового анкера на западном фланге подэтажного штрека №13 жилы Пологая между веерами 134-154, для удержания висячего бока на примере Капанского ГОКа, Армения. Геомеханик АО «АлтынАлмас» Асыл Мирас.
2. Научно-технический журнал «Мир горной книги» специальный выпуск 2015г.

**И.К. Ахметова., Ж.М Дарибай, Е.Т. Сердалиев**

### **Күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларда тросты қарнақты қолдану**

**Аннотация.** Бұл мақалада тазарту жұмыстары кезінде массивтің беріктігін қамтамасыз ететін, кенді байыту дәрежесін және тау-кен қазбаларын бекіту құнын төмендететін арматурасы бар кабельдік якорь көмегімен массивті бекіту әдісі қарастырылады.

**Түйін сөздер:** Кен орындарын игеру кезінде кенді аудандардың азаюына байланысты дайындық және кесу жұмыстарын, кен қазбаларын жүргізу процестерін күшейту мәселесі туындайды. Демек, күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларда бекітудің технологиялық ерекшеліктерін анықтау мақсатында бекіту жүйесін жетілдіру бойынша көптеген ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілуде. Олардың бірі – тросты қарнақты қолдану. Бұл бекіту жүйесінің артықшылығы - қарапайымдылығы, жеткілікті жүк көтергіштігі және экономикалық тиімділігі.

**I.K. Akhmetova., Zh.M. Daribay, E.T. Serdaliyev**

### **Application of a cable bolt in difficult mining and geological conditions**

**Abstract.** This article discusses the method of fixing the array with the help of cable anchors with an armaset, which provides the strength of the array during cleaning operations, reduces the degree of ore dilution and the cost of fixing mining workings.

**Keywords:** In connection with the reduction of ore areas during the development of deposits, the problem of intensification of preparatory and excavation works, the processes of driving mine workings, arises. Consequently, in order to identify the technological features of fastening in difficult mining and geological conditions, many research works are being carried out to improve the fastening system. One is the use of a cable bolt. The advantages of this fastening system are simplicity, sufficient load-bearing capacity and economy.

УДК 622.274.54

**К.Т. Сахипова, К.Б. Сатыбалды**

*Ғылыми жетекші – Б.К. Бектур, техника ғылымдарының магистры, лектор.*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

*[kakarinaa55@gmail.com](mailto:kakarinaa55@gmail.com)*

### **«ДНК» ШАХТАСЫНЫҢ ТЕРЕҢ ГОРИЗОНТТАРЫНДАҒЫ ХРОМИТТЕРДІ ҚАУІПСІЗ ӨНДІРУГЕ АРНАЛҒАН КОМБИНАЦИЯЛАНҒАН ГЕОТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада «ДНК – Қазақстан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахтасында кен өндіру барысындағы тазарту жұмыстарының шекаралық әсерін анықтауда технологиялық схеманы зерттеу нәтижелері келтірілген. Кен шоғырларын қазудың тәсілі мен технологиялық схемасын таңдау кезіндегі негізгі және айқындаушы көрсеткіштер кен денелері мен аралық жыныстардың орналасуының тау-кен және геологиялық жағдайлары, геологиялық құрылымы, беріктігі, бекемдігі, кеуектілігі, деформациялануы және орнықтылығы болып табылады. Осы көрсеткіштерді терең зерттей отырып, жерасты жұмыстарын жүргізу процесінде массивтің геотехникалық күйін бағалау мәселелері шешіледі, қабылданған қазу жүйесінің негізгі технологиялық процессінің параметрлері айқындалады, жұмыстарды жүргізудің тиімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету жөніндегі мәселелер шешіледі.

**Түйін сөздер:** комбинацияланған геотехнология, тұрақты массив, төменгі қабаттарды толтырмалау және кенді өздігінен құлата қазу жүйесі, жасанды блок табаны, тұрақты темірбетонды платформа, жер астындағы тау кен жұмыстары.

**Кіріспе.** Зерттеу объектісі «Қазақстан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахтасының терең горизонттарынды жағдайында біріктірілген геотехнологияны таңдау негіздемесі мен әдістемесі болып табылады.

Зерттеудің мақсаты құрылымдық бұзылған массивтердің терең горизонттарында және күрделі кен-техникалық жағдайында комбинацияланған геотехнология параметрлерін өңдеу және әзірлеу, өздігінен жүретін қондырғыларды қолдана отырып төменгі көлденең қабаттарды толтырмалау және кенді өздігінен құлата қазу жүйесінің реті мен жүйелілігі бойынша хромитті өндірудің қауіпсіз және тұрақты дамуын қамтамасыз ету горизонттарында комбинацияланған геотехнологияның параметрлерін негіздеу болып табылады [1].

Массивтің бақылау және реттеу әрекетін өңдеу жүйелеріндегі өздігінен құлат қазу жүйесімен массивтің қасиеттері мен құрылымын, оның геологиялық, геоструктуралық және геотехникалық сипаттамаларын, сондай-ақ тау қысымының қалыптасуының геомеханикалық ерекшеліктерін және оның кен орындарын игеру процесінде пайда болуын терең зерттеуді қажет етеді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы «Қазастан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахтасының терең қабатына өту жағдайында тау-кен жұмыстарын жүргізу тәртібі мен реттілігі кезінде кенді өздігінен құлата қазу және игерілген кеңістікті сала отырып еңіс көлденең қабатты қазу жүйелерінде хромиттерді жер астында өндірудің қауіпсіз және тұрақты дамуын қамтамасыз ететін комбинацияланған геотехнологияларды таңдау әдістемесін негіздеу болып табылады.

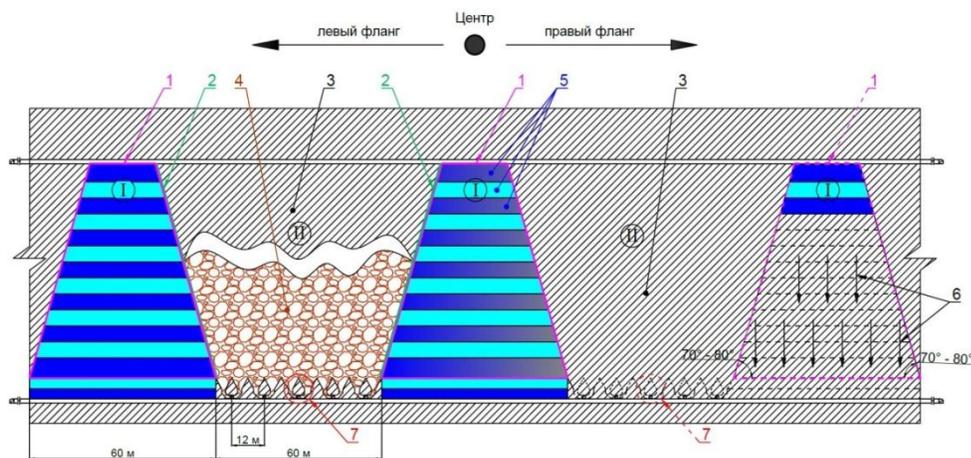
**Негізгі бөлім.** Блоктардан пайдалы кенді жүйелі түрде қазып алу үшін жасанды көпқабатты темірбетон платформаларын нығайту арқылы тірек конструкция элементтері ретінде аралық және кентіректердің бойымен жасанды блок түбін құруға бағытталған, өздігінен жүретін қондырғылармен қамтамасыздандырылған комбинацияланған геотехнологиясы ұсынылады.

Алынған нәтижелер, кен орнын қауіпсіз және рентабельді пайдалану принципімен бірге өндіріс шығындарын есепке ала отырып, уақыт бірлігіне кен орнының теңгерімдік кенінің 1 т-на ең жоғары құндылығын алатын терең және күрделі-оқшауланған кен шоғырларында жер асты комбинацияланған геотехнология нұсқасы бойынша қорларды өңдеуді тұрақты дамыту үшін «Қазастан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахтасының терең горизонттары жағдайында хромит өндіруді өңдеу кезінде одан әрі және мақсатқа сай көшуге ықпал етеді [2].

Кенді бірлесіп өндіруге арналған комбинацияланған жерасты геотехнологиясы кенді өздігінен құлата қазу жүйе және қатаятын төсемі бар көлденең төмен түсетін қабаттар 6,0 млн. тонна кен өнімділігін ұлғайту бойынша 2-кезектегі қорларды өңдеу үшін қабылданған. Жылына 6,0 млн.т кеннен 3,7 млн.т кенді өздігінен құлата қазу және 1,3 млн.т кенді көлденең төмен түсетін қабаттар жүйесімен өндіріледі. Кенді өздігінен құлата қазу жүйесін қолдану тау-кен өндірісінің жоғарылауымен байланысты кейбір ерекшеліктерге ие кен орнын игерудің бастапқы кезеңінде барлық қазбалар бар тазарту қазбаларындағы қысым және кернеулерді қайта бөлу СВП-27 металл бекітпесімен бекітіледі, олар қазудың соңына дейін жүктемеге төтеп бермейді және ашылғаннан кейін қазбаны үнемі қайта бекітуді талап етеді.

Ұсынылатын комбинацияланған геотехнология бойынша хромит қорларын қазудың ұсынылатын тәртібі «Қазастан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахтасының терең горизонттарында комбинацияланған геотехнологияны қолдану жөніндегі технологиялық регламенттің негізгі бөлігінде мұқият зерттелген [3].

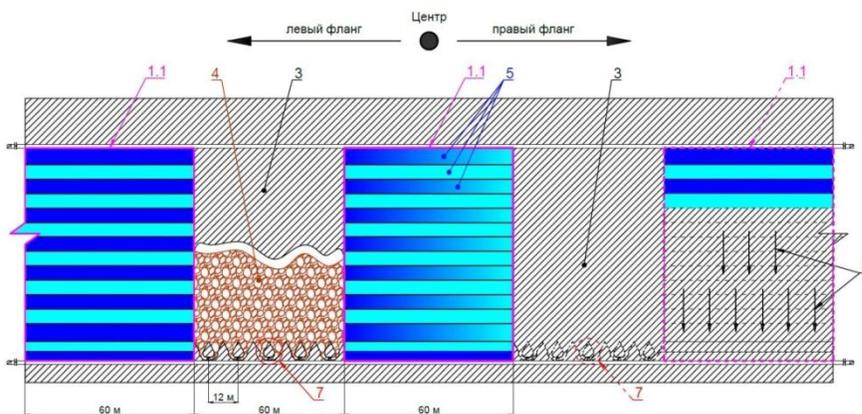
Қазу тәртібінің мәні келесідей: қабаттың терең горизонттары «Қазастан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахтасы жағдайында ұсынылған комбинацияланған геотехнологияға сәйкес, хромит қорларын игеру кезінде трапеция түрінде блок формасы бар жасанды еден астындағы қазылған кеңістікті төсеу арқылы көлденең түсетін қабаттармен игеру жүйесінің комбинациясын қамтитын, табиғи көлбеу бұрышпен жоғарғы қабаттан 70-80° блоктың бүйірлік шекараларының қабырғаларының көлбеу бұрышы және кенді өздігінен құлату жүйесі ұсынылады., ол кен шоғырының ортасынан қапталдарға және қабаттағы кезектілік бойынша төмен қарай жүргізіледі. Бұл ретте, бастапқы блокты дайындау (I) көлденең төмендейтін қабатты салу жүйесімен қорларды өңдеу және блок қорларын дайындау (II) мен игерудің келесі тәртібіне көшу арқылы жүргізіледі, кенді өздігінен құлата қазу жүйесімен қамтамасыз етіледі (1-сурет).



1-блоктың трапеция тәрізді формасы; 2 – блоктың бүйір шекаралары қабырғаларының көлбеу бұрышы;  
 3 – көрші блоктар; 4 – кенді өздігінен құлата қазу технологиясы; 5 – төсеу массивінің қабаттары;  
 6 – қорларды өндеудің төмендейтін тәртібінің бағыттары; 7 – кенді шығару көкжиегі;  
 I және II-комбинацияланған геотехнология кезінде блоктарды өндеу кезегінің тәртібі.  
 Сурет 1 – Комбинацияланған геотехнология кезінде хромит шоғырларының кен қорларын қазудың ұсынылатын тәртібі

Кен өндірудің өнімділігін ұлғайту үшін бастапқы блоктардың қорларын өндеу (1-суреттегі, 1) төсемнің бірнеше қабаттарымен жоғарыдан төмен қарай, ортасынан қапталға дейін қабат бойынша бірнеше блоктармен көршілес блоктар қорларының учаскелерін оларды екінші рет өндеуге қалдыра отырып жүргізіледі. Блоктар түбінің тиісті параметрлері осы шығару көкжиегінде кенді өздігінен құлату технологиясымен (3, 1 және 1.1-суреттер) пайдалану блоктарынан өздігінен бүлінген кен массивін шығару үшін оңтайлы технологиялық қазбаларға сүйене отырып есептеледі.

Қабат шегінде тау-кен жұмыстары фронтының дамуымен қазу орталықтан қапталдарға көлденең және төмен қарай жүргізіледі. Бірінші кезекте Орталық блок (1, 1-сурет) үлгілік нұсқадан (2-сурет) ерекшеленетін трапеция пішінді, табиғи еңіс бұрышымен қазудың жоғарғы қабатынан блоктың бүйір шекаралары қабырғаларының 70-80° еңіс бұрышымен жасанды жабын астында қазылған кеңістікті қалау жүйесімен пысықталады. Бұл бастапқы блоктың (1 және 2-сурет) қорларын өндеу кезінде толтыру массивінің тұрақтылығын арттырады және алдыңғы блоктарда тақтайша тәртібімен төсеу массивін қалыптастырғаннан кейін бірден (4, 1 және 2-суреттер) қабатта кенді өздігінен құлату технологиясымен көршілес блоктардың қорларын өндеу кезінде қатты жарықшақты кен массивінің өзін-өзі бұзу процесін жақсартады [4].

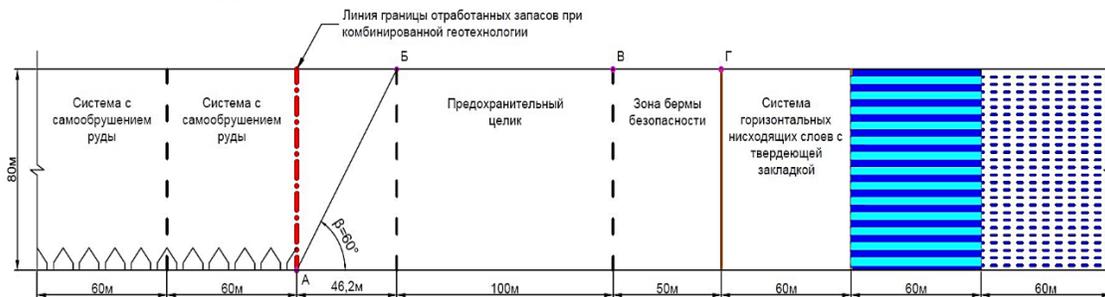


- 1.1-блоктың тікбұрышты нысаны; 3-көрші блоктар; 4 – кенді өздігінен құлата қазу технологиясы; 5 – толтыру массивінің қабаттары; 6 – қорларды игерудің төмендейтін тәртібінің бағыттары; 7-кенді шығару көкжиегі.

Сурет 2 – Жер асты комбинацияланған геотехнологиямен терең хромитті шоғырларда қазудың ұсынылатын үлгілік тік бұрышты схемасы және тәртібі

Кен орнындағы комбинацияланған геотехнология кезінде кенді өздігінен құлата қазу жүйесімен біріктірілімдегі тау-кен жұмыстарының тереңдігінің ұлғаюымен, онда шығару және жеткізу көкжиегінде шығарылған кен қабаты орнында игеру жүйесінің тірек элементі ретінде пайдаланылатын қатаятын төсеу массивінен блоктардың жасанды түбінің монолитті жолағын жасау, жоғары тау-кен қысымы кезінде, олардың жоғары орнықтылығы мен сенімділігін, сондай-ақ блоктарда кенді өңдеу кезінде тазалау ойығының барлық кезеңіне сақталуын қамтамасыз ету. Бұдан басқа, шығару және жеткізу қазбаларын қауіпсіз пайдалану, кенді жеткізу мен тасып шығарудың тәуелсіз жұмысы бойынша қолайлы жағдайлар жасалады, ал олардың конструкциясының шағын биіктігі - олардағы кен массасының ықтимал тоқтап қалуын жою және күрделі және пайдалану шығындарын қысқарту.

Жоғарыда көрсетілген Әдістемеге және параметрлерге сәйкес кен сілемінің сырғу бұрышы бойынша созылу бойынша мысалда «Қазақстан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахталарының терең қабатында комбинацияланған геотехнологияны қолдана отырып, хромиттерді жерасты өндіру кезінде тазалау жұмыстарының әсерінен қауіпсіздіктің сақтандыратын кентірегі мен бермалары салынып есептелді (3-сурет).



Сурет 3 – Комбинацияланған геотехнологиясын қолдану барысындағы қауіпсіздік бермасы мен сақтандырғыш кентіректің схемасы

**Қорытынды.** Тау-кен-геологиялық, тау-кен техникалық ерекшеліктері және «Қазақстан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахтасының хромит қорларын өңдеу жағдайында мүмкін болатын игеру жүйелеріне шолу жүргізілді. Блоктың жасанды түбі жағдайында өздігінен жүретін қондырғыларды қолдана отырып, комбинацияланған геотехнология ұсынылған. «Қазақстан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахталарының терең горизонттарында комбинацияланған геотехнологияны қолдану тәртібі бойынша ұсыныстар әзірленді, хромиттерді жерасты өндіру кезінде тазалау жұмыстарының әсерінен қауіпсіздіктің сақтандыратын кентірегі мен бермалары салынып есептелді.

Өзінің барлық артықшылықтарымен «Қазақстан тәуелсіздігіне 10 жыл» шахталарында кенді және негізгі тау жыныстарын өздігінен құлата қазу технологиясын қолдану ұтымды тұрақты өндірудің тиімді техникалық шешімінен гөрі қажеттілік болып табылады.

#### Әдебиет

1. Едильбаев И.Б., Шашкин В.Н., Елпашев Г.А. Хромиты Кемпирсая - сырьевая база АО «Донской ГОК» // Горный журнал – 1998. - № 6. – С. 6-8.

2. Жеребко Л.Н., Джангулова Г.К., Пивоварова Л.М. Формирование свода обрушений в налегающем массиве представленным слоями различной мощности // Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды ИГД им. Д.А.Кунаева. –Алматы, – Т.75– 2008.-С.18-21.

3. Bekbergenov D., Jangulova G., Bektur B. Study of the effect of refining on the sustainability of the level of the system with ore self-mining on the deep levels of the “DNK” colliery// International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) Volume 10, Issue 01, January 2019, pp.

4. Бекбергенов Д. К., Джангулова Г. К., Бектур Б. К. Определение граничного влияния очистных работ при комбинированной геотехнологии на глубоких горизонтах шахт Донских хромитов // Комплексное использование минерального сырья (Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources). № 1 (312), 2020 стр. 69-77. <https://doi.org/10.31643/2020/6445.09>

**К.Т. Сахипова, К.Б. Сатыбалды, Б. К. Бектур**

**Обоснование параметров комбинированной геотехнологии для безопасной добычи хромитов в глубоких горизонтах шахты «ДНК»**

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты исследований технологической схемы при определении граничного влияния очистных работ на хромитовой шахте «ДНК – 10 лет независимости Казахстана». Основными и определяющими показателями при выборе способа и технологической схемы отработки рудных залежей являются горногеологические условия залегания рудных тел и вмещающих пород, их геоструктурное строение, прочность, деформируемость и устойчивость. На основании детального и обстоятельного изучения этих показателей решаются вопросы оценки геотехнического состояния массива в процессе ведения горных работ, определяются параметры основных технологических процессов принятой системы разработки, а также решаются вопросы по обеспечению эффективности, надежности и безопасности ведения эксплуатационных работ.

**Ключевые слова:** комбинированная геотехнология, устойчивый массив, система разработки с самообрушением руды и нисходящими горизонтальными слоями закладкой, искусственное днище блока, устойчивоопорная железобетонная платформа, порядок ведения подземных горных работ.

Сахипова Карина Тимуровна – магистрант 1 года обучения, специальности 7М07203-Горная инженерия.

Сатыбалды Кобей Бауыржанулы - магистрант 1 года обучения, специальности 7М07203-Горная инженерия.

**K. Sakhipova, K. Satybaldy, B. K. Bektur**

**Substantiation of the parameters of combined geotechnology for the safe extraction of chromites in the deep horizons of the DNA mine**

**Abstract.** This article presents the results of studies of the technological scheme when determining the boundary effect of treatment at the «10 years of Kazakhstan's independence» mine. The main and determining indicators when choosing the method and technological scheme for mining ore deposits are the geological conditions of occurrence of ore bodies and host rocks, their geostuctural structure, strength, deformability and stability. Based on a detailed and thorough study of these indicators, the issues of assessing the geotechnical state of the massif in the process of mining are being resolved, the parameters of the main technological processes of the adopted development system are being determined, and the issues of ensuring the efficiency, reliability and safety of operational work are being addressed.

**Keywords:** combined geotechnology, unstable massif, mining system with self-destruction of ore and descending horizontal layers of laying, artificial bottom of the block, stable reinforced concrete platform, self-propelled equipment, order and sequence of underground mining operations, deep horizons of mines.

K. Sakhipova - Master of 1 year of study, specialty 7M07203-Mining engineering.

K. Satybaldy - Master of 1 year of study, specialty 7M07203-Mining engineering.

УДК 622.271

**Л.К.Адилбекова**

*Научный руководитель - Рысбеков К.Б., ассоц.профессор, к.т.н. <sup>1</sup>Satbayev University,*

*Республика Казахстан, г. Алматы*

*[L.adilbekova@satbayev.university](mailto:L.adilbekova@satbayev.university).*

## УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬЮ ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

*Аннотация.* Планирование управления запасов по подготовленности имеет своей целью обеспечение надежной работы предприятия по добыче минерального сырья и обосновывается с учетом развития добычных работ при составлении их календарных планов. Запасы полезного ископаемого, разделенные по степени подготовленности к добыче на вскрытые, подготовленные и готовые к выемке, позволяют рационально управлять развитием горных работ на горном предприятии.

**Ключевые слова:** месторождение, рудник, полезные ископаемые, минеральное сырье, добыча, горные работы, запасы, системы разработки месторождений.

При разработке месторождений полезных ископаемых возникает необходимость обоснования объемов вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов в период развития горных работ с целью обеспечения добычи минерального сырья заданного свойства. Наиболее полное и комплексное извлечение из недр минерального сырья достигается при обосновании количества одновременно находящихся в эксплуатации выемочных единиц с учетом выбранного варианта системы разработки. Обеспечение получения товарного сырья с определенным качеством при освоении месторождений способствует отработке различных по кондиции запасов руд и оптимальной концентрации горных работ.

В период освоения месторождений нормативы запасов по степени подготовленности обосновываются с целью обеспечения выполнения производственных планов при ритмичной работе предприятий с учетом горно-геологических и климатических условий района. Они должны способствовать наиболее рациональному использованию запасов, соответствовать принципу рационального развития горных работ в соответствии с горно-капитальными и горно-подготовительными работами, а также максимальной экономии трудовых и материальных затрат.

На горных работах подготовленные запасы характеризуют ближайшую перспективу добычных работ, поэтому содержание полезного компонента в подготовленных запасах к выемке должно соответствовать предусмотренной кондиции, утвержденной планом. Планирование управления запасов по подготовленности имеет своей целью обеспечение надежной работы предприятия по добыче минерального сырья и обосновывается с учетом развития добычных работ при составлении их календарных планов. Запасы полезного ископаемого, разделенные по степени подготовленности к добыче на вскрытые, подготовленные и готовые к выемке, позволяют рационально управлять развитием горных работ на горном предприятии.

Разработана методика определения объемов вскрытых и подготовленных запасов сложноструктурного рудного месторождения Голец Электрический [1]. Обоснование методики определения объема подготовленности запасов осуществляется с учетом конкретных условий эксплуатации месторождения, а также состояния залегания рудного тела. Если объемы подготовленных запасов принимались по нормативным документам, тогда в дальнейшем необходимо разработать методику для определения их непосредственно на каждом горизонте, вовлеченного в одновременную отработку. В ходе исследований определено оптимальное соотношение длины экскаваторных блоков на каждом из горизонтов, включенных в параллельную добычу, что позволяет упорядочить производительность экскаватора и транспорта, сократить время маршрута и тем самым снизить затраты на транспортировку. Далее расчет оптимальной длины экскаваторных блоков и объемов подготовленных запасов

принимались без учета особенностей расположения рудной залежи. В этой связи в дальнейшем предлагается необходимость разработки методики определения непосредственно объемов подготовленных запасов для каждого горизонта, вовлеченного в одновременную отработку с учетом развития горных работ.

На основе районирования определяются места создания резервов, обеспечивающих регулирование режима и направления ведения горных работ, с целью поддержания эффективности изменения значений технологических параметров и подготовленности запасов [2]. При разработке месторождения создаются резервы по следующим направлениям: мощность и количество оборудования обеспечивают необходимые изменения производительности, объемов и мест производства работ; подготовленные и готовые к выемочным работам запасы необходимого объема и качества, располагаемые на отдельных автономных участках и дополнительных рабочих площадях, гарантируют обязательные свойства продукции и объемов производства. Формирование производственных резервов для поддержания заданного уровня эффективности обеспечивается при управлении подготовленностью запасов, зависящих от горно-технологических условий эксплуатируемого месторождения полезных ископаемых.

Рассмотрены вопросы управления объемами подготовленных к выемке запасов угля на разрезах АО «СУЭК-Красноярск», разрабатывающих мощные угольные пласты. На основе изучения нормативных документов по обоснованию подготовленности к выемке запасов и анализа методики расчета при различных системах разработки и технологий ведения горных работ установлена степень влияния их на обеспеченность подготовленных к выемке запасов угля. Поэтому управление подготовленными к выемке запасами угля с учетом развития горных работ является одним из главных механизмов снижения и оптимизации операционных затрат, а также повышения гибкости и адаптивности предприятия к современным условиям. Непосредственное влияние на расчет подготовленных запасов оказывает применяемая система разработки, в зависимости от которой используются те или иные формулы. Система разработки характеризуется ее параметрами, которые в свою очередь обусловлены горно-геологическими условиями, применяемой техникой и технологией. Поэтому регулирование этими факторами позволяет управлять объемами подготовленных запасов угля, а при использовании конвейерного и железнодорожного транспорта управление подготовленными запасами практически невозможно. Стабилизация уровня подготовленных запасов появляется при автотранспорте на угольных уступах и снижение объема подготовленного запаса угля при переходе на технологию разработки уступа, вскрывающего пласт, с организацией движения транспорта по его кровле. Этим снижается объем лишних подготовленных запасов угля, а при осуществлении разработки поля разреза блоками уменьшается плечо откатки, что несомненно приведет к снижению затрат на горные работы.

На Новороссийском месторождении мергелей разработана методика выбора направления развития подготовительных горных работ при отработке запасов полезного ископаемого в бортах карьера, позволяющая производить интегрированную оценку выбранного направления развития добычи руд с учетом напряженно-деформированного состояния массива пород в кровле горной выработки, расположенной в борту карьера. Информация о распределении порообразующих элементов в теле полезного ископаемого и интеграция параметров технологической схемы добычи и ценности минерального сырья позволяет определить направление развития фронта подготовительных работ в пространстве карьера. Обоснование рациональной последовательности подготовки полезного ископаемого к выемке в плане и направлении углубки необходимо производить на основе трапециевидно-блочной и геолого-промышленной модели месторождения, позволяющую производить интегрированную оценку ценности сырья и параметров технологической схемы добычи мергеля.

Поддержание эффективности угольных разрезов в условиях изменчивой внешней среды возможно посредством изменения порядка и режимов отработки технологических блоков на основе создания рациональной структуры производственных резервов. Для этого на основе результатов районирования определяются места создания резервов, обеспечивающих регулирование режима и направлений ведения горных работ, что приводит к требуемому, для поддержания эффективности, изменению значений технологических параметров. Создание резерва мощности и количества оборудования гарантирует необходимые варьирования производительности и объемов производства работ. Автономные массивы разреза с благоприятными условиями освоения обеспечивают снижение затрат на отработку залежи, а подготовленные и готовые к выемке запасы необходимого количества и качества, располагаемые на отдельных участках и дополнительных рабочих площадях, обеспечивают желательные изменения качества добываемой продукции и объемов горных работ.

Создание рациональной методологии проектирования горно-обогажительного комбината повышает экономическую эффективность и промышленную и экологическую безопасность горных работ. На основе анализа положительного опыта обоснования безопасности при разработке месторождений сделан вывод о формировании нового эффективного механизма создания и совершенствования нормативно-правовой базы в управлении природными ресурсами. Реальные примеры обоснования безопасности доказали, что при надлежащей оценке риска отклонения от требований промышленной безопасности обеспечивают более высокий уровень безопасности, чем развитие горных работ в соответствии с действующим законодательством. Далее представлены успешные результаты обоснования безопасности при ведении горных работ на основе формирования и совершенствования нормативной основы управления минеральными ресурсами. Управление подготовленностью запасов полезных ископаемых с учетом развития горных работ и системы разработки дает перспективные решения при приспособлении технологии разработки конкретным природно-климатическим условиям.

Методы математической статистики путем построения вариационных рядов доступности запасов для добычи производство мониторинга изменения горно-геологических условий работы карьера по отдельным направлениям работ повышает доступность запасов руд для добычи на перспективу и вовлечение в разработку резервных ресурсов [3]. Формализация планирования развития горных работ и решение производственной задачи управления подготовленностью запасов с учетом процесса добычи руд требуют учета характеристики горно-геологических условий месторождения. Предлагаемый методический подход позволяет оптимизации планов производства с учетом усреднения технологических ситуаций, факторов времени и экономических показателей разработки месторождения.

Обеспечение стабилизации качества добываемой продукции рудника с учетом подготовленности запасов полезных ископаемых и развития горных работ, способов усреднения руд на стадии проектирования разработки и планирования горных работ улучшает технико-экономические показатели предприятия [4]. Тогда осуществление стабилизации качества руды согласно с порядком отработки залежей, рациональным планированием отработки участков и оперативным управлением добычи из отдельных блоков в соответствии с подготовленностью запасов полезного ископаемого повышает эффективность использования недр.

Обоснование рационального числа выемочных единиц на горном предприятии достигается при надежной работе всей горнотехнической системы в период эксплуатации месторождения [5]. Для этого первоочередной задачей рудника является обеспечение рудника подготовленными к выемке запасами для обеспечения устойчивого развития добычных работ. При обосновании величины подготовленных и готовых к выемке запасов добыча руды происходит в плановом

периоде рациональным способом, в результате уменьшаются расходы на поддержание горных выработок.

Планирование развития горных работ и решение производственной проблемы управления подготовленностью запасов позволяет оптимизировать планы добычи минерального сырья с учетом усреднения технологической обстановки. Рациональное планирование отработки залежей и обоснование величины подготовленности к выемке запасов с учетом развития добыча руды способствует своевременному выполнению плановой добычи и повысить эффективность освоения недр.

*Статья подготовлена по проекту ПЦФ МОН РК 2018/BR05235618*

### **Литература**

1. Б.Л. Тальгамер, Ю.Г. Рославцева, Н.В. Мурзин. Обоснование объемов подготовленных и вскрытых запасов полезных ископаемых сложно- структурных рудных месторождений // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. Т. 41. № 2. -С.102-110.

2. С.В. Канзычаков, В.Н. Василец, В.А. Пикалов, А.В. Соколовский. Обоснование направлений развития и режима горных работ на угольных разрезах в условиях комбинированной отработки запасов // Условия устойчивого функционирования минерально-сырьевого комплекса России. Выпуск 3: Горный информационно-аналитический бюллетень. - М.: Изд-во «Горная книга». №4. 2015. -С.12-22.

3. В.А. Ермолаев, А.А. Сысов, Я.О. Литвин, А.В. Селюков. О степени доступности запасов полезных ископаемых для добычи // Вестник Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева. №1 (119). 2017. -С.26-31.

4. Т. Калыбеков, К.Б. Рысбеков, С.Т. Солтабаева, С.В. Турсбеков. Изучение влияния усреднения руд на обоснование подготовленности запасов на горных работах // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета, Серия естественно-технических наук. Том 19. № 4. 2019. -С.86-92.

5. Т. Калыбеков, К.Б. Рысбеков, А.А. Токтаров, О.М. Отарбаев. Планирование подземных горных работ с учетом подготовленности запасов полезных ископаемых // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2019. № 5. 34-43. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-05-0-34-43.

**L.K. Adilbekova**

#### **Management of the availability of mineral reserves, taking into account the development of mining operations**

**Abstract.** Planning of reserves management by preparedness is aimed at ensuring the reliable operation of the enterprise for the extraction of mineral raw materials and is justified taking into account the development of mining operations when drawing up their calendar plans. Mineral reserves, divided by the degree of readiness for extraction into opened, prepared and ready for excavation, allow rational management of the development of mining operations at the mining enterprise.

**Keywords:** field, minerals, mineral raw materials, mining, mining operations, reserves, field development systems.

**Л.К Адильбекова**

#### **Тау-кен жұмыстарының дамуын ескере отырып, пайдалы қазбалар қорларының дайындығын басқару**

**Андатпа.** Қорларды дайындық бойынша басқаруды жоспарлаудың мақсаты минералдық шикізатты өндіру жөніндегі кәсіпорынның сенімді жұмысын қамтамасыз ету болып табылады және өндіру жұмыстарының дамуын ескере отырып, олардың күнтізбелік жоспарларын жасау кезінде негізделеді. Өндіруге дайындық дәрежесі бойынша ашылған, дайындалған және қазуға дайын болып бөлінген пайдалы қазба қорлары тау-кен кәсіпорнындағы тау-кен жұмыстарының дамуын ұтымды басқаруға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** кен орны, пайдалы қазбалар, минералды шикізат, өндіру, тау-кен жұмыстары, қорлар, кен орындарын игеру жүйелері.

**М.Ж. Дарибаев, Б.Н. Алпысбай**

*Ғылыми жетекшілері - М.Ғ. Сұлтанов, «Металлургия, тау-кен және мұнай газ ісі» кафедрасының аға оқытушысы, т.ғ.м.; А.С. Куантай, «Металлургия, тау-кен және мұнай газ ісі» кафедрасының оқытушысы, т.ғ.м.*

*Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қаласы, Қазақстан*  
[m.daribayev01@mail.ru](mailto:m.daribayev01@mail.ru)

## **ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫНДА ЖАҢА ТЕХНИКА МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІ**

**Аңдатпа.** Мақалада қатты тау жыныстарын өндіруде үзілмелі-толассыз технологияны қолданатын шет ел аршықтарының жұмыс тәжірибесі қарастырылған және түрлі технологиялық сызбанұсқалардың салыстырмалы талдауы келтірілген. Үзілмелі – толассыз технологиясының жүзеге асырылатын сызбанұсқаларының заманауи мысалдары айтылған. Тау-кен өндірісінде қияқұламалы конвейерлерді қолдану бойынша деректер жинақталған. Аршықтардың ұсату-қайта тиеу алаңдарындағы алдыңғы қатарлы технологиялар туралы ақпараттар келтірілген. Үзілмелі – толассыз технологияның даму жағдайын көрсететін деректер берілген.

**Түйін сөздер:** құрамды көлік түрі, үзілмелі-толассыз технология, терең аршықтар, экономикалық тиімділік, аршықтағы ұсату, автомобильді-конвейерлі көлік, автомобильді-теміржол-конвейерлі көлік.

Ресей ғылыми академиясының Орал бөлімшесінің тау-кен ісі институтының зерттеулері бойынша терең аршықтардың тәжірибесіне сүйенсек аршық әр 100 метрге тереңдеген сайын кенді тасымалдауға жұмсалатын қаражат қоры 1,5 есеге, сонымен қатар әр 1т кен массасын тасымалдауға қажетті электр қуаттың мөлшері 2,5 квт.сағ-қа өседі[6]. Терең аршықтардың төменгі деңгейжиектерінде қолдануға тиімді саналатын автокөліктік тасымалдау технологиясының да шығыны да өсуде, оған мысал автокөлік қуатының 40%-ы ғана пайдалы жұмысқа жұмсалады, ал қалған 60%-ы өзін-өзі жылжыту үшін пайдаланылады. Терең аршықтардың тасымал қашықтығы да жоғарылайды, соған сәйкес қаражат шығыны да өседі, егер орташа және кішігірім аршықтардағы тасымал жұмыстардың шығыны жалпы шығындардың 40-50%-на тең болса, ал тереңдігі 400-500м аршықтың тасымал шығыны 65-70%-ға дейін жоғарылайды. Сонымен, айтылған мәліметтерді ескерсек, қазіргі таңда қолданылып жүрген жетек көлік түрлерінен құрастырылған технологиялық шешімдер экономикалық тұрғыда тиімді емес. Қалыптасқан технологияның орнын үзілмелі-толассыз технология айтарлықтай толтыра алады.

Қазіргі таңда қазу техникасы мен технологиясының дамуына байланысты құрамалы көлік түрін пайдаланып, үзілмелі-толассыз технологияға көшуге толық мүмкіндік бар. Бұл технология бойынша кенді қазымдау барысында екі технологиялық сызбанұсқа қолданады:

1. Үйілімнің үңгубетінен іс-әрекеті үзілмелі экскаватормен кен массасы автоөзітүсіргішке тиеліп, содан кейін тұрақты, жартылай тұрақты немесе жылжымалы ұсатқыш қондырғыға жеткізіледі.

2. Үйілімнің үңгубетінен кен массасы іс-әрекеті үзілмелі экскаватормен өзіжүргі ұсатқышқа тиеледі.

Аталған екі технологиялық сызба нұсқа бойынша ұсатылған кен массасы конвейерлермен жер бетіне жеткізіледі.

Қазіргі кезде осы технологияны терең аршықтарда қолдану үшін толық мүмкіндік бар. Біріншіден, қажетті жабдықтарды Ресейден немесе алыс шет елдерден сатып алуға болады, екіншіден терең аршықтарды тиімді қазуға басқа бәсекелес технологияның түрі жоқтың қасы.

Үзілмелі-толассыз технологияда құрамдастырылған көлік өнімділігі, яғни автомобильді-конвейерлі көліктің, автокөлікпен салыстырсақ 20-25%-ға өседі, кейде одан да жоғары болады және көліктің ауысым бойынша пайдалану коэффициенті жоғарлайды.

Автомобильді-конвейерлі көліктің пайдалану тәжірибесіне сүйінсек, аршық тереңдеген сайын тасымалдау жұмыстардың өзіндік құны тек қана 5-6%-ға өседі, ал үзілмелі технологияда тасымалдың өзіндік құны 5-6 есе өседі.

Алыс шет елдерінде ірі кен орындарын үзілмелі-толассыз технологиямен қазатын, өз кезегінде кен массасын автомобильді-конвейерлі көлікпен тасымалдайтын аршықтар кең таралған. Үзілмелі-толассыз технологияға тән келесі құрамалы көлік түрлері жиі қолданады: автомобильді-конвейерлі және автомобильді-теміржол-конвейерлі. Өткен ғасырдың 70-ші жылдарынан бастап үзілмелі-толассыз технология АҚШ-ның темір кенін өндіретін аршықтарында қолданады: Butler, Dylawall, Hill Annex, National Steel, Plummer Republic және мыс кенді өндіретін аршықтарда: Twin Butes, Sierrita, Chukimata(Чили), Cananea(Мексика) және т.б. [1-3]. Үзілмелі-толассыз технологияның даму бағытының экономикалық пәрменділігі жылжымалы ұсатқыш қондырғыларды келесі ірі шетел аршықтарында: Twin Beatles, Sierrita(АҚШ), Sisheng(OAP), Meiram(Испания) және т.б. игерумен дәлелденеді [4].

Алғашқы рет ашық тау-кен жұмыстардың әлемдік тәжірибесінде қатты тау жыныстарды ұсату және тасымалдау үшін құрамында жылжымалы ұсатқыш қондырғының бар үзілмелі-толассыз технология кешені «Krupp Industry und Stahlbau» фирмамен 1980-ші жылы Испания мемлекетінің Meiram аршығында құрылды.

Алыс шетел аршықтарында үзілмелі-толассыз технологияның жана даму кезеңі күрт құлама конвейерлерін жасау және оны өндірісте енгізуімен сипатталады. Аршықтар беткейінің еңкею бұрышы 30-50° тең жұмыстық емес беткейлерінде, яғни жобалық нобайында орнату бұрышы 60°-қа дейін күрт құлама конвейерлерді орнату арқылы келесі жетістіктерге жетуге мүмкіндік туады: күрделі тау-кен жұмыстар көлемін азайтуға; құрылыс мерзімін қысқартуға; жүк тасымал тас жолын қысқартуға.

Осы күнге дейінгі тәжірибені ескере келе, кен массасын қияқұламалы таспалы конвейермен [5] тасымалдаудағы басты ерекшелігі – бұрыш 18°-тан жоғары болғанда тасымалдауда болатын түрлі келеңсіз жайттардың алдын алу, яғни кен массасының төменге жылжып кетуін болдырмау.

Қазіргі уақытта, әлем бойынша алып қарар болсақ, тау-кен саланда төмендегідей қияқұламалы конвейерлер қолданылып жүр: таспасы кедір-бұдыр, жүк көтеру бұрышы 25-27° ; жүк көтергендегі бұрышы 90°-тан аз, таспаның созылымы бойынша сәйкес аралықта көлденең бөлінген; құбыр секілді және көтеру бұрыш 30-50°; орнату бұрышы 50-90° болатын және тасымалданушы кен массасы таспамен үстінен қысып ұсталатын.

Америка құрама штаттарының тау-кен бюросының зерттеу нәтижесіне сәйкес, аталған таспалы конвейерлер ішінен тау-кен өндіру кәсіпорындарында қолдануға ең тиімдісі ретінде екі нобайлық кен массасы таспамен үстінен қысып ұстап тұратын конвейерлі таспа болып табылады.

Ресейлік танымал ғылыми-зерттеу институттар, яғни Тау-кен ісі институты (Екатеринбург қаласында), Мемлекеттік Тау-кен университеті (Мәскеу қаласында) және т.б. жүргізген зерттеу нәтижесіне сай, жоғарыда аты аталып кеткен таспалы қияқұламалы конвейер қолайлы болып

есептеледі. Сонымен қатар, Ресей Ғылым Академиясы Орал бөлімшесі Тау-кен істер институты ғалымдарымен және Қашар қарьерінің мамандары біріге отырып жасаған ғылыми-зерттеу жұмысында қияқұламалы таспалық конвейерді қолданудағы экономикалық тұрғыдағы тиімдік дәлелденген[6].

Орындалған есеп жұмыстарда таспалық қияқұламалы конвейерлердің төмендегідей үлгілері көрсетілген: арнаулы үстінгі таспаны ұстайтын роликтермен жабдықталған қоснобайлық таспалық конвейер; беті кедір-бұдыр таспалы қоснобайлы конвейермен; көлденең қоршалған тақташа конвейерлермен жабдықталған.

1 - кестедегі деректерге сай, созылымы бойынша бір аралықта көлденең қоршалған конвейер техникалық-экономикалық көрсеткіші өзгелеріне қарағанда анағұрлым төмендігі белгілі болуда. Техникалық-экономикалық көрсеткіштеріге сай беті кедір-бұдыр қоснобайлы конвейер түрі аса тиімді.

кесте 1- Қашар қарьеріндегі тау-кен жағдайларға орай жүргізілген зерттеу жұмыстың техникалық-экономикалық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Конвейерлі көтергінің түрі			
	Әдеттегі таспалы	Екінобайлы қысу роликтермен жабдықталынған	Екінобайлы қысу гофралармен жабдықталынған	Екінобайлық тақташа көлденең қоршалған
Конвейердің орнату бұрышы	16	35	35	35
Конвейерлі құрылма ұзындығы, м	435	210.0	210	2×210
Таспа ені, м:				
Жүк тасу нобайының	1,6	2,0	1,6	2×1,4
Қысу нобайы	-	2,0	1,6	-
Таспалық конвейерлер:				көлденең қоршалған тақташа
Жүктасу нобай	РТЛ-6000	РТЛ-2500	РТЛ-4000	
Қысу нобай		РТЛ-1500	РТЛ-3150	

Зерттеу барысында екінобайлық қия құламалы конвейерлі таспа қарастырылған. Зерттеу барысында конвейерлі таспаның жылжу жылдамдығы 3,15м/с тең болып қабылданған және конвейердің орнату бұрышы 60°, жүкті көтеру биіктігі 100м-ден 600м-ге дейін, аршықтың жылдық өнімділігі 5млн-нан 30млн.т аралығында қабылданған.

Кен массасын көтеру биіктігі 100м-ден жоғары болғанда күрделі үлесті шығындар 12-37% аралығында төмендейді және тұтынымдық шығындар 7-24,5% аралығында төмендейді. Зерттеулердің нәтижесі бойынша қияқұламалы конвейерлі көтергілердің орнату бұрышы 25-30° астам болса, олардың тиімділігі жоғарылайды..

Зерттеліп жатқан тау-кен техникалық жағдайларда қияқұламалы конвейерлі көтергілерді қолдануы күрделі шығындарды 0,7-3,5 млн. долл. азайтуға, ал тұтынымдық шығындардың мөлшерін 120-350\$ мың. төмендетуге мүмкіндік береді.

Мысал ретінде Югославияның Майданпек аршығында қолданыстағы күрт құлама конвейер қондырғысын келтіруге болады. Конвейерлі қондырғы «Continental Conveyor & Ik Whipment» (АҚШ) фирмасында, жабылғы таспадан және әдеттегідей таспадан құрылған, орнату еңісі 35,5°. Тасымалданатын кесектер ірілігі 250мм-ге дейін, таспаның ені 2000мм, жылжу жылдамдығы 2,67 м/сек. Кен массасын 100м. тереңдіктен тасымалдағанда өнімділігі 4000т/сағ. тең, жабылғы таспаның жетек қуаты 450квт, тасымал таспаның жетек қуаты 2×450квт.

Үзілмелі-толассыз технология өткен ғасырдың 60-70-ші жылдарынан бастап көршілес мемлекеттерде, оның ішінде Ресейдің Оленогор және Ковдор тау-кен байыту комбинаттарының аршықтарында, Украинаның Кривой Рог өніріндегі темір өндіретін бес аршықтарында және Өзбекстанның Мурунтау аршығында қолданады, біздің елімізде жоспар бойынша келесі 2-

3 жылда, дүниежүзі бойынша ең алып, кен бойынша жылдық өнімділігі 50млн.т.тең Ақтоғай ашық кеніші толық үзілмелі-толассыз технологиямен өндіру жұмыстарын бастайды.

Қазіргі кезде ТМД-ның тау-кен өндірісінде кен массасының 10%-ы үзілмелі-толассыз технологиямен қазылуда, ал Австралия, Канада және АҚШ мемлекеттерінің аршықтарында бұл көрсеткіш 50%-дан жоғары.

### **Қорытынды**

1. Ашық әдіспен кенді өндірудің әлемдік тәжірибесінде үзілмелі-толассыз технологияның тәсілдері кең таралған.

2. Қазіргі таңда қолдылып жүрген жетек көлік түрлерінен құрастырылған технологиялық шешімдер экономикалық тұрғыда тиімді емес. Қалыптасқан технологияның орнын үзілмелі-толассыз технология айтарлықтай толтыра алады. Мәліметтер бойынша, алыс шетел аршықтарының жылжымалы ұсатқыш қондырғылармен жабдықталынған үзілмелі-толассыз технология кешендерінің жұмысы тиімді және экономикалық пәрменділігі өте жоғары.

3. Қазақстан Республикасының ірі кен орындарын үзілмелі-толассыз технологиямен қазуға толық мүмкіндік бар. Сонымен қатар, тау-кен кәсіпорындары үшін бұл бірден-бір тиімді шешім болып табылады.

### **Әдебиет**

1. Portable crusher at Sierrita, Arizona, shows substantial cost savings in first year // Mining Magazine. 1985.V.152.N 1. P.95,96.

2. Sassos P. In-pit crushing and conveying systems // Engineering and Mining Journal. 1984. V.185. N 4. P.46-56.

3. Mulay A.G. Dynawall conveying and elevating system // Indian Mining and Engineering Journal. 1986. V.25. N 1. P.35-38

4. Сапаков Е.А. Современная технология открытых горных работ на карьерах. Алматы, 2006, 321с.

5. Котяшев А.А., Павлов А.И., Онуфриева Г.А. Развитие циклично-поточной технологии на открытых горных разработках за рубежом. //Обзорная информация институт. М.: „Черметинформация“. 1989.-57с.

6. Яковлев В.Л. Перспективные решения в области циклично-поточной технологии глубоких карьеров. //М.:Тяжелое машиностроение.2003.– № 3.

**М. Ж. Дарибаев, Б.Н. Алпысбай, А. С. Қуантай, М. Ғ. Сұлтанов**

### **Опыт применения новой техники и технологий на горных предприятиях**

**Аннотация.** В статье рассмотрен опыт работы зарубежных карьеров применяющих циклично-поточную технологию при разработке крепких горных пород и приведен сравнительный анализ различных технологических схем. Изложены современные примеры реализации схем циклично-поточной технологии. Собраны данные по применению крутонаклонных конвейеров в горной промышленности. Приведена информация о наиболее передовых технологиях на дробильно-перегрузочных пунктах карьеров. Сформулированы характерные тенденции в развитии схем циклично-поточной технологии.

**Ключевые слова:** комбинированный вид транспорта, циклично-поточная технология, глубокие карьеры, экономический эффект, внутрикарьерное дробление, автомобильно-конвейерный транспорт, автомобильно-железнодорожный-конвейерный транспорт.

**Daribayev Mukasan Zhenisuly, Alpysbay Beknur Nurbekuly,  
Kuantay Aidana Salimkereeovna, Sultanov Muratbek Gabitovich**

### **Experience in using new equipment and technologies in mining enterprises**

**Abstract.** The article considers the experience of foreign quarries using cyclic-flow technology in the development of strong rocks and comparative analysis of various technological schemes. Presented are modern examples of the realization of circuits of cyclic-flow technology. The data on the use of slope conveyors in the mining industry were collected. The

information on the most advanced technologies at crushing and reloading points of quarries is given. Characteristic trends in the development of cyclic-flow technology are formulated.

**Keywords:** combined mode of transport, cyclical technology, deep careers, economic effect, intracatch crushing, automobile-conveyor transport, automobile-railway-conveyor transport.

ӘОЖ 622.271

**М.Сатанов**

*Ғылыми жетекшісі, Сарыбаев Н.О., лектор, Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*  
*Satanov.mamyr@mail.ru*

## **СОКОЛОВ –САРЫБАЙ ҚАРЬЕРЛЕРІ БЕТКЕЙЛЕРІНІҢ ОРНЫҚТЫЛЫҒЫН МАРКШЕЙДЕРЛІК ҚАМТАМАСЫЗДАНДЫРУ**

**Андапта.** *Кен игерудегі ашық тәсілдің даму үрдісінде қарьерлердің тереңдігінің, көлемінің және өндірістік қуатының артуына байланысты, қарьерлер беткелерінің орнықтылығын қамтамасыз ету міндеті маңызды мәселеге ие болады. Осыған байланысты, қарьер беткелері деформацияларын маркшейдерлік мониторинг жүргізіп қадағалап отыру қажеттігі туындайды. Мақалада Соколов, Сарыбай қарьерлеріндегі аспаптық бақылаулардың әдістері қарастырылған.*

**Түйін сөздер:** *темір кен орны, геология, тау-кен жұмыстары, қарьер беткелері, орнықтылық, деформациялар, маркшейдерлік бақылаулар, бақылаудың түрлері.*

**Кіріспе.** Қаныш Имантайұлы Сәтбаевтың есіміне ие болып отырған Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің студенті болғанымыз, қазақ халқымыздың ұлы перзенті Сәтбаевтың туған күнінде өткізлетін дәстүрлі конференцияға және де жер қойнауын Қ.И.Сәтбаевпен бірге жүріп, қажымай-талмай зерттеген ғалым Ақжан Машановтың туғанына биыл 115 жылдығына арналған іс-шараларға қатынасқанымыз біздер үшін зор қуаныш деп білеміз. А.Машанов жер қойнауын, Қ.И.Сәтбаевпен бірге жүріп, қажымай-талмай зерттеген ғалым. Оның мамандығы тау-кен инженері-геолог болғанымен, ғылыми жұмысы маркшейдер мамандығына жақын болды және ол ұзақ жыл уақыт ҚазПТИ дың (қазіргі ҚазҰТЗУ) «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасын басқарды.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** Қазақстанның темір рудалары бойынша қоры негізінде Қостанай облысында шоғарланған. Олар «Соколов–Сарыбай тау-кен байыту өндірістік бірлестігі» қоғамы (бұдан әрі – "ССКӨБ" АҚ қарасты Соколов, Сарыбай, Кашар және Қоржынкөл кенорындары. Юұдан басқа Орталық Қазақстана Кентөбе және Қаражал темір рудаларының қоры бар.

«ССКӨБ" АҚ - Қазақстан мен ТМД елдерінің темір кендерін өндіру, қайта өңдеу және байыту саласындағы жетекші кәсіпорны. «ССКӨБ» АҚ негізгі өнімі - неофлюсованные железорудные окатыши және железорудный концентрат. Әлемдік стандарттарға сәйкес келетін домна өндірісі үшін бұл жоғары сапалы шикізат өнімі Қазақстан Республикасына (Қарағанды МК), Ресейге (Магнитогорск МК), сондай-ақ Қытайға жеткізеді.

*Соколов кен орны* Қостанай қаласынан 40 км оңтүстік-батысқа қарай орналасқан. Қарьердегі тау-кен жұмыстары 1959 жылы басталған, 1965 жылдан бастап өндірістік қуаты 9,5 млн.т. жеткен. 2010 жылғы мәлімет бойынша Соколов қарьерінің ұзындығы 3400 м, ені 2000 м, тереңдігі 520м құрайды (1-сурет



Сурет 1- Соколов карьеріндегі тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы  
Кен орнындағы 9 км созылып жатқан, ені 100 метрден 600 метрге дейінгі аралықтағы негізгі рудалық зонаның тереңдігі 1600 м.

*Сарыбай кен орны* Қостанай облысындағы Рудный қаласынан 10 км жерде орналасқан. Карьердің өлшемдері ұзындығы (оңтүстіктен солтүстікке қарай)-1300м, ені (шығыстан батысқа қарай) -2400м, тереңдігі 560 м (2-сурет).

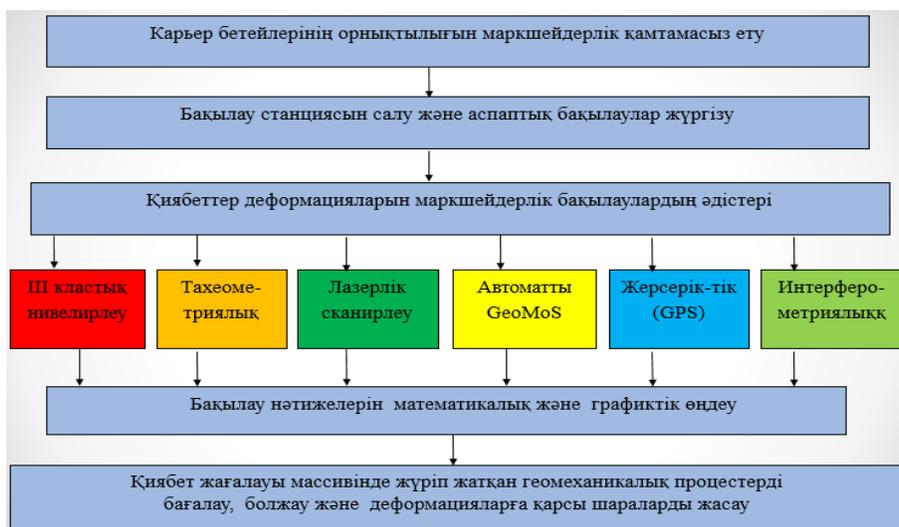


Сурет 2 - Сарыбай карьеріндегі тау-кен жұмыстарының қазіргі жағдайы

«ССГПО» АҚ-ның Сарбай және Соколовский темір рудаларының кен орындарын қоршаған ортаға, ең алдымен тау жыныстарының стресс-деформация күйіне әсер ету масштабы тұрғысынан игеруі ауыр апаттарды тудыруы мүмкін ірі техногендік әсер санатына жатады. үйінділердегі үлкен көшкіндер, карьерлердегі жергілікті және ауқымды құлдырау, кеніштердегі жер қыртысының теңгерімсіздігінен туындаған техногендік жер сілкіністеріне дейінгі жыныстардың жарылуы сияқты апатты құбылыстар.

Жобада қабылданған карьер кертпештері параметрлерінің технологиялық шешімдерінің дұрыстығы, бірыңғайлы кешенді жүйеге кіретін маркшейдерлік аспаптық бақылаулар арқылы тексеріліп жүзеге асырылады.

Сөйтіп, мониторингтің басты мақсаты – пайдалы қазбалар кенорындарын ашық әдіспен игеруде, жарықшақты жартасты, жартылай жартасты, сазды және құмдақты–сазды тау жыныстары массивінен түзілген карьер кертпештері мен беткейлерінің орнықтылығын сенімді қамтамасыз ету(3-сурет).



Сурет 3 - Карьер беткейлерінің орнықтылығын маркшейдерлік қамтамасыз ету

Бүгінде қолданыстағы техникалық аспаптардың біршама кемшіліктері бар. Біріншіден, олар тау жыныстары массивінде жүріп жатқан нақтылы геомеханикалық процестерді дәл бейлеп көрсете алмайды, сондықтан да дәстүрлі аспаптық бақылауларға негізделген болжаулық бағаларды сенімді деу жеткіліксіз. Екіншіден, оларды жүргізу өте көп еңбек сіңіруді қажет ететіндіктен, жер бетінің деформациялануы туралы деректерді қажетті мезгілде алуға мүмкіндік болмайды. Осы айтылған кемшіліктерді электрондық тахеометрлерді қолдану арқылы жоюға болады. Соколов және Сарбай карьерлер беткейлеріндегі тау жыныстарының жай-күйін қадағалау Leica Geosystems (Швейцария) фирмасының TCA 120 роботталған электронды тахеометрі арқылы жүзеге асырылады. Себебі электронды тахеометрі пайдалану барлық өлшеу процестерін автоматтандырады және шағылдырғыш призмаларды қолдануд жойылады (сурет. 4,а).

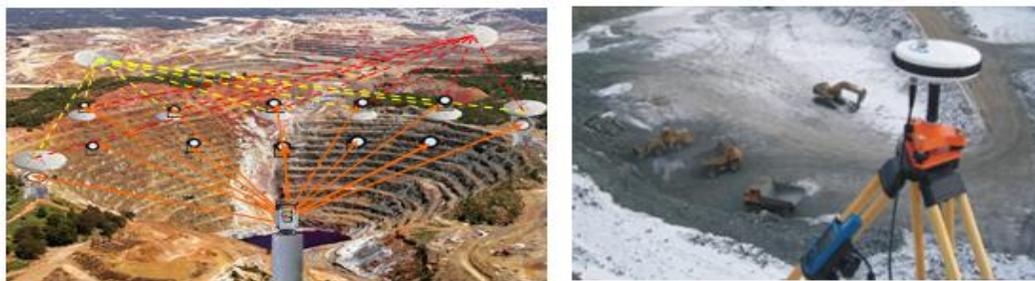
Карьер қиябеттерінің опырыла құлауларын, жарықшақтылығын (4,ә-сурет) және деформациялануын жылжуын лазерлік сканермен жүзеге асырған өте қолайлы. Лазерлік сканирлеудің мақсаты карьер қиябеттерінде пайда бола бастаған жылжымалар мен отырылуларды дер кезінде табу және күні бұрын ескерту, сонымен қатар адамдардың өміріне қауіпті және кәсіпорнына экономикалық зиян келтіретін деформацияларға қарсы шараларды жасауға мүмкіндік туғызу. Тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерттеуде «Leica Geosystems» (Швейцария) фирмасының HDS4400 тау-кен сканерін қолдану 4,б-суретте келтірілген. Бақылау нәтижелерін өңдеу арнайы I – Site Studio бағдарламасы арқылы жүзеге асырылады



Сурет 4 - а) тахеометрмен бақылау; ә) беткей деформациясы; б) лазерлік сканирлеу

*Маркшейдерлік бақылауларда жерсеріктік жүйелерді қолдану.* Ғылым мен техниканың соңғы 10-15 жыл ішінде қарқынды дамуы геодезия мен маркшейдерияға координаталарды анықтаудың жер серіктік жүйесі атты жаңа әдісін дүниеге әкелді. Жер серіктері арқылы алынған координаталарды геодезистер кез келген уақытта пайдаланып, тұрған жерінің орнын анықтай алады.

Сөйтіп, 20 ғасырдың соңында дүниеге келген ғылым мен техниканың маңызды жетістіктерінің бірі - Ғаламдық позициялау жүйесі (GPS). Ғаламдық позиционирлеу жүйесін геомеханикалық мониторингта қолданудың бірден бірден бір бағыты карьерлерде маркшейдерлік тірек торларын құру және карьер беткейлері таужыныстарының жай-күйін мониторингтауда қолдану (5-сурет).



Сурет 5 - а) карьердегі GPS құрылымдары; б) карьердегі GPS бақылаулар

Қазіргі таңда GPS-мониторинг қызметі отандық ірі тау-кен өндірісі кәсіпорындарында табысты қолданыс табуда және геодинамикалық полигондарда және кеніштер аймағында геомеханикалық мониторинг жүргізу үшін жаңа технологияларды енгізу, қазіргі заманауи геодезиялық аспаптармен және бағдарламалық өнімдермен қамтамасыз ету жұмыстары жүргізіліп жатыр.

**Қорытынды.** Қорытындылай келе, "ССГПО" АҚ - Қазақстан мен ТМД елдерінің пайдалы қазбаларды өндіру және өңдеу саласындағы жетекші кәсіпорны. Ол технология саласында өте дамыған және Қазақстандағы ең үздік кәсіпорындардың бірі. Мұнда пайдалы қазбаларды өндіру, оларды тасымалдау және маркшейдер жұмыстарында озық технологиялар қолданылады.

#### **Әдебиет**

1. Жер қойнауын игердің экологиялық және өндірістік қауіпсіздігі (монография) - Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016. - 430 б.
2. Нұрпейісова М.Б. Геомеханика. Оқулық. - Алматы: ЖООҚ «Дәуір», 2000. - 124 бет.
3. Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Маркшейдерский мониторинг прибортовых массивов. Монография. - Алматы: КазНТУ, 2014. - 280 с.

#### **Сатанов М.**

##### **Маркшейдерское обеспечение устойчивости бортов Соколовско-сарбайского карьеров**

**Аннотация.** В процессе развития открытого подхода к освоению руды, в связи с увеличением глубины, объемов и производственных мощностей карьеров, важной проблемой становится задача обеспечения устойчивости откосов карьеров. В связи с этим возникает необходимость проведения маркшейдерского мониторинга и мониторинга деформаций откосов карьера. В статье рассмотрены методы инструментальных наблюдений на Соколовском, Сарбайском карьерах.

**Ключевые слова:** железорудное месторождение, геология, горные работы, карьерные откосы, устойчивость, деформации, маркшейдерские наблюдения, виды наблюдений.

Satanov M.

### Surveyor support for the stability of the sides of the Sokolov-Sarbay sky quarries

**Abstract.** In the process of developing an open approach to the development of ore, due to the increase in the depth, volume and production capacity of quarries, the problem of ensuring the stability of the slopes of quarries becomes an important problem. In this regard, there is a need to conduct survey monitoring and monitoring of deformations of the slopes of the quarry. The article considers the methods of instrumental observations at the Sokolovsky and Sarbay quarries.

**Keywords:** iron ore deposit, geology, mining operations, quarry slopes, stability, deformations, surveying observations, types of observations.

УДК 622.2

**Н.Б. Хайруллаев, Е.Х. Абен**

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[khayrullaev.n@gmail.com](mailto:khayrullaev.n@gmail.com)

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ РАСТВОРА ПРИ ПСВ УРАНА

**Аннотация.** В статье рассмотрена проблема кольматации при ПСВ урана и для снижения частоты кольматации предложена технология активации выщелачивающего раствора. Проведенными лабораторными работами доказана эффективность активации раствора по сравнению с базовой технологией на 12-15% в зависимости от концентрации серной кислоты.

Технология активации отличается низкими капитальными вложениями, возможностью интеграции в существующую инфраструктуру, экологической безопасностью.

**Ключевые слова:** Подземное скважинное выщелачивание (ПСВ), кольматация, активация, активатор, уран.

Единственным и эффективным методом добычи урана в Казахстане является его подземное скважинное выщелачивание (ПСВ). Основное требование, предъявляемое к технологическим скважинам при ПСВ-длительное время эксплуатации при сохранении их производительности. Одной из основных причин уменьшения дебита скважин является кольматация фильтров и прифильтровых зон водоносного пласта.

Существуют множество способов интенсификации процесса подземного выщелачивания [1,2,3].

Все эти способы в исследуемых пределах приводят к сокращению времени выщелачивания и увеличению среднего содержания урана в растворах. Однако практическое осуществление этих способов воздействия связано с огромными материальными и трудовыми затратами.

Для повышения извлечения полезных компонентов, перевода кольматантов в жидкую фазу и расхода реагентов предлагается технология, основанная на использовании процесса кавитации для активации раствора [4,5].

Сущность технологии заключается в том, что перед подачей выщелачивающего раствора в рудную массу её активируют с помощью кавитации. В результате механического воздействия (кавитации) на сплошные среды изменяется её структура и температура, что сопровождается разрывом связей между атомами и разрушением кристаллической решетки.

Гидродинамическая активация возникает в тех участках потока, где давление понижается до некоторого критического значения. Присутствующие в жидкости пузырьки газа, двигаясь с потоком жидкости и попадая в область давления меньше критического, приобретает способность к неограниченному росту. После перехода в зону пониженного давления рост

прекращается, и пузырьки начинают уменьшаться. Сокращение пузырька происходит с большой скоростью и сопровождается звуковым импульсом. При захлопывании содержащаяся в пузырьке парогазовая смесь, адиабатически сжимается до давления 30 атм и нагревается до температур порядка нескольких тысяч градусов. Весь процесс захлопывания пузырьков происходит в течение нескольких миллисекунд. Давление внутри пузырьков и в растворе достигает сотен МПа, а температура нескольких тысяч градусов, что вызывает распад молекул раствора и образование радикалов с высокой химической активностью.

При проведении лабораторных работ, для активации раствора был использован проточный активатор, а для производственных испытаний можно изготовить генератор.

Для проверки технологии были проведены лабораторные работы с концентрацией кислоты 8-15 г/л, степень активности изменяли 3, 5, 10 и 20 минут. Проведенные лабораторные работы показали, что перевод твердых взвесей (кольматантов) в жидкую фазу повышается на 12-15% по сравнению с базовой технологией.

Конкурентные преимущества по отношению к существующим на рынке: низкая норма капитальных вложений; интеграция в существующую инфраструктуру; технология экологически абсолютно безопасна; локальная система может работать в автоматическом режиме.

#### **Литература**

1. Кошколда К.Н., Пименов М.К., Атакулов Т. и др. Пути интенсификации подземного выщелачивания. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 224 с.
2. M. Catchpole, W. Robins, Future global energy demand. AusIMM Bulletin, 2015.
3. Юсупов Х.А., Джакупов Д.А. Исследование применения бифторид аммония для химической обработки скважин. Горный журнал, М., 2017
4. Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф. Кавитация. М.: Мир, 1974. 678 с.
5. Innovative Application of Mechanical Activation for Rare Earth Elements Recovering: Process Optimization and Mechanism Exploration. QuanyinTan, Chao Deng & Jinhui Li. Scientific Reports volume6, Article number: 19961 (2016). <https://www.nature.com/articles/srep19961>

**Н.Б. Хайруллаев, Е.Х. Абен**

**Уранды жерасты ұңғымаларымен сілтілеу кезінде ерітіндіні механикалық белсендіруін зерттеу.**

**Андатпа.** Зертхана жағдайында құрамындағы қышқылдығы 10г/л ерітіндіні 3, 5, 10 және 20 минут ағынды белсендіруден өткізу арқылы кольматанттарды сұйық күйге ауысуын арттырдық.

**Түйін сөздер:** Жерасты ұңғымалармен сілтілеу (ЖҰС), кольматация, белсендіру, белсендіргіш, уран.

**N.B. Khairullayev, E.Kh. Aben**

**Investigation of the mechanical activation of the solution at ubl uranium.**

**Abstract.** Activating a solution with an acid concentration of 10g/l for 3, 5, 10 and 20 minutes increased the recovery of a useful component.

**Keywords:** Underground borehole leaching, productive solution, colmatation, activation, activator.

УДК 622.1.528

**Н.Мақсұтов**

*Ғылыми жетекшісі - А.Е. Құттыбаев., техн.ғылым.кандидаты, Тау-кен ісі кафедрасының ассоц. Профессоры Satbayev University, Алматы қаласы, Қазақстан*  
[mre19007@gmail.com](mailto:mre19007@gmail.com)

**ҚАРАЖЫРА КЕН ОРНЫНДАҒЫ ТАУ-КЕН ЖҰМЫСТАРЫН МАРКШЕЙДЕРЛІК ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ**

**Андапта.** Мақалада Қаражыра кенорнының географиялық орны, геологиялық-тектоникалық жағдайы және 40 жыл бойы ядролық сынақ жүргізілген Семей полигонының аумағында жүргізіліп жатқан тау-кен жұмыстары жайлы мәлімет келтірілген. Қаражыра кен орнының Шығыс Қазақстан облысының дамуындағы алар орнына көңіл аударылған. Карьердегі тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуде атқарылатын маркшейдерлік жұмыстар мен онда қолданылатын заманауи аспаптар туралы мәлімет берілген.

**Түйін сөздер:** кенорны, геология, тау жыныстары, тау-кен жұмыстары, маркшейдерлік түсірістер, маркшейдерлік аспаптар.

**Кіріспе.** Қазақ халқының ұлы ғұлама ғалымдары Қ.И.Сәтбаев пен А.Ж.Машанов қажымай-талмай жер қойнауын зерттеген жандар. Жылда сәуірдің 12жұлдызында сөтетін дәстүрлі Халықаралық Сәтбаев оқуларылары, біріншіден Қаныш Имантайұлының туған күні, екіншіден Қазақстандағы ғылым күніне арналған. Биылғы жылы осы атаулы конференция аясында ҚазПТИ (қазіргі ҚазҰТЗУ) дың «Маркшейдерия» кафедрасын 30 жыл басқарған және әл-Фараби мұраларын зерттеуден әлемге әйгілі болған Ақжан әл-Машанидің туғанының 115 жылдығы атап өтілуде. Осындай атаулы ғалымдардың өмір жолдарына арналған конференцияға қатынасу, еңбектерін насихаттау, осы саладағы ғылым мен техниканың жетістіктерінен хабардар болу біз үшін зор мақтаныш.

**Жұмыстың негізгі мазмұны.** Қаражыра көмір кен орны — Шығыс Қазақстан облысының Абай ауданындағы Семей қаласынан оңтүстік-батыс жаққа қарай 110 км жерде, Семей полигонының «Балапан» сынақ алаңында орналасқан (1-сурет). Ғалымдар: Қаражыра көмірінің жылуы кезінде қалалар мен ауылдарда Семей полигонындай плутоний, америкий, тритий, стронций, цезий таралуы әбден мүмкін. Кейбір зерттеушілер Сынақ порлигоны жабылса да, аймақтың тұрғындары арасын қатерлі ісік аурулары санының, тамақ, өкпе және асқазан қатерлі ісігінің күрт өсуі осы Қаражыра кен орнымен байланысты деп мәлімдейді.

Десекте, «Қаражыра» карьері - бұл қазақстандық көмір өндіретін кәсіпорын. «Эксперт РА Қазақстан» рейтинг агенттігінің 2015 жылғы қорытындысы бойынша ол Қазақстанның ең ірі компаниялары тізімінде 167-орынды иеленген.



Сурет 1 - Қаражыра кен орнының орналасу картасы

Көмір қалыңдығы 300 м юраның қабаттарымен қоршалған, ауданы 10x15 км, солтүстік-батыстан оңтүстік-оңтүстікке қарай созылған жазық синклиналь түзеді. Өнеркәсіптік көмір өндірудің төменгі горизонты төменгі юра кезеңіне жатады, қалыңдығы 85-90 м және бес көмір қабатын қамтиды. Жоғарғы горизонт ортаңғы юра, қалыңдығы 55–80 м және үш көмір қабатын қамтиды. Горизонттардың арасындағы қашықтық 35-40 м құрайды. Шөгінділердің ортасындағы көмір қабаттары едәуір қалың, ал шеттерінде олар ұсақталып, жұқарады. Көмір қабаттарының қалыңдығы 1-3 және 5-13 м, кейде 17-33 м құрайды. Көмір қабаттарының тереңдігі 3-тен 265 м-ге дейін. Балапан алаңынан 9 шақырым жерде орналасқан кен орнының ауданы 21,4 км<sup>2</sup> құрайды. Көмірдің қоры 1,3 миллиард тоннаны құрайды. Көмір маркасы D. Метаморфталған дәрежесі бойынша қоңыр көмірмен тас көмірдің аралығында; күлділігі 13 – 18%, аз күкірті (0,49%). Жанғыш массасының жылуды бөлгіштігі 7,6 мың ккал/кг, ал гумин қышқылдарының шығымдары 1 – 4,7 %, сонымен қатар шайыр мөлшері 5,9 – 12,55% шамасында. Кен орнындағы көмірдің күлділігі аз, қызу беруі жоғары энергетикалық және тұрмыстық отынның болумен қатар, шайыры шығымының біршама жоғары болғанына байланысты химия-технологиялық шикізат ретінде пайдалануға болады. Кенорында көмірдің 600 метр тереңдікке дейінгі бағаланған қоры 1,56 млрд. тонна, олардың басым бөлігін ашық тәсілмен қазып алу қолайлы.

Кен орны Шығыс Қазақстан облысының Жаңа-Семей ауданында Семей қаласынан 135 км оңтүстік-батыста орналасқан. Қаражыра кен орнының тауарлық көмір қоры 1 миллиард 231 миллион тоннаны құрайды. 2016 жылдың 10 маусымынан бастап «Қаражыра LTD» ЖШС «Қаражыра» АҚ болып қайта құрылды. «Қаражыра» АҚ өнімдері Қазақстан Республикасында ғана емес, көрші облыстарда да үлкен сұранысқа ие. Сапалы көмір, межелі жерге тез жеткізу, өзара түсіністік пен сыйластық - көмір шахтасының серіктестермен жұмысының негізгі қағидаттары.(2-сурет)



Сурет 2 - Қаражыра кен орнынан көмір жеткізу

Біздің тұрақты серіктестер - көмірді тұтынушылар: «Семей цемент зауыты» ЖШС, «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС, «Бұқтырма цемент компаниясы» АҚ, «Өскемен ЖЭО» АҚ «Согринская ЖЭО» ЖШС және басқа да ірі жылу көздері мен өндірістік кәсіпорындар. Коммуналдық сектордың бюджеттік ұйымдары мен жеке тұтынушылары.

«Қаражыра» көмір кеноры жағдайында тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етуді толықтай зерделей келе отырып оларды жүргізуге дәлдігі өте жоғары және көп уақытты алмайтын қазіргі күнгі аспаптарды қолданудың әдістемесін жасау қарастырылды. Себебі тау-кен жұмыстарын жүргізу дәлдігіне өте жоғары қатал талаптардың қойылуы. Ол, өз кезегінде,

қазіргі күнгі аспаптарды қолдану барысында, маркшейдерлік түсірістердің жаңа әдістемелерін жасауды талап етеді. Демек, ол ғылыми жұмыстардың пайдалы қорларды игеру барысындағы тау-кен жұмыстарын жоғары дәрежеде маркшейдерлік қамтамасыздандыратын ғылыми-техникалық маңызды мәселеге арналғандығының айқын дәлелі.

*Электронды тахеометр* дегеніміз ол карьерлерде горизонталь бұрыштарды, горизонталь ара қашықтықтарды және өзара биіктіктерді өлшеулерге арналған топографиялық электрондық–оптикалық аспап. Электронды тахеометр құрылымы бойынша кодтық теодолитпен шағын жарық қашықтық өлшеуіш біріктірілген. Көздеудің нысанасы ретінде шағын габаритті призмалық шағылдырғышы бар арнайы қада қолданылады. Мұнда өлшеу процесі автоматтандырылған. Ара қашықтықтарды, горизонталь және вертикаль бағыттарды өлшеудің нәтижелері, электрондық цифрлы таблода көрініп, бір мезгіл ішінде ақпаратты жинағышта тіркелуі мүмкін.

Қазіргі таңда заманауи электронды тахеометрлерді қолдану *саласына, дәлдігіне және орындалатын функциясына* байланысты оларды үш топқа бөлуге болады:

- жәй электронды тахеометр;
- орташа классты электронды тахеометрлер;
- роботталған тахеометрлер.

*Жәй электронды тахеометр* – бұл аспап дәстүрлі геодезиялық өлшеулерді (арақашықтық, биікайырым) орындауға арналған аспап. Ол деректерді ішкі немесе қосымша жадыға жазады. Мұндай аспаптардың бұрыштық қателігі шамамен 5"-6", ал арақашықтықтікі 3-5мм шамасында болады.



*Екінші типті электронды тахеометрлерге* орташа классты аспаптар жатады (Leica, Nikon, Trimble). Олар карьердегі геодезиялық тораптарды дамыту, жобадан жергілікті жерге көшіру өлшеулері, тура және кері геодезиялық қиылыстыру есептерін шешуде қолданылады, бұрыштық дәлдігі 1"-тан 5"-аралығында.

*Тахеометрлердің үшінші типіне* роботталған тахеометрлерді жатқызуға болады..

Тахеометриялық түсірістеоді орындауға ең қолайлысы болып Leica TS15P электронды тахеометрі (3-сурет) саналады, аталған тахеометрдің таңдалуы төменде көрсетілген техникалық көрсеткіштерге ие.

Сурет 3 - Leica TS15P электронды тахеометрі

Leica TS15P тахеометрінің түсіру және бөлу жұмыстары роботталған режимді түрде орындауға негізделген. Жұмысты орындауға арналып орнатылған радиосы бар Leica Viva CS далалық контроллерды қолдана отырып тахеометрді қашықтықтан басқарады. Контроллер шағылыстырғышпен таяқшада орналастырылады. Тахеометр осының бағытына бұрылып отырады және соның нәтижесінде барлық жұмыстарды жалғыз адам жүргізе алады.

Түсірудің пландық-биіктік негіздері, түсірудің екі түріде үшін, толықтырылып пландық-биіктік торлары негізінде трилатерация және геометриялық нивелирлеу әдістерімен құрастырылады.

Қаражыра карьерінде қолданбаса да, қазіргі заманға сай, маркшейдерлік-геордезиялық аспаптарды жылдан-жылға жаңартып жасап келе жатқан американдық Trimble және жапондық Nikon, Topcon фирмаларының электронды тахеометрлерін атап өтуге болады.

Американдық Trimble электронды тахеометрі лазерлі көрсеткішпен қамтамасыз етілген. Сәулесіз қашықтық өлшеуіштер жұмысты жеңілдетіп, қарапайым қашықтық өлшеуіштің көмегімен

түсіру мүмкіндігі болмаған жағдайларды, күрделі нысандарды түсіруге көмек береді. Сонымен қатар, 3600 сериясының «High-End Total Station» Trimble 3603 / 3605 тахеометрлері төменгі температурада пайдалануға мүмкіншілік береді (-35°C-тан +50°C- дейін).

Жапонияның TOPCON корпорациясы - бүкіл элемге танымал оптикалық-электронды аспаптарды жасаушы фирма. Кептеген жылдар бойы TOPCON корпорациясы аспаптар саласына айрықша жаңалықтар енгізді, қазіргі таңда барлық элемде жоғарғы сапалы геодезиялық аспаптардың стандартына ие болып отыр.

Жапондық Nikon ДТМ 333/352 – NPL 602/652 серияларының тахеометрлері тахеометр геодезиялық және инженерлік жұмыстарды атқаруға лайықталып жасалған, салмағы жеңіл, сенімді, ыңғайлы және естеу қабілеті мен жұмыс өнімділігі жоғары. Nikon электронды тахеометрлері екі жағынан да толық функциялы әріптік сандық батырмалармен қамтамасыз етілген (4,ә-сурет).



Сурет 4 - а) Trimble фирмасының 3600 тахеометрлері

сериялы

ә) Nikon фирмасының тахеометрлері

**Қорытынды.** Қазіргі заманғы электронды тахеометрлер тек техникалық және конструкциялық сипатамаларымен ғана, ол әр түрлі салада қолданылуымен ерекшеленеді. Сондықтан тахеометрлерді арнайы бір тапсырманы шешуге байланысты талдауға болады.

Бұл кезде оның дәлдігі мен өлшеу қашықтығы ереше роль атқарады. Мысалы, көптеген далалық жұмыстарда жай механикалық тахеометрлер қолданылады. Ал кейбір күрделі жағдайларда, мәселен мұнай құбырлары магистральдарын жүргізу кезінде жарық шағылыстыратын құрылғыны автоматты түрде іздеп табатын роботтандырылған тахеометрлер қолданған өте тиімді.

#### Әдебиет

1. Электронные тахеометры. Обзорная информация, М., ЦНИГА и К. 2000. 41с.
2. Нұрпейісова М.Б. Маркшейдерлік іс (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2016.- 240 б.
3. Нұрпейісова М.Б. Ғарыштық геодезия (оқулық).-Алматы: «Дәуір», 2012.- 240 б.
4. Нұрпейісова М.Б., Рысбеков Қ.Б. Геодезиялық және маркшейдерлік аспаптар (оқулық). Астана: Фолиант, 2013.- 192 б.

Р. Максұтов, А.Е. Қуттыбаев

#### Маркшейдерское обеспечение горных работ на месторождении Каражыра

**Аннотация.** В статье представлена информация о географическом положении, геологическом и тектоническом положении месторождения Каражыра и о горных работах на территории Семипалатинского полигона, где ядерные испытания проводятся уже 40 лет. Обращено внимание на роль месторождения Каражыра в развитии Восточно-Казахстанской области. Приведена информация о маркшейдерских работах, выполненных при обследовании горных работ в карьере, и используемом в них современном оборудовании.

**Ключевые слова:** месторождение, геология, горные породы, горные работы, маркшейдерские изыскания, маркшейдерские инструменты.

**R. Maksutov, A.E.Kuttybayev**

**Mine surveying support of mining operations at the Karazhyra deposit**

**Abstract.** The article provides information on the geographical location, geological and tectonic position of the Karazhyra field and on mining operations on the territory of the Semipalatinsk test site, where nuclear tests have been carried out for 40 years. Attention is drawn to the role of the Karazhyra field in the development of the East Kazakhstan region. The information on mine surveying performed during the survey of mining operations in the quarry and the modern equipment used in them is given.

**Keywords:** deposit, geology, rocks, mining, mine surveying, mine surveying tools.

УДК 622.281.424

**Тоқсанбай Нұржан Сұлтанханұлы – магистрант 1-курс,**

*«Тау-кен ісі» кафедрасы Satbayev University., Қазақстан, Алматы қаласы*

*Ғылыми жетекші - Алменов Талғат Мақұлбекұлы, техника ғылымдарының кандидаты,*

*«Тау-кен ісі» кафедрасы Satbayev University., Қазақстан, Алматы қаласы*

*[Nur---99.2011@mail.ru](mailto:Nur---99.2011@mail.ru)*

**ШАЛҚИЯ КЕН ОРНЫНЫҢ ШАРТТАРЫНДА ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫН ӨТУ  
ЖӘНЕ БЕКІТУДІҢ ОҢТАЙЛЫ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ**

***Аңдатпа.** Мақалада Шалқия кен орнының күрделі және дайындық тау-кен қазбаларын бекіту әдістерін жетілдіру жолдары қарастырылған. Шалқия кенішінің тау-кен қазбаларына комбинациялық бекітпелерді қолданудың мүмкіндіктері зерттелген. Сондай-ақ, Шалқия кен орнының тау-геологиялық шарттарына байланысты бүрікпебетон қоспаларының тиімді болатын құрамдарын анықтау жолдары қарастырылған.*

***Түйін сөздер:** құранды бекітпелер, бетон, бүрікпебетон, анкер, бетон құрамы, тау-кен қазбалары.*

Тау-кен өндірісі кешенінің тұрақты дамуы үшін қазіргі уақытта ғана емес, болашақта да қоғам талап ететін инновациялық іс әрекеттер мен қызметтерді дамытуға алып келетін тау-кен ғылымдары саласындағы іргелі ғылыми зерттеулерді орындау ерекше өзектілікке ие. Осыған байланысты тау-кен техникалық қазбаларын бекітудің оңтайлы жолдарын қарастыру арқылы кен орындарын игерудің толықтығы мен кешенділігін, ресурс үнемдеуді, қазбаларда жұмыс жасауды ыңғайлы және қауіпсіздікті амтамасыз ететін технологияларды дамытумен байланысты болуға тиіс. Бүгінгі таңда ешбір жерасты қазбасын бекітпелемейінше жұмыс алға жүрмейді.

Қазбаларды бекітпелеу технологиясы дегеніміз - жерасты қазбаларының бүкіл пайдалану мерзімінде тұрақты тұруын қамтамасыз етуге арналған инженерлік құрылымды жасаудың әдістері мен операциялардың жиынтығы [1].

Біздің еліміз минералды - шикізат қорына бай елдердің қатарына жатады. Солардың ішіндегі қорғасын қоры дүниежүзі бойынша жалпы қорлардың 22%-ын, ал мырыш қоры бойынша жалпы қордың 15,2%-ын құрайды және жоғарыда аталған қорғасын мен мырыш қоры бойынша әлемде бірінші орынды алып отыр.

Қазіргі уақытта қорғасын мен мырыш өндіретін ең ірі деген 30-ға жуық кен орындары жұмыс жасауда. Солардың қатарында "Шалқия Цинк ЛТД" ЖШС кен орны да белсене атсалысуда. Шалқия кен орнындағы мырыштың жалпы қоры бойынша Қазақстан

Республикасының барлық қорларының 30%-дан астамын құрайды және мырыштың ықтимал қорлары бойынша әлемде 5-ші кен орны болып табылады [2].

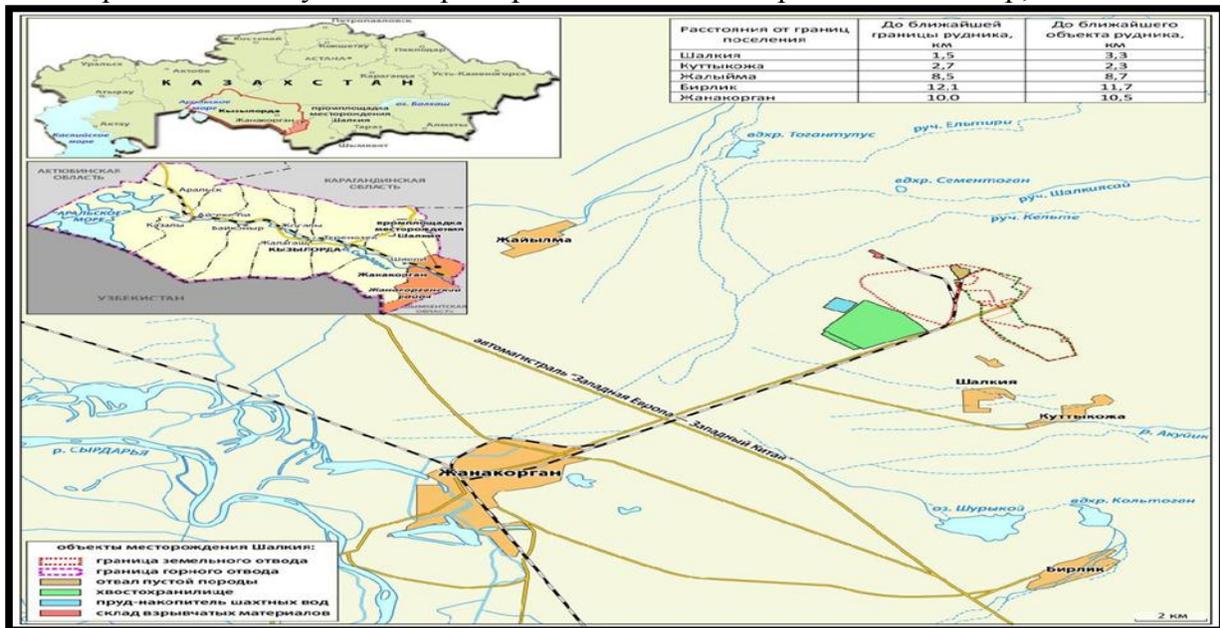
Қазақстан Республикасы Қызылорда облысы Жаңақорған ауданындағы қорғасынды - мырышты «Шалқия» кенорны, Қаратау жотасының оңтүстік -батыс етегінде орналасқан. Географиялық координаттары бойынша 44°01 С. Е. және 67°25 р. д.

Кеніштің стратиграфиялық қатынасы бойынша екі қабатты құрылымға ие. Бос қопсымалы (сазды-топырақты) және палеозойлық жартасты (скальный) кешенді таужыныстары. Шалқия мырыш кен орнының геологиялық құрылымы орта палеозойлық терригенмен, жоғарғы қабаты ордовик қатпарына жатады. Кеніш аймағындағы жер асты қатпарлары оңтүстік батыстан солтүстік шығысқа қарай жылжу себебінен құрылған. Синклинальды қатпарлар бірнеше тектоникалық блокты бұзылымдармен бөлінген.

Кен орнында шығарылатын тау жыныстары пайдалы қазындыларға да әрі құрылыс материалдарына да бай.

Кеніш аумағындағы таужыныстары сілемдері орнықтылық дәрежесі бойынша төрт түрлі бөлімдерге бөлінген:

- өте орнықты- кенорны көлемінің 70 % алып жатқан азжарықшақты әктастармен доломиттер, сығылуға беріктік шегі 160 МПа жоғары;
- орнықты-беріктігі 130-160 МПа-ға дейін және көміртекті-кремнилі азжарықшақты доломиттерден тұрады кенорны көлемінің 12 % құрайды;
- орташа орнықты- кенорны көлемінің 6-7 % құрайды. Біресті сығылуға беріктік шегі 100-130 МПа аралығында. Таужыныстары жұқа қабатты әктастар мен доломиттер;



Сурет 1 - Шалқия кенішінің географиялық картасы

- орнықсыз - беріктігі 100 МПа-ға дейін. Таужыныстары жарықшақты жұқа қабатты әктастар мен көміртекті-кремнилі доломиттерден тұрады. Бүгінгі күнге дейін барланған кен денесінің созылымы ұзындығы ось бойынша 5000 м, ені бойынша солтүстік – батысында 1200 м және оңтүстік –шығысында 400 м. Кеніштің Солтүстік-Батыс және Оңтүстік-Шығыс аудандарының қорлары өнеркәсіптік кондиция бойынша есептеліп, Мемлекеттік қорларды

есептеу комитетінің №313-04-К және №452-05-К хаттамаларына сәйкес келесі параметрлермен бекітілген:

- шартты үлгідегі мырыш борттық мөлшері (бортовое содержание)-3,0 %;
- кәдімгі мырыш ішіндегі басқа да қоспаларлы ескеру үшін аудару коэффициенттері мырышта - 1,0; қорғасында- 0,5. Кен денелерінің ең төменгі қалыңдығы – 3,0 м, ең жоғарғы қалыңдығы 9м шамасында.

Шалқия кен орнын ашу мақсатында «Клеттік» және «Скиптік» оқпандар арқылы -200м белгіге дейін өтілген және +40 горизонтқа дейін «Шығару (Выдачная)» шахта оқпанымен және де +100 горизонтқа дейін созылып жатқан автотранспорттық көлбеумен ашылған.«Скиптік» және «Клеттік» оқпандар -347-345 белгіге дейін 7-7,5 м диаметрмен армировкасыз жүргізілген. 6° көлбеулікпен +100 горизонтқа дейін созылған Автокөліктік еңіс қазбасы адамдар мен материалдарды тасымалдауға арналып салынған [2].

Зерттеу келесі факторлардың әсерін бағалайды: жыныстардың беріктігі мен сапасы, игеру тереңдігі, қазбалардың қимасы және қоршаған массивтегі кернеулердің жай-күйі, жарықшақтардың саны мен жай-күйі, оның ішінде олардың өзгеру дәрежесі.

Отандық және шетелдік зерттеулерге сәйкес, тау-кен қазбаларының тұрақтылығын арттыру үшін, бекітудің аралас әдістерімен қамтамасыз ету, кеңінен таралуда. Авторлардың пікірінше, бұл факт металл торлармен нығайту және анкер бекітпелерімен бүрікпе бетон бекітпесінің беріктігінің жоғарылауымен, бекіту процесін механикаландыру және монолитті бетон және металл арка тәрізді бекітпелердің ауыр түрлерін қолданумен салыстырғанда шығындардың мейлінше аз болатындығымен және циклдық өнімділіктің едәуір артуымен байланысты болғанын көрсетіп отыр.

Комбинациялық бекітпенің бірден бір негізгі бөлшектерінің бірі болат анкерлі бекітпелер.

Болат-полимерлі анкер тығыздағыш сақинасы бар дөңгелек болат өзектен тұрады. Қазба контурының жанында орналасқан анкердің соңында гайкаға арналған жіп және тірек шайбасы бар.

Ұшы тез қататын силикат ампуласының көмегімен теспелерге бекітіледі. Анкерді қатайту кезінде жыныс массивінің берілген температурасында 15-20 минуттан аспайтын етіп таңдалады.

Анкерді орнатқан кезде ампуланы анкер өзегімен жібереді, ампула мен пробирканы қатайтқышпен ұсақтайды және анкерді айналдырып, қоспаны араластырады. Болат полимерлі анкер жоғары жүктеме қабілетіне ие және полимербетонның ұтымды құрамымен сырттан түсетін жүктемені тез қабылдайды. Болат стержень шпурға силикат ампуласымен бекітіледі, және соңында жоғары беріктігі бар қосылыс жасайды. Әрі осы ретте силикат қоймалжың көптеген қабырғадағы жарықшақтарға ену арқылы қазбаның беріктігін арттыра түседі. Анкерлер бекітілген уақытша бекіту паспортына сәйкес тікбұрышты тор бойынша қатарға орнатылады, онда зәкірлердің түрі мен ұзындығы, олардың арасындағы қашықтық және өзектердің тартылу дәрежесі көрсетілуі міндетті.

Зерттеу сынақтардан кейін анкер материалдарды қолданудың экономикалық және технологиялық тиімділігін бағалау үшін Шалқия кеніші жағдайында IV тұрақтылық категориясы бар жыныстарда 14,7 м<sup>2</sup> қимасы бар қазбаны қазу мысалында материалдық және еңбек шығындары есептелінген болатын.

Темір-бетон штангаларының конструкцияларында металл арматураны қолданумен салыстырғанда анкерлік материалдарға көшу 1 ө.м. бекіту құнын 17%-ға азайтуға мүмкіндік береді.

Комбинациялық бекітпенің келесі бір негізгі құрылымының бірі болып бүрікпебетон қоспасы болып табылады. Аталған бекітпелердің қолданылу аясы өте кең болғандықтан, олардың құрылымдарын терең зерттеп, кемшілік тұстарын мейлінше азайтып, дайындау және

қолдану технологияларын жетілдіру тау-кен және жерасты құрылыстары қарқынды дамыған Қазақстан елі үшін техника-технологиялық және экономика-экологиялық тұрғыдан маңызды мәселелердің бірі болып табылады. Тау-кен қазбаларын бекітудің әлемдік тәжірибесінде бекітпенің ауыр түрлерінен бас тарту және аралас бекітпелерге көшу үрдісі байқалатындығына байланысты, аталған кемшіліктерді болдырмау үшін әртүрлі қоспаларды енгізу арқылы бүрікпе бетон бекітпесін жетілдіру бойынша зерттеулер жүргізілуде.

Жерасты ғимараттарын өтуде көп жағдайда тау қысымының қарқынының жылдам өсуі және су келімінің жоғарылауы сияқты жағымсыз сипаттамалар қазбаны өту процесстеріне кері әсерлерін тигізіп жатады. Осындай шарттарда қазбаны өтуде қолданылатын бетон және бүрікпобетон бекітпелерінің жылдам қатып қалуын, таужынысымен жылдам ұстасуын және су келіміне тұрақтылығын қамтамасыз ету қажеттілігі туындайды. Сонымен қатар, бетон мен темірбетон конструкцияларын орнату жұмыстары кезінде де бетонды қалыптан шығару уақытын жылдамдату қажет екендігі белгілі. Ол үшін жылдамқататын арнайы цементтерді, тығыздалуды қамтамасыз ететін сулыцементті қатынасы аз қатты қосындыларды (металл ұнтақтарды, доменді шлактарды, арнайы капронды және болат сымды талшықтарды) және арнайы химиялық үдеткіш қоспаларды пайдалануға болады.

### **Әдебиет**

1. Алменов Т.М. «Жерасты қазбаларын бүрікпобетонмен бекітпелеудің технологияларын жетілдіру» Диссертация, Алматы, ҚазҰТУ, 2009ж. –149б.
2. Шалкия Цинк кен орнының жобасы.

**Н.С.Токсанбай., Т.М.Алменов**

#### **Обоснование рациональных параметров проходки и крепления горных выработок в условиях месторождения Шалкия.**

**Аннотация.** В статье рассмотрены пути совершенствования методов крепления капитальных и подготовительных горных выработок месторождения Шалкия. Изучены возможности применения комбинированных крепей к горным выработкам рудника Шалкия. А также, в зависимости от горно-геологических условий месторождения Шалкия, определены рациональные составы набрызгбетонных смесей.

**Ключевые слова:** комбинированные крепи, бетон, набрызгбетон, анкер, состав бетона, горные выработки.

**N.S.Toksanbay., T.M.Almenov**

#### **Justification of rational parameters for conducting and fixing mine workings in the conditions of the Shalkiya Deposit.**

**Abstract.** The article presents the types of concrete fasteners used to secure underground buildings and mine workings of the Shalkiya field, engaged in lead-zinc mining, with an effective and safe passage. As a result of comprehensive research and testing, which will be reflected in the article, new effective compositions of concrete mixtures have been developed, depending on the conditions of underground workings and structures at the Shalkiya field.

**Keywords:** combined concrete fasteners, anchor fasteners, concrete fasteners.

УДК 622.221.3

**О.В. Грязнова**

*Научный руководитель – Х.А. Юсупов, профессор, д.т.н. Satbayev University, Казахстан, г. Алматы,  
oksanavg@bk.ru*

## УЧЕТ ШИХТОВКИ РУДЫ ПРИ ОБОСНОВАНИИ ГРАНИЦЫ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОГО СПОСОБА ДОБЫЧИ

*Аннотация.* Разработан метод учета разубоживания руды с более бедной массой для получения усредненного содержания на этапе определения оптимальных границ перехода от открытой добычи к подземной.

*Ключевые слова:* границы карьера, оптимизация, шихтовка, разубоживание, каркасная модель, фосфорит, железо, проектирование карьера.

За последние десятилетия промышленность претерпела значительные изменения. Научно-технический прогресс не обошел и сферу недропользования. Активная интеграция инновационных многофункциональных информационных систем коснулась как секторы, связанные непосредственно с добычей и переработкой полезных ископаемых, так и секторы, связанные с проектированием и моделированием. Условия рыночной экономики предъявляют все больше требований к проектированию горных работ, обоснованию технико-экономических показателей. [1]

Важнейшей задачей в проектировании открытых и комбинированных горных работ является расчет оптимальной границы карьера. Данные расчеты в настоящее время автоматизированы. Наиболее распространенные программные обеспечения, имеющие функцию определения оптимальных оболочек карьера - Micromine, Surpac, Whittle (Рисунок 1). Алгоритмы расчета в представленных программных обеспечениях аналогичны и состоят из следующих основных этапов:

- построение каркасной модели руды и цифровой топографической поверхности;
- разработка блочной модели;
- оптимизация карьера на основании алгоритма Лерча-Гроссмана или алгоритма плавающего конуса. [2]

Наиболее распространен алгоритм Лерча-Гроссмана. Он основан на теории графов, где для каждого блока модели рудного тела рассчитываются экономические показатели, а затем подбирается комбинация блоков с максимальным значением прибыли. Этот метод учитывает предварительное удаление вскрышных материалов, покрывающих анализируемый блок руды. [3].

Автоматизированный способ определения границ карьера имеет ряд преимуществ – он позволяет в короткий срок определить оптимальную оболочку карьера, проанализировать ее и выдать ряд так называемых «вложенных» оболочек, учитывающих возможные изменения цен на сырьевом рынке. Помимо этого, предоставляется возможность анализировать сразу несколько типов руды с разными полезными компонентами. Учитывая, что работа производится с трехмерными моделями, более точно учитывается рельеф поверхности и морфология рудного тела. Важным преимуществом является учет неравномерного распределения содержания в рудном теле. В отличие от «ручных», в автоматизированном способе определения границ каждый блок имеет свою «ценность», которая зависит от содержания полезного компонента именно в данном блоке. Это очень актуально для проектирования месторождений ценных руд.

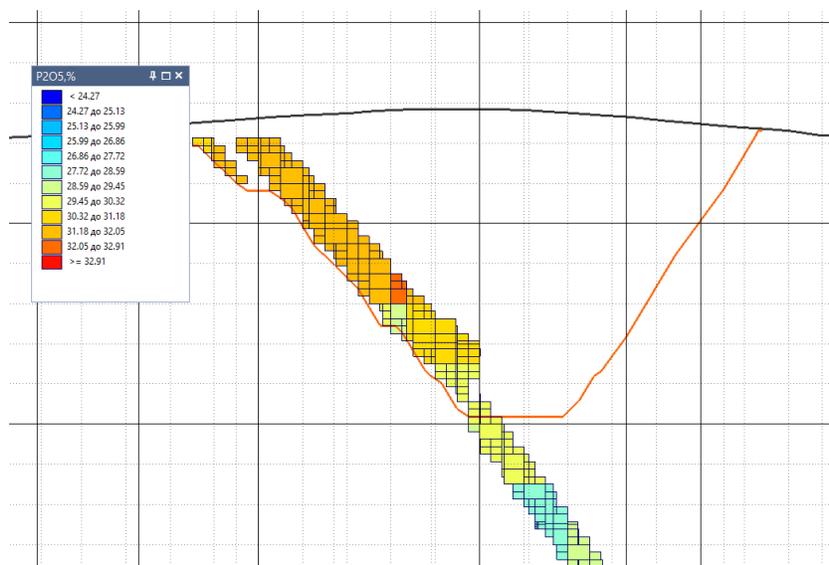


Рисунок 1 - Построение оптимальной оболочки карьера фосфоритового месторождения в ПО Micromine

Тем не менее и в автоматизированном методе есть свои недочеты. В данной работе было проанализировано месторождение железосодержащих руд Бескемпир, расположенное в Мангистауской области. На железорудном месторождении Бескемпир горные работы ранее не проводились. Среднее содержание железа в руде по всему месторождению составляет 44.06%. Но на реализацию поставляется руда с содержанием железа 45%. Следовательно, изначально контуры карьера определялись исходя из условия, что за руду считаются только блоки, содержание железа в которых не менее 45%. При этом в оптимальных контурах объем руды составил 9 251 тыс.т. при среднем содержании 48,49%. В связи с этим руда на поверхности подвергается смешиванию с более бедной массой для доведения до требуемого качества. Этот процесс позволяет увеличить конечный объем руды, а учитывая то, что содержание в примешиваемой массе лишь немного недотягивает до требуемого, происходит значительное увеличение ее объема. Это значит, что на этапе определения оптимальных контуров значительно недооценивается общая рентабельность. Так, снижая изначально требования к блокам, относящимся к «руде» до содержания  $Fe \geq 33,8\%$  мы имеем запасы руды 16 996,5 тыс.т при среднем содержании 45,0%. На рисунке 2 зеленым показаны руды с содержанием Fe менее 33,8%, синим – руды, пригодные для разубоживания с содержанием Fe от 33,8 до 45%, красным – более 45%.

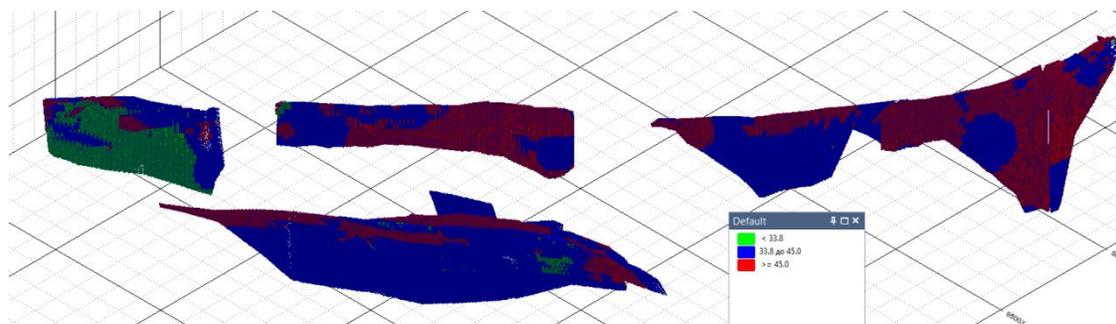


Рисунок 2 - Распределение руды месторождения Бескемпир по содержанию в ней железа

Таким образом, на этапе определения оптимальных границ количество руды, которая принимается к анализу увеличивается на 83,7%. А это значит, что оптимальный контур карьера может быть значительно увеличен.

Следует учитывать, что каждое месторождение все же имеет свои особенности и требует индивидуального подхода.

*Выводы:*

1) В связи с тем, что определение оптимальных границ открытой разработки является одной из наиболее важных задач при проектировании, необходимо учитывать весь объем запасов, поставляемых на реализацию;

2) Разработан динамический метод определения объема руды с учетом последующего разубоживания до среднего содержания на этапе определения оптимальных границ карьеров;

3) Практическое значение работы заключается в повышении точности технико-экономического обоснования способа отработки месторождений с рудами, подвергающимися усреднению содержания после извлечения на поверхность.

### **Литература**

1. Бесимбаев Н.Г. Оптимизация этапов развития карьера [Текст]: Бесимбаев Н.Г., Нагибин А.А. / электронный журнал «Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело». – 2013.- №8.

2. Программы для оптимизации карьера: сравнительный анализ [Текст]: электронный научно-информационный журнал «Маркшейдерское дело». – 2012.- №4.

3. Определение оптимальных контуров открытой отработки и подсчет извлекаемых запасов из недр в соответствии с JORC [Текст]: доклад к обучению оптимизации в ПО Micromine, ООО «Мирамайн»; Никандров А.Н., Никитина М.Д., Рощин А.А. – М., 2019. – с. 3-11.

**O.V. Gryaznova, Kh.A. Yusupov**

#### **Accounting for ore depletion at the stage of justifying the boundary of the transition from open-pit to underground mining**

**Abstract.** A dynamic method of accounting for the dilution of ore with a poorer mass is developed to obtain an average content at the stage of determining the optimal boundaries of the transition from open-pit to underground mining.

Thanks to this method, an increase in the volume of ore sold is taken into account on the example of the Beskempir iron ore deposit.

**Keywords:** career boundaries, optimization, charging process, dilution, wireframe, phosphorite, ferrum, design career

**О.В. Грязнова, Х.А. Юсупов**

#### **Ашық тау-кен казбаларынан жерасты әдісіне өту шекарасын негіздеу кезеңіндегі кендердің сарқылуын есепке алу**

**Аңдатпа.** Ашық тау-кен казбаларының жерасты әдісіне өту кезіндегі құнарсызданған кедей кеннің орташа сұрыпты болуын ескеретін динамикалық әдіс жасалды.

Осы әдістің арқасында, Бескемпір темір кен орны мысалында сатылатын кен көлемінің ұлғаюы жасалынды.

**Түйін сөздер:** карьердің шекаралары, оңтайландыру, сұйылту, сым рамасының моделі, фосфорит, темір, карьер дизайны

УДК 622.062

**О.В. Михайлова**

*Научный руководитель - С.Л. Кузьмин, заведующий кафедрой Металлургии и горного дела,  
кандидат технических наук*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОНТУРНОГО ВЗРЫВАНИЯ В САРБАЙСКОМ КАРЬЕРЕ

**Аннотация.** В статье рассматривается совершенствование технологии постановки уступов в конечное положение с помощью контурного взрывания. По мере приближения горных работ к конечным контурам все более остро ставится вопрос рассмотрения вариантов снижения затрат предварительного щелеобразования. В настоящее время в карьере для заряжания скважин для создания отрезной щели применяются взрывчатые вещества местного производства - граммонит Э или граммонит ЭМ, а также гранулол. Предлагается их заменить эмульсионными взрывчатыми веществами. На основании определенного расхода рассчитан экономический эффект от применения эмульсионных взрывчатых веществ на Сарбайском карьере.

**Ключевые слова:** Технология горных работ, уступ, контур карьера, угол погашения, устойчивость, взрывчатые вещества.

В настоящее время АО «ССГПО» находится в стадии необходимости принятия целого ряда управленческих, технических, социальных решений, направленных на снижение стоимости готовой продукции. В условиях текущего рынка железорудного сырья, прямой конкуренции подобных АО «ССГПО» предприятий - только снижение стоимости выпускаемой продукции позволит обеспечить удержание клиента и соответственно стабильное развитие и сохранение рабочих мест.

В структуре производства АО «ССГПО» буровзрывные работы занимают особое положение. Они, как начальный процесс добычи руды, определяют эффективность всех последующих процессов: погрузки, транспортировки, дробления и переработки минерального сырья. Основными задачами при ведении БВР является: повышение их технико-экономической эффективности; обеспечение требуемого количества и качества взорванной горной массы; снижение опасности массовых взрывов и их негативного воздействия на окружающую среду [1].

Буровзрывной комплекс является одним из наиболее затратных секторов (секторов, чьи затраты на сегодняшний день требуют снижения) производства АО «ССГПО». Себестоимость 1 м<sup>3</sup> взорванной горной массы на сегодняшний день, по Сарбайскому карьере составляет 156 тенге/м<sup>3</sup>. Себестоимость буровых работ 2620 тенге/п.м. Себестоимость взрывания и бурения для Сарбайского карьера приводятся в таблице 1 и 2.

Таблица 1 - Себестоимость единицы взрывания за 2019 год

Наименование фактора	2019 год				
	Ед. изм	Бизнес-план	Факт	Процент выполнения, %	Разница
Объемы производства	тыс.м <sup>3</sup>	7 825	8717,2	111,4	892,2
Прочие прямые затраты	тыс.тенге	1 289 442	1 362 756	105,6	73 314
Себестоимость	тенге/м <sup>3</sup>	164,75	156,33	94,8	-8,42

Таблица 2 - Себестоимость единицы бурения за 2019 год

Наименование фактора	2019 год				
	Ед. изм	Бизнес-план	Факт	Процент выполнения, %	Разница
Объемы производства	п.м.	384 034	428 581	111,6	44 547
Прочие прямые затраты	тыс.тенге	971 129	1 122 809	115,6	151 680
Себестоимость	тенге/м <sup>3</sup>	2528,75	2619,83	103,6	91,08

В настоящий момент Сарбайский карьер АО «ССГПО» находится в стадии затухания ведения горных работ. Горные работы в карьере ведутся в соответствии с «Проектом реконструкции южного борта Сарбайского карьера с целью отработки запасов прожилково-вкрапленных руд в увязке со строительством Южно-Сарбайского карьера». Карьер уже достиг конечных контуров по северному и северо-западному бортам до горизонта минус 380 м и минус 280 м соответственно; по юго-западному – до горизонта минус 200 м; по южному – до горизонта минус 260 м; по-восточному – до горизонта минус 390 м. В настоящее время северо-западная часть карьера полностью отработана и в ней сформирован внутренний отвал до отметки минус 120 м. В центральной части карьера отметка дна минус 390 м. Рыхлая толща отработана полностью.

Постановка бортов в конечное положение на скальных уступах осуществляется методом контурного взрывания. отрезная щель создается за счет мгновенного взрыва ряда скважин диаметром 244,5÷250,8 мм, пробуренных под углом 55-75°.

Бурение контурных скважин осуществляется станками буровыми шарошечными СБШ-190/250-60 в соответствии с разрабатываемыми паспортами.

Расстояние между скважинами принимается 1,5-3 м в зависимости от крепости пород. Заряд в скважине формируется из расчета 3,6-5,8 кг на 1 п.м. скважины, на всю глубину. Заряд размещается в рукаве диаметром 50÷120 мм. Конструкция заряда показана на рисунке 1.

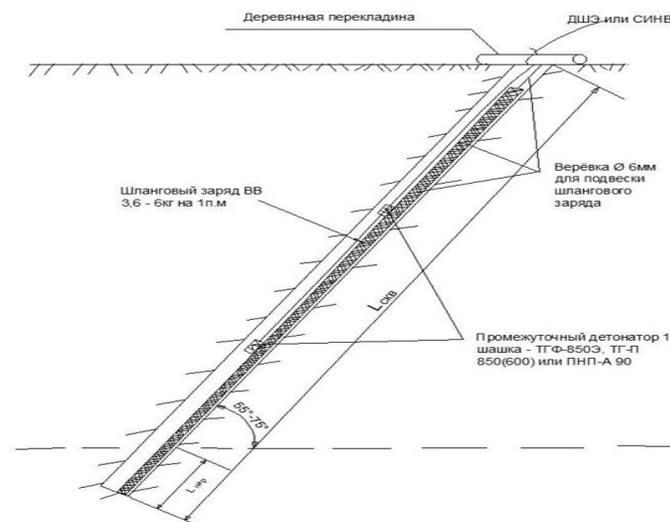


Рисунок 1 - Конструкция заряда для взрывания контурной скважины

При подходе горных работ к предельному контуру карьера оставляется приконтурная зона, которая взрывается после предварительного щелеобразования. Максимальная ширина приконтурной зоны должна быть не более 6 рядов скважин и минимальная не менее трех рядов скважин [2]. При зарядании отрезной щели одна крайняя скважина со стороны целика не

заряжается. Заряд в скважинах последнего ряда контурной зоны уменьшается на 25-35 %. Контурный ряд скважин на краях взрываемого блока должен опережать последний ряд скважин приконтуром минимум на 10÷13 метров.

В качестве взрывчатого вещества, используемого при зарядании контурных скважин шланговыми зарядами в АО «ССГПО» используется «Гранулотол» или местные взрывчатые вещества, подаваемый непосредственно в бункер, откуда происходит его формирование в шланговый заряд. Общая длина шлангового заряда составляет 250 м, диаметр 80 мм. В качестве оболочки используется пленка полиэтиленовая трехслойная шириной 270 мм.

Вес заряда в скважине, для I ряда,  $Q$ , кг, определяется по формуле

$$Q = q \cdot a \cdot H_y \cdot W, \quad (1)$$

где  $q$  – удельный расход ВВ на 1 м<sup>3</sup> горной массы;  
 $a$  – расстояние между скважинами, м,  
 $W$  – линия сопротивления по подошве уступа, м.

$$W = H_y \cdot ctg \beta + c, \quad (2)$$

$H_y$  - высота уступа, м;  
 $\beta$  - угол борта уступа, градус;  
 $c$  - расстояние установки бурового станка от верхней бровки уступа, м [3].

Расчеты по данным формулам сводятся в таблицу 3.

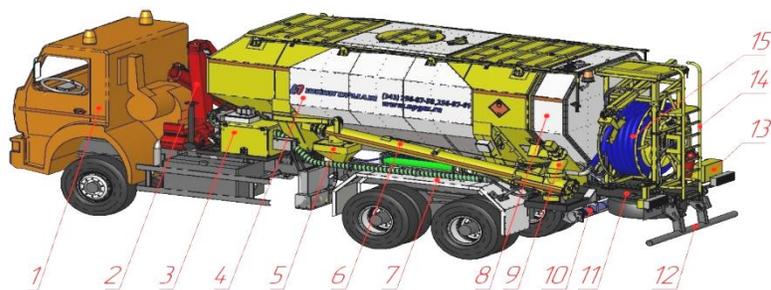
Таблица 3 - Определение величины заряда ВВ в 1 погонном метре скважины

Диаметр скважин, мм	Величина заряда штатных ВВ, кг/м	Величина заряда ВВ местного изготовления, кг/м	
		Гранулит-Э	Гранулит-ЭМ
200	30	33	44
250	40	55	70

В настоящее время специалисты АО «ССГПО» столкнулись с проблемами при зарядании контурных скважин, к которым можно отнести высокую стоимость взрывчатых веществ, а необходимость привлечения дополнительного взрывного персонала на изготовление и пошив шланговых зарядов, неудовлетворительное состояние здания стационарного пункта изготовления шланговых зарядов приводят к рассмотрению необходимости замены текущей технологии зарядания контурных скважин и поиск более дешевых, менее трудозатратных вариантов, позволяющих осуществлять взрывание отрезной щели без потери достигнутого качества.

Для АО «ССГПО» предлагается возможность внедрения автоматизированной технологии зарядания контурных скважин для замены дорогостоящего ВВ при постановке бортов в предельное положение взрывным способом.

Суть технологии заключается в использовании промышленного эмульсионного взрывчатого вещества (ЭВВ) «НПГМ». Предлагается в условиях Объединения внедрение универсальной смесительно-зарядной машины «МСЗУ 14-НПБ-014» для возможности механического способа разгрузки компонентов взрывчатого вещества, смешивания компонентов в определённой пропорции и выгрузки приготовленного ВВ к устью скважины и самотечном способе его укладки в скважину с помощью поворотного питателя или винтового насоса и зарядного рукава. Внешний вид этой машины представлен на рисунке 2.



1 - шасси автомобиля КАМАЗ 6522, 2 - крановый манипулятор, 3 - гидросистема, 4 - бункер с питателем, 5 - приемный бункер системы подачи компонентов, 6 - поворотный питатель, 7 - огнеупорные брызговики, 8 - бак дизельного топлива и воды, 9 - наклонный питатель, 10 - рукав зарядный, 11 - надрамник, 12 - противоподкатный брус, 13 - ящик с песком, 14 - лестница, 15 - барабан

Рисунок 2 - Общий вид машины МСЗУ 14-НПБ-014

Вместимость одного погонного метра скважины при использовании гранулозола  $\rho$ , кг/п.м., определяется по формуле

$$\rho = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \Delta, \quad (3)$$

где  $d$  - диаметр скважины (заряда), м;  
 $\Delta$  - плотность заряжения ВВ, кг/м<sup>3</sup>.

$$\rho = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} \cdot 0,95 = 4,7 \text{ кг/м}$$

Вместимость одного погонного метра скважины при использовании ЭВВ «НПГМ» определяется аналогично и составляет  $\rho=6,3$  кг/п.м. Стоимость 1 тонны гранулозола составляет 704 223 тенге/тонну, стоимость 1 тонны «НПГМ» равняется 160 487 тенге/тонну.

Был выполнен экономический расчет, при котором затраты при использовании на карьере гранулозола составили 139 609 тыс. тенге, а при использовании эмульсионного взрывчатого вещества 95 764 тыс. тенге. Себестоимость 1 погонного метра заоткоски при использовании гранулозола составляет 1702,55 тенге и 1079,52 тенге при использовании ЭВВ «НПГМ».

### Литература

- 1 Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. Учебник для ВУЗов – М.: МГТУ, 2006. – 345 с.
- 2 Друкованный М.Ф., Кукиб Б.Н., Куц В.С. Буровзрывные работы на карьерах.- М.: Недра, 1990. – 389 с.
- 3 Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих взрывные работы. Утверждены приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года - № 343, 2014 – 224 с.

О.В. Михайлова

### Сарыбай карьерінде контурлық жару технологиясын жетілдіру

**Андатпа.** Мақалада контурлық жару арқылы соңғы позицияға шегіністерді қою технологиясын жетілдіру қарастырылады. Тау-кен жұмыстары соңғы контурларға жақындаған сайын, алдын-ала жарылыстың шығынын азайту нұсқаларын қарастыру мәселесі өткір болып отыр. Қазіргі уақытта карьерде Ұңғымаларды оқтау үшін кесу саңылауын жасау үшін жергілікті өндірілген жарылғыш заттар қолданылады - граммонит Э немесе граммонит ЭМ,

сондай-ақ гранулотол. Оларды эмульсиялық жарылғыш заттармен ауыстыру ұсынылады. Белгілі бір шығын негізінде Сарыбай карьерінде эмульсиялық жарылғыш заттарды қолданудың экономикалық әсері есептелді.

**Түйін сөздер:** Тау-кен жұмыстарының технологиясы, кертпеш, карьер контуры, өтеу бұрышы, тұрақтылығы, жарылғыш заттар.

**O.V. Mikhailova**

#### **Improvement of the technology of contour blasting in the Sarbai open pit**

**Abstract.** The article discusses the improvement of the technology for placing benches in the final position using contour blasting. During the movement of mining operations to the final contours, it becomes important to choose options for reducing the costs of preliminary splitting off of the massif. At present, explosives are used to blast holes for preliminary spalling - grammonite E or grammonite EM (local production), as well as granulotol. It is proposed to replace them with emulsion explosives. Based on the calculation of the consumption, the economic effect of the use of emulsion explosives in the Sarbay pit is calculated.

**Keywords:** Mining technology, ledge, quarry contour, wall angle, stability, explosives.

УДК 004.9:622

**Р. С. Назыров**

*Научный руководитель – С. В. Турсбеков, доктор технических наук, профессор.*

*Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы*

*[rufat\\_n97@mail.ru](mailto:rufat_n97@mail.ru)*

### **СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ LEICA**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается один из основных способов повышения качества управления такими сложными природно-технологическими системами, как открытые разработки месторождений - использование новых информационных и навигационных технологий. Особенно актуально использование для управления открытыми горными работами навигационных технологий в связи с интенсивным развитием систем спутниковой навигации. Создание единого информационного пространства для решения задач обмена информацией и позиционирования объектов карьерного пространства для решения всего комплекса задач мониторинга горного и транспортного оборудования и других объектов карьерного пространства в единой системе беспроводной передачи данных в производственные подразделения горных предприятий позволит обеспечить все производственно-технологические подразделения оперативной информацией о текущем состоянии всего комплекса горных и подготовительных работ, что значительно поднимет уровень информатизации всего горного производства и позволит существенно повысить экономическую эффективность управление процессами горных работ.

**Ключевые слова:** руда, карьер, балансовые запасы, бортовое содержание, диспетчеризация.

#### **Обзор Leica Jview**

Стандартный пакет Leica Jview Business Intelligence (BI) предоставляет готовые функции составления отчетов по данным Jmineops на месторождении. Jview предоставляет разнообразные отчеты, помогающие руководству контролировать производственные показатели и принимать обоснованные решения. Данные Leica Jview представляются на инструментальных панелях, в статических и динамических отчетах в интернет-браузере. Их можно просматривать на подключенных к сети компьютерах и других устройствах с интернет-браузерами, подключенных к сети Wi-Fi, в том числе на мобильных телефонах и планшетах. В стандартный пакет Leica Jview для составления отчетов входят инструментальные панели, передающие информацию почти в реальном времени, статические отчеты о текущей деятельности и отчеты

об операциях, динамические отчеты для долгосрочного анализа общих показателей и кубы базы данных SSAS для специальных отчетов и углубленного анализа. Семейство продуктов Leica Jview (рис. 1) основано на технологии Microsoft SQL Server 2008 R2™ (MSQL). В набор технологий входят SQL Server, службы Reporting Services (SSRS) и службы Analysis Services (SSAS). Веб-приложение Jview предоставляет пользователю компоненты для создания отчетов, а содержимое берется с сервера отчетов. Для просмотра кубов SSAS используется Microsoft Excel™ со стандартным соединением OLE DB.

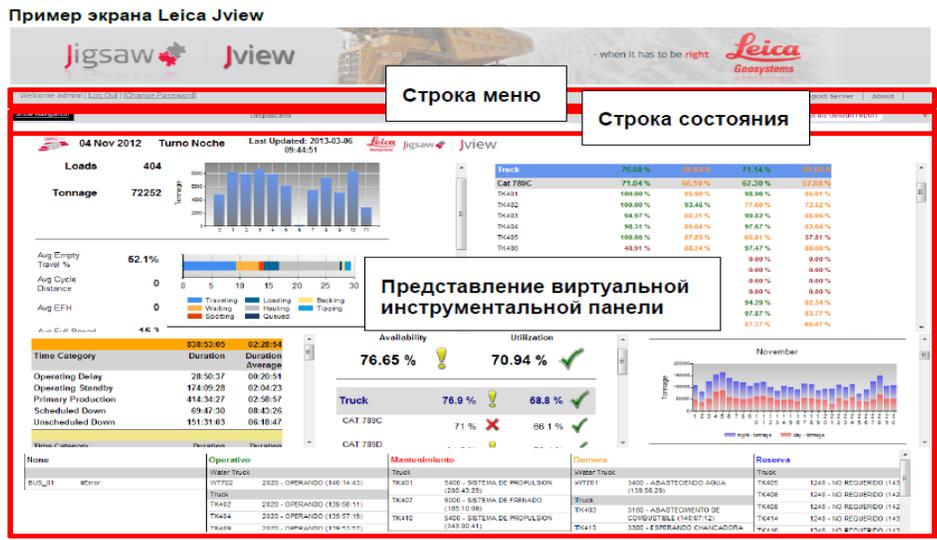


Рисунок 1 – пример экрана Leica Jview

### Стандартные инструментальные панели отчетов

В системе доступно пять стандартных инструментальных панелей отчетов, представляющих собой стандартные отчеты SSRS, структура которых предусматривает постоянное отображение на экране для мониторинга.

#### Operations (Работа)

Инструментальная панель Operations (Работа) делится на четыре раздела: три расположены в верхней части и один занимает всю нижнюю. В производственном разделе для текущей смены показывается количество загрузок и тоннаж материала за каждый час, расчетное значение при сохранении текущих темпов и средний тоннаж в час для каждого типа оборудования. В разделе доступности и загрузки показаны настроенные показатели доступности и загрузки для каждого типа и парка производственного оборудования. Щелкните заголовков, чтобы перейти на вложенную инструментальную панель, где представлена аналогичная информация для каждой единицы производственного оборудования. В разделе циклов показан усредненный цикл работы самосвалов и усредненный цикл работы экскаваторов для ожидающих, маневрирующих и загружаемых самосвалов. В нижнем разделе состояния показано текущее состояние парка и состояние по группам с указанием причин для всего оборудования. Инструментальная панель Operations (Работа) имеет две вложенные инструментальные панели для экскаваторов и самосвалов.

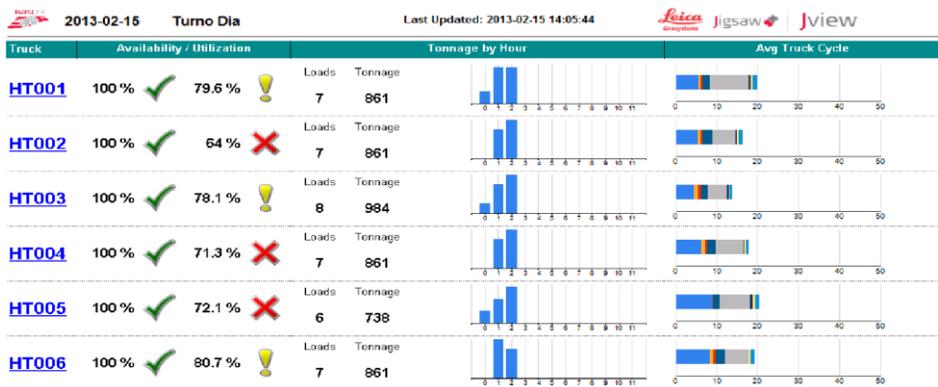


Рисунок 2 - Operations Truck (Работа самосвалов)

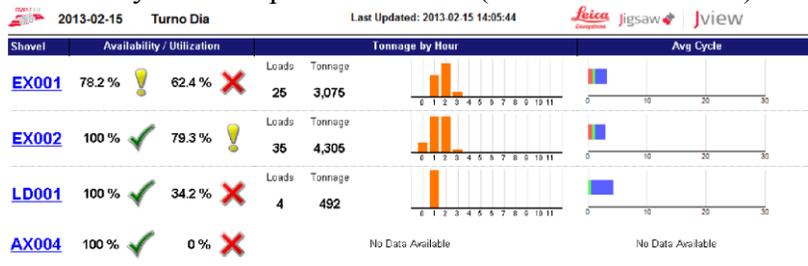


Рисунок 3 - Operations Shovel (Работа экскаваторов)

#### Mine Traffic Control (Управление движением по месторождению рис. 4)

На инструментальной панели МТС отражаются те же данные, которые представлены на панели МТС в Jmineops. На ней показаны экскаваторы, отвалы и самосвалы, активные в каждом местоположении. Также показаны маршруты от экскаватора к отвалу (для откатки самосвалами) и от отвала к экскаватору (для движения порожних самосвалов) с процентом выполнения, который представлен положением самосвала на маршруте.

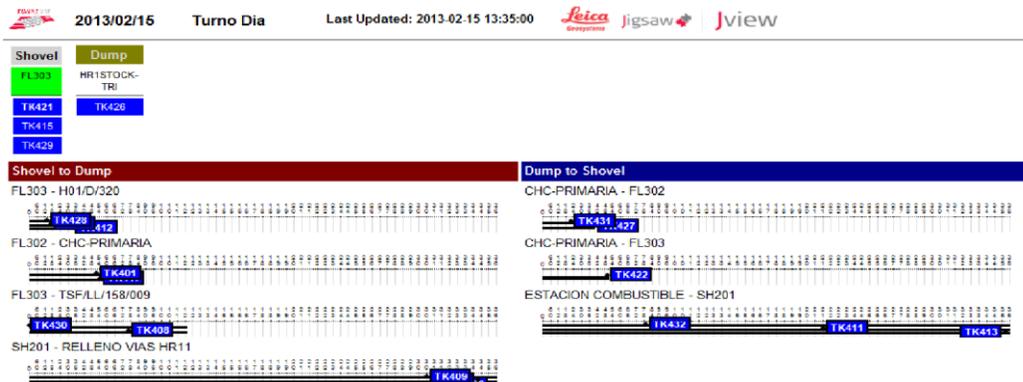


Рисунок 4 - Mine Traffic Control (Управление движением по месторождению)

#### Trucks Waiting at Shovel (Самосвалы, ожидающие у экскаватора рис. 5)

Эта инструментальная панель аналогична МТС. На ней показаны самосвалы, которые в данный момент активны у экскаватора. Ниже находится диаграмма, где показано количество самосвалов, ожидающих у каждого экскаватора, за последние три часа (с интервалом в одну минуту).



Рисунок 5 - Trucks Waiting at Shovel (Самосвалы, ожидающие у экскаватора)

## Литература

1. Таипов З. А. Системы диспетчеризации горной отрасли. [Текст] — «Горный журнал» 2006 г. №2.

1. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://leica-geosystems.com/>
2. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://hexagonmining.com/products/safety-suite>

### R. S. Nazzyrov, S. V. Tursbekov Leica dispatch system.

**Abstract.** This article addresses one of the main methods to improve the quality of management of such a complex natural and technological system as open pit mining - the use of new IT and navigation technologies. The use of navigation technologies for the management of the open pit mining is especially relevant due to the intensive development of satellite navigation systems. Creation of a unified infosphere for solving the problems of information sharing and positioning of objects within the mine to handle the entire complex of tasks in regard of monitoring of mining and haul equipment and other objects within the mine in a unified system of wireless data transmission to production departments of the mine will provide all the production and technological departments with actual information about the current state of the entire complex of mining and auxiliary works, which will significantly raise the level of informatization of the entire mining industry and will significantly increase the economic efficiency of the management of mining processes.

**Keywords:** ore, open pit, balance reserves, cut-off grade, dispatching.

### Р. С. Назыров, С. В. Турсбеков Leica диспетчерлеу жүйесі.

**Андатпа.** Бұл мақалада күрделі табиғи-технологиялық жүйелердің бірі болып саналатын ашық кен орнын игеру процесін басқарудың сапасын арттырудың негізгі әдістерінің бірі – жаңа ақпараттық және навигациялық технологияларды қолдану қарастырылады. Әсіресе, жерсеріктік навигация жүйелерінің қарқынды дамуына байланысты ашық тау-кен жұмыстарын басқаруда навигациялық технологияларды қолдану өзекті мәселелердің бірі болып саналады. Ақпарат алмасу мәселелерін шешуде және кеніш кеңістігіндегі нысандарды позициялау мақсатында, кеніш кеңістігіндегі тау-кен және көлік жабдықтарын, сонымен қоса басқа да нысандарды бақылау мәселелерін шешу мақсатында тау-кен мекемелерінің өндірістік бөлімшелеріне бірыңғай сымсыз ақпарат тасымалдау жүйесінде бірыңғай ақпараттық кеңістікті құру – тау-кен және дайындық жұмыстарының ағымдағы жағдайы бойынша барлық өндірістік-технологиялық бөлімшелерді жедел ақпаратпен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде тау-кен өндірісін ақпараттандыру деңгейін көтереді, сонымен қатар тау-кен жұмыстарын басқару процестерінің экономикалық тиімділігін біршама арттыруға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** кен, кеніш, баланстық қорлар, ернеудің құрылымы, диспетчерлеу.

**Ф. Қ. Тұрағұлова**

*Научный руководитель - Алменов Талгат Макулбекович, кандидат технических наук, senior-лектор Satbayev University, Казахстан, город Алматы*  
[turagulovafariza@gmail.com](mailto:turagulovafariza@gmail.com)

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КРЕПЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АЛМАТИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

***Аннотация:** В данной научной статье рассмотрены вопросы разработки новых составов тампонажной смеси для заполнения зазора между контуром выработки и наружным контуром обделки с учетом горно-геологических и гидрогеологических условий Алматинского метрополитена.*

*На основе анализа горно-геологических условий и технологии строительства перегонного тоннеля Алматинского метрополитена предложен новый рациональный состав тампонажной смеси повышающие водонепроницаемости и способствующие предотвращению осадок вышележащих горных пород. Разработанные составы являются наиболее рациональными по массовым соотношениям в составе тампонажной смеси и позволяет достичь наиболее высоких технико-экономических показателей.*

***Ключевые слова:** методы крепления подземных сооружений, тампонажная смесь, метрополитен, горно-геологические условия, горный массив, физико-механические свойства пород.*

**Введение:** Рост объемов строительства подземных сооружений требует повышения технического уровня его выполнения и качества работ, роста производительности труда, экономии средств и сокращения сроков строительства. Как известно, строительство объектов метрополитена, относящихся к объектам подземного строительства, является сложной задачей. Речь идет о городских условиях ведения горно-строительных работ, строительстве в соответствии с инфраструктурными планами города, без нанесения ущерба подземным коммуникациям, финансовых затратах и т.д. Переход подземных сооружений относится к достаточно сложным процессам, так как подземные объекты метро возводятся в отрогах пустых, водоносных, неустойчивых пород, близких к подземным.

Работы по сооружению переходных тоннелей метро на массивах нестойких пород, крепежные (облицовочные) работы, относящиеся к основным процессам, – вопрос, требующий глубоких исследований. В частности, отмечается отсутствие ограничений в сроке службы переходных тоннелей метро. При этом применяются щитовые методы, так как переходные тоннели прокладываются под городскими сооружениями, в массивах неустойчивых пород. Поэтому, крепится очень прочными, тубинговыми, блочными материалами. При проходке переходных тоннелей Алматинского метрополитена, относящихся сложным геологическим условиям, актуальным является и заполнение пространства между тоннельной обшивкой и выработанными породами растворами заделок качественного, эффективного состава. Ведь просадки (усадки) горных пород, лежащих выше тоннеля, не происходит. Это означает, что наземные здания и объекты (жилые дома, дороги и т.д.) над подземными тоннелями метро не будут повреждены. Кроме того, конструкции тоннелей (облицовки) будут очень долговечны, только если затворные пробковые растворы обладают высокими быстродействующими, сцепными и водоотталкивающими свойствами.

**Основная часть.** При условии быстрого распределения давлений от пород и поступления воды необходимо быстрое замерзание пробкового раствора, проникновение в трещины породы, сцепление с породой и повышение водопроницаемости. О том, что в этих случаях могут использоваться специальные быстродействующие цементы, твердые соединения, обеспечивающие уплотнение, и специальные химические ускоряющие добавки, говорится в трудах нескольких ученых. Учитывая факторы, влияющие на качество укупорочной работы в данных исследованиях, мы предлагаем в состав укупорочного раствора (КРДф – 2) использовать новую добавку-ускоритель (КРДф-2), повышающую прочностные и водостойкие свойства, обеспечивающие быструю засыпку, быстрое перемешивание.



Рисунок 1- Вид пробковых растворов при проведении опытов в лабораторных условиях

Условно каждая из присадок ускорителя для пробкового раствора имеет свою зону действия. При этом одним из основных негативных факторов является удорожание добавок при добавлении их в состав раствора. То есть, добавление ускоряющих добавок может увеличить затраты на материалы даже в работах по герметизации пробковых растворов.

По этой причине были проведены экспериментальные исследования в лабораторных условиях для определения оптимального количества смеси, добавляемой в состав исследуемого нами раствора.

В ходе исследования были получены компоненты раствора затирки в следующем составе (Ц:С=1:3; В/Ц = 0,7) и в его состав из массы цемента добавка-ускоритель КРДф-2 1%, 2%, 3%, 5%, 7%, 10%, 12%, 15% . Пробные испытания были подготовлены и выполнены в ребристой форме размерами 10×10×10 см. Кроме того, при расчете в условном случае в виде образца количество цемента составило величину Ц=230÷240кг/м<sup>3</sup>. По суточным приростам взвешенных образцов прочность на сжатие проверяли прибором «Вольф» и DIGI-SCHMIDT.

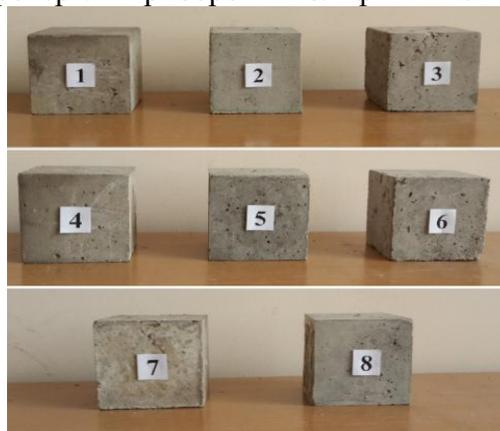


Рисунок 2 – Образцы растворов имеющие в составе КРДф-2 в количестве 1% (1-испытание), 2% (2-испытание), 3% (3-испытание), 5% (4-испытание), 7% (5-испытание), 10% (6-испытание), 12% (7-испытание), 15% (8-испытание) от массы цемента

**Вывод.** В ходе исследований установлено, что прочность образцов из растворной смеси нового состава (цемент:песок:зола:смесь КРДф-2 (3%): с добавлением воды) (49,6 МПа) в 1,5 раза (34%) выше прочности образца из обычного традиционного пробкового раствора (32,7 МПа).

Плотность образцов из растворной смеси нового состава составила 2,55 т/м<sup>3</sup>, а плотность образцов из состава обычного традиционного пробкового раствора-1,86 т / м<sup>3</sup>. То есть, наряду с высокой прочностью образцов из растворной смеси нового состава, можно заметить, что ее плотность в 1,4 раза выше. Это означает, что под влиянием повышения плотности заглушенного пробкового раствора нового состава после промерзания замедляется проникновение подземных вод в обшивку тоннеля, повышаются водоотталкивающие свойства. Это означает, что сборные железобетонные перекрытия тоннелей будут очень долговечными только в том случае, если не будут затронуты агрессивными подземными водами.

Исходя из прочностных, плотностных, водоотталкивающих свойств смеси затворного пробкового раствора данного нового состава, а также анализируя факторы, влияющие на преждевременное разрушение обшивки тоннеля, необходимо учитывать следующие соотношения пробковых смесей (цемент:песок:зола:смесь КРДф-2 (3%):вода) Ц:К:З: укос: С=1:3:2:0,03:0,7 доказано, что прием является полным.

#### **Литература**

1.Калмыков Е.П. Тампонирующее горных пород при сооружении вертикальных стволов. - М.: Недра, 1979 - 280с.

2.Технико-экономическое обоснование проектирования и строительства первой линии метрополитена г. Алма-Ате. Государственный ордена Трудового Красного Знамени проектно-изыскательный институт МЕТРОГИПРОТРАНС, Москва, 1981, 78с..

3.Проект первого пускового участка первой линий метрополитена в г.Алматы. "МЕТРОГИПРОТРАНС", –М., 1984.

4.Шахтное и подземное строительство. Учебник для вузов. 3-е издание. В 2 т./Б.А.Картозия, Б.И.Федунец, М.Н.Щуплик и др./М; Издательство МГГУ. 2003. Т.1 и 2.

#### **Ф. Қ. Тұрағұлова, Т.М.Алменов**

##### **Алматы метрополитені шарттарында салынатын жерасты ғимараттарын бекіту әдістерін жетілдіру**

**Аңдатпа.** Жобада Алматы метрополитені салынатын аймақтың шарттары бойынша өтпелі тоннелдерді өту кездерінде тоннель қаптамасы мен қазылған таужынысы аралығындағы кеңістікті толтыруға арналған бітеме ерітінділерінің жаңа құрамдарын жасау мәселесі қарастырылған.

Атап айтқанда жерасты ғимараттары орналасқан аймақтың нақтылы геологиялық және гидрогеологиялық шарттары сарапталып жерасты өтпелі тоннелдерді өту технологияларының ерекшеліктері ескеріліп, тұтқырлық, сүеткізбеушілік және таужынысымен ұстау қасиеттері жоғары болатын жоғары жатқан таужыныстарының шөгуді болдырмайтын бітеме ерітінді қоспаларының тиімді болатын жаңа құрамдары жасалып, технико-экономикалық жағынан негізделіп ұсынылған.

**Түйін сөздер:** жерасты құрылыстарын бекіту әдістері, тампонаждық қоспа, метрополитен, тау-кен геологиялық жағдайлары, тау сілемі, жыныстардың физикалық-механикалық қасиеттері.

#### **F. K. Turagulova, T.M. Almenov**

##### **Improvement of fastening methods of underground constructions in Almaty metro system's terms.**

**Abstract.**The article deals with issues of development of new formulations backfill mixture to fill the gap between the circuit output and the outer contour of the lining based on geological conditions and gidrogeologi yacheskih Almaty subway. Based on the analysis of geological conditions and construction technologies Almaty subway tunnels proposed new

streamlined structure backfill mixture increasing water resistance and helps to prevent sediment overlying rocks. The developed compositions are the most rational in the weight ratio in the composition of the mixture and plugging can achieve the highest technical and economic indicators.

**Keywords:** methods of fixing underground structures, grouting mixture, underground, mining and geological conditions, mountain range, physical and mechanical properties of rocks.

УДК 622.272

**Arys Salykbayev Kuanyshevich - 2nd year master's student**

*Scientific adviser D.K Ahmetkanov, senior lecturer, candidate of technical sciences*

*Satbayev University, Kazakhstan, Almaty*

*[Arys\\_971727@mail.ru](mailto:Arys_971727@mail.ru)*

## **APPLICATION OF BLASTING PARAMETERS FOR PRESPLITTING HARD ROOF WITH THE AID OF EMPTY-HOLE EFFECT**

**Abstract.** *In order to determine the analysis of the mechanism of rock cracking between wells, when blasting deep wells, the development of cracks under the action of the combined action of dynamic and static loads, as well as the mechanism for changing the location of cracks, determined by the amount of shear stresses in empty wells, theoretical calculations and numerical simulations were performed. The characteristic zones of the main and wing cracks were determined along the cross-section. In combination with explosion dynamics, the volume of fractures around blast holes that were caused by stress and the potential length of secondary fractures caused by detonation gas were calculate. It was determined that the initiation and propagation of cracks was oriented primarily along a line passing through the centers of the holes. In addition, the maximum length of the tensile deformation crack zone, which was caused by reflected load waves, was identified. The influence of the hole diameter and the charge coefficient on fracture propagation was analyzed and to determine the productive distance between the blast holes. Change in deformation and development of main and wing cracks between holes. The scale of deformational destruction, the nature of destruction and characteristic zones of cracks in the rock mass were identified. The results show that the hole spacing of 3.2 m is productive. After pre-splitting, the working resistance of the supports was significantly reduced, allowing for effective control on rigid roofs.*

**Keywords:** *hard roof, blasting, empty-hole effect, radial compression, tangential tension, crack propagation.*

### **Introduction**

In mining, drilling and blasting is currently one of the more common methods for breaking rocks in mines, because they are more flexible in use to different geological conditions, more economical and easy to use. For the destruction of hard rocks, sometimes old methods of blasting give a productive result due to the increased complexity of operation and restrictive measures. Radial compression and tangential tension as a result of stress waves are the main decisive conditions for the explosion of cracks in rocks [1]. But one must also take into account that during large-scale blasting operations in underground space there is a limitation for deformations and movement of rocks. And to solve such a problem, you can use an empty space (hole), so that there is space for the movement of the rock. [2, 3]. It has been proven that empty holes can improve the productivity of pre-blasting operations due to good conditions for better distribution of tensile stresses in rocks and for coordination of formation and growth of cracks [4].

Empty space as empty holes in rocks is able to change the distribution of stress forces and cause accumulation of stresses at other points [5], and after this accumulation can direct the movement of fractures. Empty wells are well used for preliminary separation of rock for unloading, blasting operations during rock excavation and gas production from gas-saturated coal seams [6–8]. Arakawa and Mada [9] conducted a study to investigate the mechanism of dynamic motion in post-explosion and tensile fractures, and the importance of empty space as shafts in hindawi Shock and Vibration Volume 2018, Article ID 8749415, p. 16 <https://doi.org/10.1155/2018/8749415>. They were able to investigate the rate of movement of large cracks on a sample of polymer methyl methacrylate (PMMA) wafers. There was also work by Mohanti who investigated the movement of fractures between two or more holes, he used the analysis program LSDYNA, Van and Konizdi [10] made a model of stress and fracture motion in an infinite rock with one free surface during blasting operations. This research can form the basis for further understanding of how free surfaces can be used to coordinate cracking. \

Much fracture research has focused on the rate of motion of fractures and how the model and shape of the hole and the length between the holes are affected, and how they affect the blasting performance. For the work on the study of the movement of cracks was based on elementary stresses and the ultimate fracture strength of rocks, and not on the creation of a trend model of the movement of cracks in the real sense. Also, there are still no studies of increasing the complexity of the structure of cracks, how much the diameter of the empty hole affects the further movement of the cracks, because the main work of the study was on the structure of the crack. The relationship between the diameter of the empty hole and the length of the crack defined by the empty hole was determined. Blasting parameters and well spacing have been optimized. In addition, this study showed a complex network of cracks and dynamic development of blasted rock deformation under the synergistic effect of dynamic and static loads. The results are expected to provide guidance for pre-blowing deep holes to crush rocks. This study performs theoretical and numerical simulations to analyze stress concentration and stress due to reflected stress waves around a void hole, and to calculate the length of primary and secondary cracks around a fissure hole . The relationship between the diameter of the empty hole and the length of the crack defined by the empty hole was determined. Blasting parameters and fine spacing are optimized. Furthermore, this study showed the dynamic development of deformation of the blasted rock under a complex network of cracks and the synergistic action of dynamic and static loads. The results are expected to serve as a guide for crushing the well of the predicted deep well rock.

### **Mechanism of Fracturing by Blasting**

After blasting work on the bedrock, the stress generated near the blasting hole exceeds the dynamic compressive strength of the rock. This, combined with the high deformation rate, creates a crumpled zone. This process can consume most of the energy released during the explosion. On the other hand, the stress wave splits into compression waves along the boundary of the fracture zone, and tangential force is generated by reverse stress relaxation, resulting in radial cracks. When a wing crack occurs, the main crack and the wing crack form the first concentric crack network (crack zone, stage I) [10, 11]. After the formation of the initial crack, the explosive product fills the space of the crack network and applies a quasi-static load to the crack tip, which leads to secondary crack expansion (crack zone, stage II). At the same time, stress waves reflected from the free surface of empty wells induce tensile stress, thus stimulating the formation and propagation of complex cracks, including major tensile cracks and annular ridge cracks. Complex crushing then combines with explosive gas crushing to form a crushing network between pre-crushing and blasting holes. In the figure, FIG. 1 schematically shows a typical rupture zone.

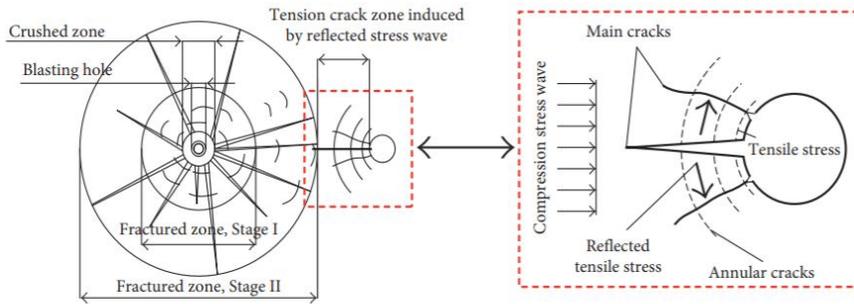


FIGURE 1: Fracture development characteristics of rock mass with empty holes induced by blasting loading.

**Mechanism of Crack Propagation Driven by Detonation Gas.** The crack propagation mechanism is driven by the explosion gas. Explosive gas cracks occur in the first crack. Quasi-static and uniform explosive gas explosions. When the gas reaches the edge of the crack, it causes a pull failure, which further enhances the crack and produces secondary cracks. Pressure drops occur when secondary diffusion of the initial crack occurs due to explosion gas. The propagation of secondary cracks stops when the pressure drops to the critical value required for rock breaking.

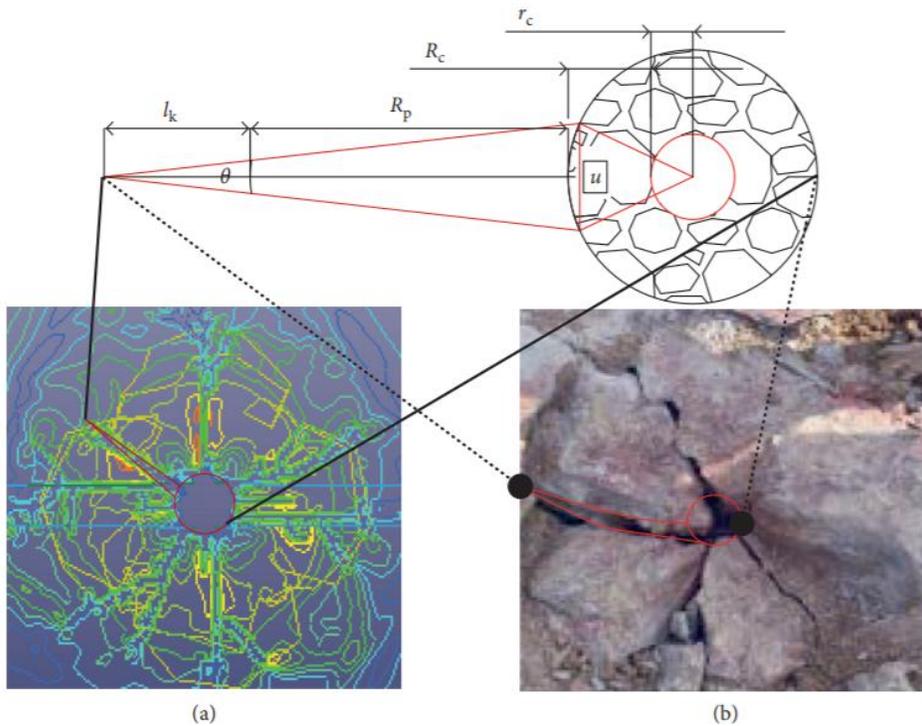


FIGURE 2: Plan view of the tip of a single initial crack. (a) Numerical simulation. (b) Field measurement.

**Conclusions**

1. Before an explosion, rock fracture is the product of the synergistic action of stress waves and explosive gases. Studies have shown that the presence of empty holes between blasting holes can increase the distribution of shear stress and the spread of directional cracks. They reveal characteristic areas of hemispheric initiation, spread, and relationship.

2. The radius of the crack area around the blast hole and the length of the secondary crack due to the explosion gas are calculated. The maximum length of cracks that are directed by the holes with LPTH is analyzed by taking into account the rock stress.

3. The length of the secondary bond zone is determined for a different number of primary moisture zones adjacent to the blast hole. The effect of  $k_r$  and  $r_k$  on the crack rate due to explosion was analyzed. As a result, the maximum distance between the blast hole and the hole was detected 1.6 m.

4. The mechanism of crack propagation between holes is described by analysis of stress distribution, deformation changes and changes in main and wing crack distribution. The relationship between the main cracks and the hair cracks suggests that the rocks between the wells also advance cracked.

### References

1. J. X. Yang, C. Y. Liu, and B. Yu, "Application of confined blasting in water-filled deep holes to control strong rock pressure in hard rock mines," *Energies*, vol. 10, no. 11, p. 1874, 2017.
2. W. L. Fournery, J. W. Dally, and D. C. holloway, "Controlled blasting with ligamented charge holders," *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, vol. 15, no. 3, pp. 121–129, 1978.
3. B. B. Mohanty, "Explosion Generated Fractures in Rocks and Rocks as Materials," *Engineering Fracture Mechanics*, vol. 35, to 4- 5, pp. 889–898, 1990.
4. Z. W. Yue, L. Y. Yang, and Y. B. Wang, "Experimental study of crack propagation in double-hole polymethyl methacrylate material during directional blasting.
5. K. F. Bian, h. B. Li, and Y. Q. Liu, "Numerical Simulation for the Attenuation Effect of Empty holes on Explosive Vibrations," *Advanced Materials Research*, vol. 936, pp. 1490–1495.
6. S. C. Zhou, D. Li, F. W. Zhang et al., "Drill Layout Optimization Analysis Based on Explosion Releasing Pressure and Its Application 807–813, 2013.
7. K. Nakagawa, T. Sakamoto, and R. Yoshikai, "Model study of the guide hole effect on smooth sprasting," *Journal Japan Explosives Society*, vol. 43, pp. 75–82, 1982.
8. Y. Chen, S. P. hao, Y. T. Chen et al., "Study on the application of short-hole sprasting with guide hole to roof cutting pressure relief of gob-side entry retaining," 2015.
9. K. Arkawa and T. Mada, "Unstable dynamic crack propagation in a brittle polymer," *Experimental Mechanics*, vol. 47, No. 5, pp. 609–615, 2007.
10. Z. L. Wang and H. Konietzdy, "Modeling Explosion-Induced Fractures in Articulated Rock Masses," *Engineering Fracture Mechanics*, vol. 76, No. 12, pp. 1945–1955, 2009.
11. R. S. Yang, C. Chen, X. Wang et al., "Experimental study on the influence of empty holes of different diameters on the blasting growth behavior of blasting," 2017

### А. К. Салыкбаев, Д.К. Ахметканов

#### Бос кеңістік әсерімен қатты шатырды алдын-ала бөлу үшін жару параметрлерін қолдану

**Аңдатпа.** Теориялық есептеу және сандық модельдеу терең ұңғымаларды алдын ала жару кезінде ұңғымалар арасындағы тау жыныстарының сыну механизмін, динамикалық және статикалық жүктемелердің синергетикалық әрекеті кезіндегі сынықтар эволюциясын, сонымен қатар шоғырлануымен анықталған сыну қозғалысының механизмін талдау үшін орындалды. Бос ұңғымалардағы ығысу кернеулерінің көлденең қиманың бойындағы негізгі және қосымша жарықшақтардың табиғаты мен сипаттық аймақтары ашылды. Жарылыс динамикасымен ұштастыра отырып, жарылыс саңылауларының айналасындағы кернеу әсерінен болатын сынықтардың көлемі және детонациялық газдан туындаған қайталама жарықтардың максималды ұзындығы есептелді. Сонымен қатар, шағылысқан кернеу толқындарының әсерінен созылатын жарықшақтар аймағының максималды ұзындығы алынды. Тесіктердің таралуына тесік диаметрі мен зарядтау коэффициентінің әсері талданып, жарылыс саңылаулары арасындағы тиісті аралық анықталды.

**Түйін сөздер:** Деформациялық қирау масштабы, бұзылу сипаты және жыныс массасындағы жарықшақтардың тән аймақтары анықталды. нәтижелер саңылаулардың аралығы 3,2 м болатынын көрсетеді.

А.К. Салыкбаев, Д.К. Ахметканов

**Применение параметров взрывных работ для предварительного раскола жесткой кровли с учетом эффекта пустого отверстия**

**Аннотация.** Теоретический расчет и численное моделирование были выполнены для анализа механизма трещинообразования горной породы между скважинами при предварительном взрывании глубоких скважин, эволюции трещин под синергетическим действием динамических и статических нагрузок, а также механизма движения трещин, определяемого концентрацией касательных напряжений в пустых скважинах. Выявлены характер и характерные зоны основных и крыловых трещин по поперечному сечению. Кроме того, была получена максимальная длина зоны трещины растяжения, вызванной отраженными волнами напряжения. Было проанализировано влияние диаметра пустого ствола и коэффициента заряда на распространение трещины и определено надлежащее расстояние между взрывными скважинами. Изменение деформации и развитие основных и крыльевых трещин между отверстиями.

**Ключевые слова:** Определены масштабы деформационного разрушения, характер разрушения и характерные зоны трещин в массиве горных пород. результаты показывают, что расстояние между отверстиями 3,2 м является разумным

**СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ НЕФТЕГАЗОВОЙ И РУДНОЙ ГЕОФИЗИКИ»**

УДК 550.3

А.А. Исагали, А.Ж. Муханов

*Научный руководитель - Г. К. Умирова, ассистент-профессор;*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[issagaliasem@gmail.com](mailto:issagaliasem@gmail.com)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ АМПЛИТУДНОЙ ИНВЕРСИИ ПРИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ 3D**

**Аннотация.** В статье охарактеризован современный этап геолого-разведочных работ и обоснована необходимость использования методов, хорошо зарекомендовавших себя при выделения нефтегазоперспективных объектов. На основе обзора изданной и фондовой литературы выделены достоинства сейсмической инверсии, решающей широкий круг задач при прогнозе объемного распределения различных петрофизических параметров продуктивных пластов. На примере конкретного нефтегазового месторождения исследована информативность акустической инверсии при поисках нефтегазовых объектов и определении их фильтрационно-емкостных свойств.

**Ключевые слова:** Сейсморазведка 3D, плотностной карттаж (ГГК-II), сейсмическая акустическая инверсия, сейсмический импеданс (акустическая жесткость), фильтрационно-емкостные свойства.

Нефтегазовые ресурсы дали толчок росту экономики Казахстана на протяжении многих лет. Благодаря иностранным инвестициям в нефтегазовую отрасль в первые годы независимости Казахстана и обмену опытом и технологическими ноу-хау, нефтегазовая отрасль процветала. В настоящее время нефтегазовая промышленность переживает трудные времена в связи с недавним мировым экономическим кризисом, истощением нефтяных и газовых месторождений и экологическими проблемами.

Большинство эксплуатируемых месторождений РК находятся на стадии снижающейся добычи на фоне обводненности, усложнения условий разработки. В такой ситуации остро встает вопрос о повышении достоверности детального изучения свойств нефтепродуктивных пластов для экономически выгодного извлечения из них запасов нефти. В современных условиях необходимо вводить в разведку и эксплуатацию локальные поднятия значительно меньших размеров, а также сложнопостроенные ловушки неантиклинального типа. Практически единственным источником информации, позволяющем произвести их изучение до постановки глубокого бурения, являются данные сейсморазведки. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является использование расчета акустических свойств горных пород, непосредственно влияющих на формирование регистрируемой сейсмическими методами волновой картины.

Инверсия – это определенный класс численных задач, с помощью которых из сейсмической записи извлекают информацию об основных упругих параметрах среды – акустическом, сдвиговом импедансе и плотности [1].

Целью инверсии является перевод волнового представления сейсмических записей в пластовый вид, характерный для геологических разрезов. Сейсмическая инверсия является технологией, позволяющей с применением физически и математически обоснованных алгоритмов использовать сейсмические данные для прогноза объемного распределения различных петрофизических параметров продуктивных пластов в межскважинном пространстве [2].

Покажем упрощенным образом задачу сейсмической инверсии. Исходными параметрами служат наблюдаемые данные и теоретически вычисленные, полученные решением прямой задачи по заданной теоретической модели. С помощью реализации инверсии необходимо найти такие параметры модели, чтобы свести к минимуму разницу между теоретическими и наблюдаемыми значениями. Невязки возникают в результате того, что мы не знаем истинные параметры модели, а исходные данные содержат всевозможные шумы. Эффективность инверсии зависит от: качества и полноты исходных геолого-геофизических данных, геологических особенностей строения изучаемых отложений, наличия предпосылок к разделению пород по качеству коллектора, литологии, насыщению в поле упругих параметров. Рассмотрим один из примеров расчета акустической инверсии.

Для нашего примера: плотностной каротаж (ГГК-П) проведен в 581 скважине, акустический каротаж выполнен в 584-х скважинах. В 19-и скважинах было проведено ВСП. Условиями для получения качественного результата амплитудной инверсии являются равномерное распределение скважин по площади, а также такое их количество, достаточное для описания модели осадконакопления. Поэтому из обширного фонда скважин были использованы 30. Перед началом анализа промыслово-геофизические кривые были подготовлены специальным образом: произведена независимая увязка каротажного материала, в ряде скважин в кривые DT и RHOV вносилась аддитивная поправка[3].

Для практической реализации инверсионных преобразований необходимы также сведения о сейсмическом кубе временной миграции до суммирования; структурные карты по поверхностям геологического интереса, а также отбивки этих горизонтов.

В исследуемом разрезе коллекторы терригенных нижнемеловых и среднеюрских отложений представлены слабосцементированными песчаниками (песками) и алевролитами (алевролитами) с незначительным содержанием глинистого материала. Эффективные мощности коллекторов продуктивных пластов варьируют в пределах 0.3–12.1 м для пород неокома и от 0.3 до 28.4 м для пород среднеюрских отложений. Таким образом, по объединённому сейсмическому кубу на площади исследований была проведена амплитудная инверсия

сейсмических данных с целью детального исследования строения продуктивных интервалов неокома и средней юры и определения характера насыщения пластов-песчаников.

На первом этапе инверсии изучались петрофизические особенности изучаемой продуктивной толщи. Анализ жесткостных характеристик выявил отсутствие разделения пород по признаку «коллектор»-«неколлектор» по значению этих параметров. Анализ показал, что наиболее информативным методом ГИС в условиях исследуемого разреза является объемная плотность пород. По значениям параметра можно не только уверенно разделить разрез по литологии на песчаники и глины, но и оценить качество коллекторов.

На первом этапе инверсионных преобразований с целью расчета формы импульса, наилучшим образом, подходящим для увязки синтетических сейсмических трасс, рассчитанных по каротажным кривым и реальных сейсмических трасс, полученных после обработки, выполняется калибровка скважинных и сейсмических данных.

Точная оценка импульса очень важна для успешного выполнения любой инверсии, причем прогнозируемая форма сейсмического импульса может повлиять не только на результат сейсмической инверсии, но и на дальнейшую оценку фильтрационно-емкостных свойств продуктивных зон.

После того как импульс определен, для каждой сейсмической трассы рассчитывается синтетическая кривая. Для обеспечения лучшего качества результат инверсии сворачивается с импульсом для получения синтетических сейсмических трасс, которые сравниваются с исходной сейсмикой. Без сейсмического импульса решение будет неуникально.

По результатам привязки скважин были выбраны 33 скважины, которые участвовали в построении фоновой модели. Результатами использования фоновой модели являются детальные модели импеданса и псевдоскорости (Рисунок 1).

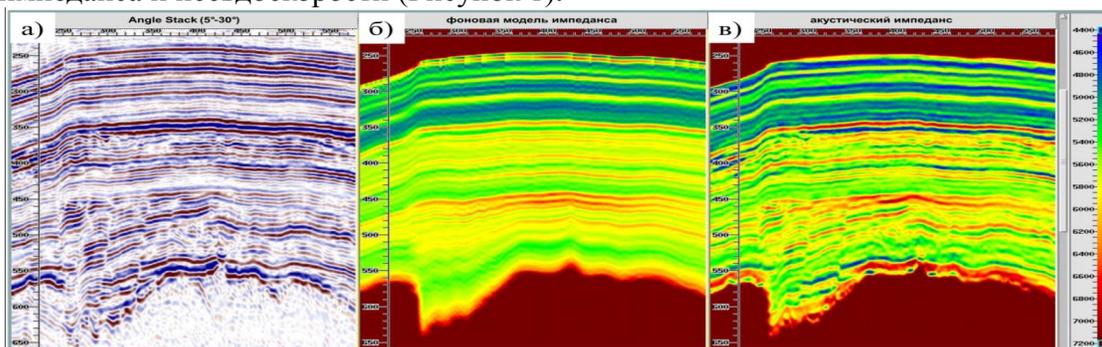


Рисунок 1 – Пример результата инверсии (в) на основе использования разреза сейсмических данных (а) и фоновой модели импеданса (б) [4]

Инверсия сейсмических данных проводилась в постоянном временном диапазоне 110-890 мс. На вход инверсии подавались суммарный (по диапазону углов 5-30°) временной куб с соответствующим сигналом и пересчетным коэффициентом, а также кубы отфильтрованных фоновых моделей. Таким образом, были получены кубы импеданса и псевдоскорости.

На этапе анализа петрофизических характеристик был сделан вывод о том, что плотность является информативным параметром, позволяющим оценить и качество коллектора, и выделить в общей толще интервалы коллекторов. Поэтому кривые пористости были пересчитаны в скоростные кривые (псевдоскорость) с использованием уравнения Гарднера. Кроме того, для возможности пересчета куба скорости в куб пористости была построена зависимость вида  $K_p=f(\text{псевдоскорость})$  и рассчитано уравнение регрессии.

На основе возможности литологического расчленения разреза по параметру псевдоскорости рассчитывались гистограммы распределения параметра по отдельным

литотипам и проведено сопоставление вертикального разреза псевдоскорости с кривой гамма-каротажа и интервальной кривой коллекторов. По результатам данного этапа были подобраны значения псевдоскорости по трем основным литотипам:

1.	Песчаники	$V_p < 3350$	10
2.	Алевриты	$3350 < V_p < 3550$	20
3.	Глинистые и плотные породы	$V_p > 3550$	30

По значениям псевдоскорости каждому литотипу было задано соответствие числом (третья колонка). Для более четкого расчленения горных пород для отложений триаса было задано число 40. Так были построены кубы пористости и литологии (Рисунок 2 а и б).

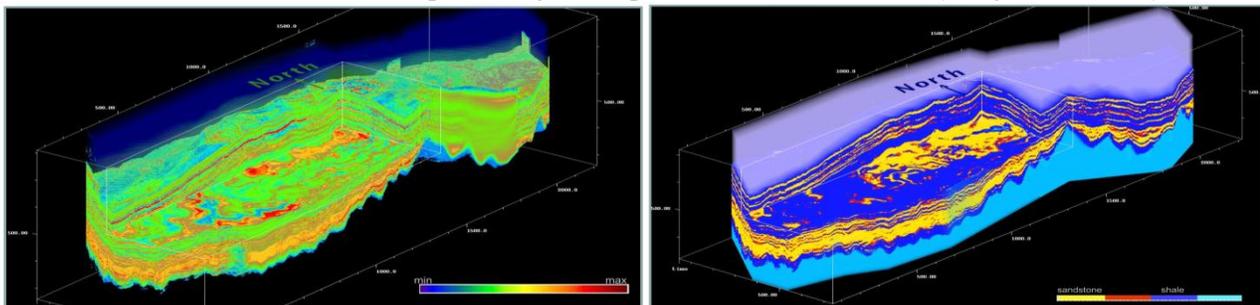


Рисунок 2 - а – Куб пористости, б –Куб литологии [4]

### Выводы

Сейсмическая инверсия является одним из стандартных методов динамического анализа и интерпретации волнового поля. При совместном анализе скважинных и сейсмических данных возможно оценить распределение фильтрационно-емкостных свойств исследуемых пластов-коллекторов по площади. Для оценки распределения коллектора по латерали использовался параметр псевдоскорости, по низким значениям которого были выделены коллектора.

Несмотря на то, что разрешающая способность сейсморазведки позволяет выделить однородные песчаные коллектора толщиной более 12 метров, однако в изучаемой толще мощности коллекторов составили первые единицы метров. Сейсмическая инверсия представляется эффективным инструментом для решения задач прогнозирования геологического разреза. Тем не менее, можно отметить, что не существует единственного верного алгоритма, многое зависит от конкретных условий, качества и количества данных.

### Литература

1. И.В. Яковлев, Ю.П. Ампилов, К.Е. Филиппова. Почти всё о сейсмической инверсии. Часть 2. Технологии сейсморазведки, № 1, 2011, с. 5–15
2. <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1332697>. Сейсмическая инверсия
3. Использование инновационных технологий при интерпретации сейсмических данных 3D на примере акустической инверсии. Умирова Г.К., Исмаилова Г.А., Исагали А.А. Вестник науки и образования 2020. № 9 (87). Часть 2 Москва. 2020
4. Отчет. Якукин В.И., Кирзелева О.Я., Зайцева С.А. и др. «О результатах обработки и интерпретации сейсмических материалов объединенного куба 3D». Москва, 2010

**Ә.А. Исағали, Ә.Ж. Мұханов, Г.К. Умирова**

### **3D сейсмикалық деректерді интерпретациялау кезінде амплитудалық инверсиялық технологиялардың тиімділігі**

**Аңдатпа.** Мақалада геологиялық барлаудың қазіргі кезеңі сипатталған және перспективалық мұнай-газ объектілерін таңдау кезінде өзін дәлелдеген әдістерді қолдану қажеттілігі негізделеді. Жарияланған және қордағы әдебиеттерге шолу негізінде өнімді формациялардың әртүрлі петрофизикалық параметрлерінің көлемдік таралуын

болжаудағы көптеген мәселелерді шешетін сейсмикалық инверсияның артықшылықтары көрсетілген. Мұнай-газдың белгілі бір кен орнының мысалында акустикалық инверсияның ақпараттылығы мұнай-газ объектілерін іздеу және олардың сүзу-сыйымдылық қасиеттерін анықтау кезінде зерттелді.

**Түйін сөздер:** Сейсмикалық барлау 3D, тығыздықты каротаж (ГГК-Т), сейсмикалық акустикалық инверсия, сейсмикалық импеданс (акустикалық қатандық), сүзу-сыйымдылық қасиеттері.

**A.A. Issagali, A.J. Mukhanov, G. K., Umirova**

### **Efficiency of Amplitude Inversion Technologies in 3D Seismic Data Interpretation**

**Abstract.** The article describes the current stage of geological exploration and substantiates the need to use methods that have proven themselves in identifying oil and gas prospective objects. On the basis of a review of published and stock literature, the advantages of seismic inversion are determined, which solves a wide range of problems in predicting the volume distribution of various petrophysical parameters of productive formations. On the example of a specific oil and gas field, the informativeness of acoustic inversion was investigated in the search for oil and gas objects and the determination of their filtration-capacitive properties.

**Keywords:** 3D seismic survey, density logging (DL), seismic acoustic inversion, seismic impedance (acoustic impedance), reservoir properties.

УДК 550.832

**А. А. Сырым, Н. А. Нұрымов**

*Научный руководитель – А.Шарапатов, канд. геол.-мин. наук, ассоц. проф.*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[abzal.syrym@stud.satbayev.university](mailto:abzal.syrym@stud.satbayev.university)*

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ СКВАЖИН (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛАМКАС)**

**Аннотации.** В данной статье приведены результаты комплекса геофизических исследований скважин согласно задачам, решаемым на различных стадиях изучения месторождений. Они получены по известным методикам интерпретации диаграмм ГИС, распределения коллекторов, определения эффективной толщины и характера насыщения, определения объемной глинистости и коэффициента нефтегазонасыщенности с применением программных средств LogTools, LogPWIN.

**Ключевые слова:** нефтегазоносные скважины, геофизические методы, программные средства LogTools, LogPWIN, фильтрационно-ёмкостные свойства коллекторов, промысловые параметры.

**Введение.** Изучение геологического разреза скважины по данным геофизических исследований скважин (ГИС) заключается в определении последовательности и глубины залегания пластов горных пород, их литолого-петрографических и коллекторских свойств, содержания в них полезных ископаемых и оценке степени их насыщения нефтью, газом или водой. По данным ГИС определяются количественные параметры, необходимые для подсчета запасов нефти и газа. Задачей методов ГИС в рассматриваемых нефтегазоносных скважинах месторождения в конечном итоге являются определения фильтрационно-ёмкостных свойств коллекторов, его промысловых параметров. При проведении измерительных работ использована апробированная технология получения геофизической информации. Результаты интерпретации диаграмм ГИС с использованием данных лабораторных исследований кернового материала позволяют решить производственные задачи с достаточной достоверностью.

**Методика.** Фактические геофизические материалы получены с помощью аппаратуры Карат-П со скоростью записи: для электрических методов – 1200 м/час, для радиометрических – 250 м/час. Вывод и обработка данных осуществлялись по программе LogTools, LogPWIN. Геофизические исследования, проводимые в скважинах, независимо от категории скважин состояли из общих исследований в масштабе глубин 1:500 и детальных исследований в масштабе 1:200.

*В разведочных скважинах* комплекс общих геофизических исследований по всему стволу в масштабе глубин 1:500 включает запись в открытом стволе методами электрического каротажа – измерение кажущегося удельного сопротивления пород (КС) кровельным (обращённым) градиент-зондом с одновременным измерением потенциала естественного электрического поля (ПС). Запись стандартным зондом КС, ПС дополнялась профилометрией или кавернометрией (ДС). Детальные исследования в масштабе глубин 1:200 выполнялись в интервале продуктивного разреза.

В рисунке 1 и таблице 1 приведены результаты в пределах интервала глубин 530-620 м. Были проведены данные методов: КС (GZ3, GZ3В, GZ3 пов., GZ3В пов.) и Резистивиметрия (RB), Кавернометрия (CALI), ПС (SP, SP пов.), Индукционный каротаж (IC3A), Термометрия (DEGC), Гамма-Каротаж (GR, GR пов.), пористость по ННК-т (TRNP), пористость по ГГК-П (DPOR).

В рисунке 2 и таблице 2 приведены результаты применения методов КС, ПС, Резистивиметрия, Кавернометрия, Индукционный каротаж, Радиоактивный каротаж (ГК, ННК-Т), Акустический каротаж, и проведены 3 метода пористости TRNP (нейтронная пористость), DPOR (пористость по ГГК-П) и PALP (пористость по Акустическому Каротажу).

**Результаты.** По кривым кровельного и подошвенного зонда определяется соответственные границы пласта. В интервале 574-580 м указан газонасыщенный пласт (рисунок 1). По кривой кавернометрии определяется диаметр скважины. В данном коллекторе он отличается уменьшением диаметра скважины относительно номинального ( $d_{ном}=216$  мм) – выделяется глинистая корка. По диаграмме ПС выделена отрицательная аномалия, по данным Индукционного каротажа оценивается электрическая проводимость пласта, так как для газонасыщенного пласта характерно высокое сопротивление.

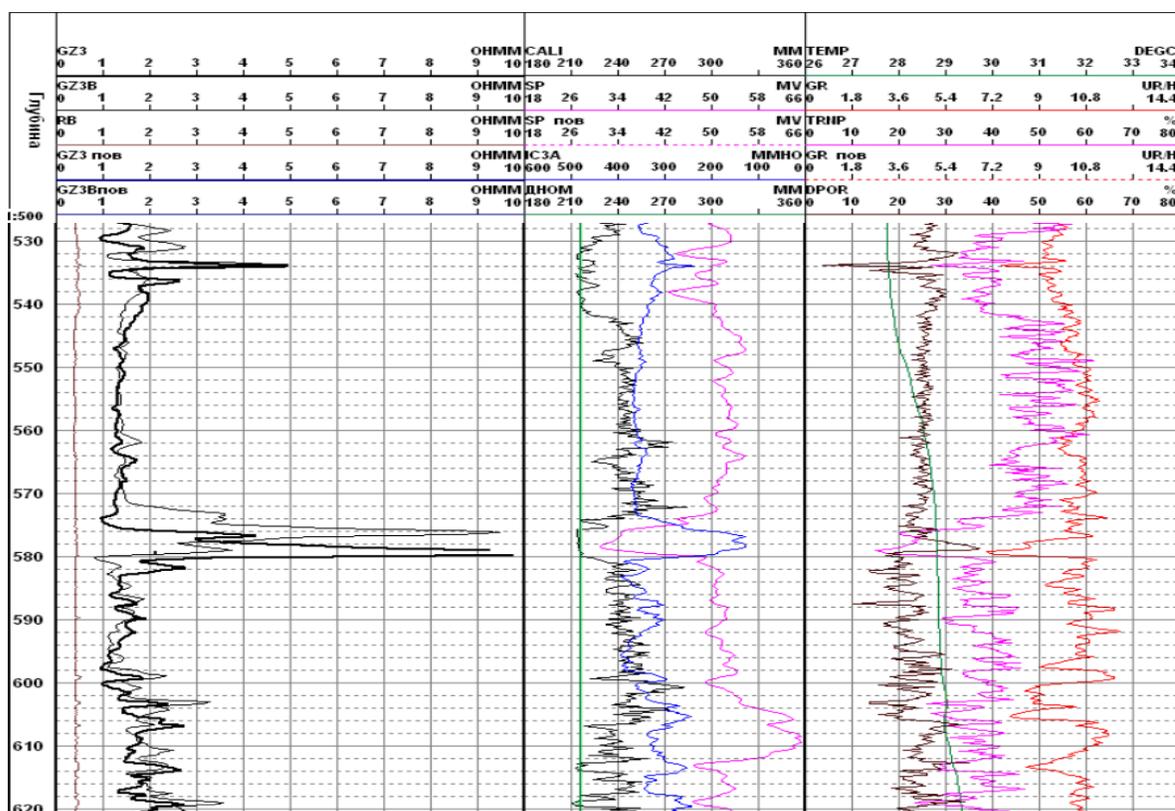


Рисунок 1 – Результаты обработки данных методов ГИС

Таблица 1 – Данные заключения по оперативной интерпретации данных ГИС

№ пл	Интервалы пластов, м		Н, м	Рп, Ом	Литология	Характер насыщения
1	448,0	452,0	4,0	0,8	алевролиты	вода
2	453,4	460,0	6,6	0,7	песчаники в подошве глинистые	вода
3	508,8	513,0	4,2	1,7	песчаники, алевролиты	слабый газ
4	513,8	515,4	1,6	1,4	песчаники, алевролиты	слабый газ
5	531,2	533,0	1,8	1,6	песчаники, алевролиты	слабый газ
6	537,0	542,0	5,0	1,4	песчаники	слабый газ
7	574,0	580,0	6,0	3,9	песчаники	газ
8	612,0	614,2	2,2	2,0	песчаники	газ
9	618,0	620,0	2,0	2,0	песчаники, алевролиты	газ

По методу ГК, по минимальному показанию выделяем границу пласта, где для коллекторов характерны минимальные показания. Для газонасыщенных пластов характерны низкие показания нейтронной пористости ННК-Т (TRNP) и максимальные показания пористости определённой по плотностному каротажу ГК-П (DPOR – пористость определенная по плотностному каротажу) [1].

В эксплуатационных скважинах комплекс методов ГИС аналогичен исследованиям в разведочных скважинах. В эксплуатационных скважинах общие исследования в масштабе глубин 1:500 по всему стволу включают: стандартный каротаж кровельным и подошвенным градиент-зондами с одновременной записью кривой ПС; кавернометрию, радиоактивный каротаж. В рисунке 3 указан нефтенасыщенный пласт мощностью 22,8 м интервал 821,0-843,8 м. Пласт отмечается высокими показаниями сопротивления ( $\rho_k=18,4$  Ом·м). По кавернограмме по всей мощности пласта отмечается глинистая корка, уменьшение  $d_c$  относительно

номинального ( $d_{\text{НОМ}}=216$  мм). По кривой ПС минимальные показания, в то же время кривая глинистости (VCL) тоже показывает минимальные показания, характерные коллекторам.

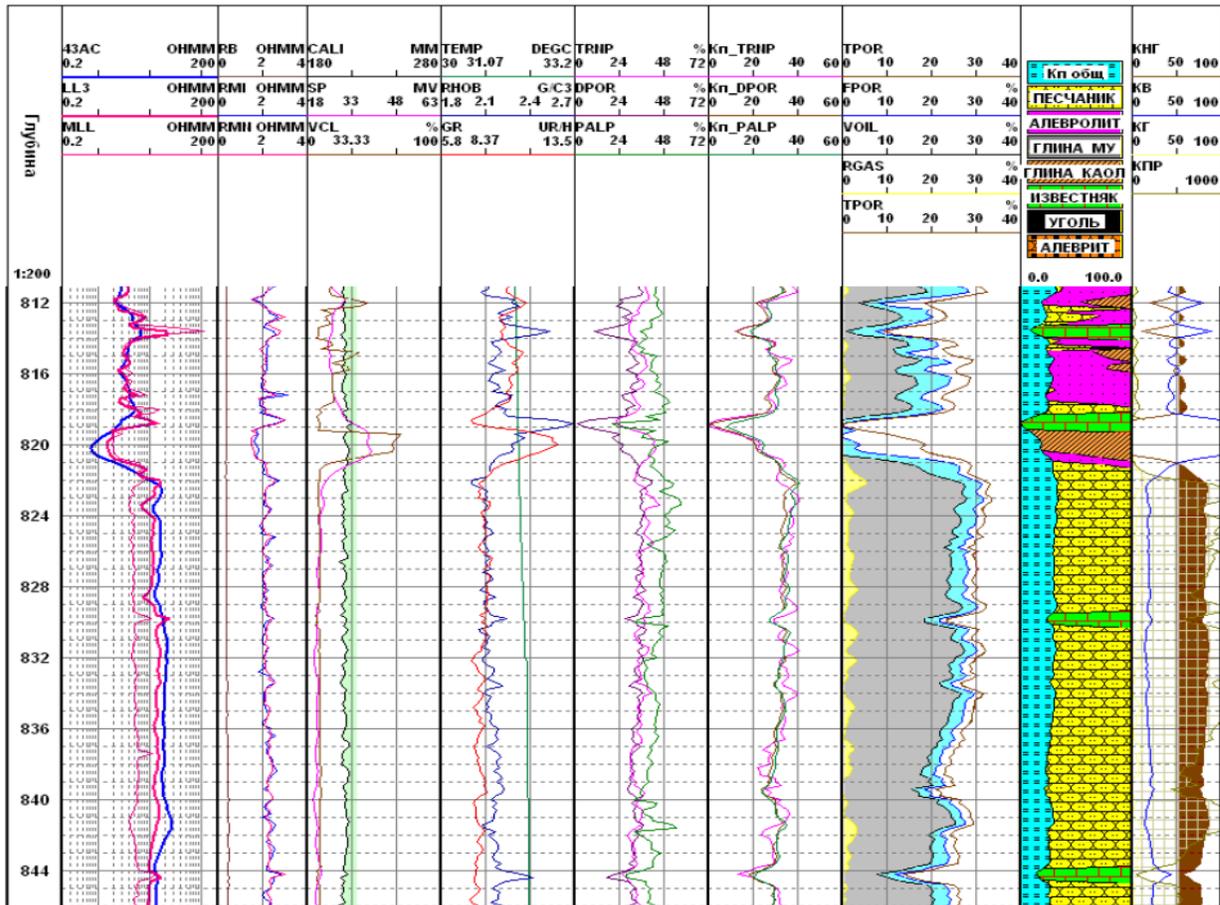


Рисунок 3 – Результаты работ по данным ГИС

По диаграмме плотности (RHOV) низкие показания, на кривой ГК минимальные показания, так как по литологии песчаники. Также проведены 3 метода пористости TRNP (нейтронная пористость), DPOR (пористость по ГГК-П) и PALP (пористость по Акустическому Каротажу). На всех методах пористости высокие показания, так как песчаник высокопористая порода. По этим проведенными тремя методами пористости указаны расчетные данные  $K_{\text{п общ}}$  (TPOR),  $K_{\text{п эф}}$  (FPOR) а также, по кривой VOIL рассчитан  $K_{\text{НГ}}$ ,  $K_{\text{В}}$ ,  $K_{\text{ГР}}$  (таблица 2). Пласт является нефтенасыщенным с общей пористостью 28% ( $K_{\text{НГ}}=80\%$ ,  $K_{\text{В}}=20\%$ ,  $K_{\text{ЭФ}}=25\%$ ,  $K_{\text{Г}}=5\%$ ).

Таблица 2 – Данные заключения по оперативной интерпретации данных ГИС

№	Интервалы, м		Побц м	Нэфф. м	Абс.отметка		Рп омм	Кп обш %	Кп эфф %	Кг.л %	Кпр м.Д	Квт %	Кв %	Кг %	Лито.логия	Характер ожидаемого притока
	кровля	подошва			кровля	подошва										
22	807,2	808,8	1,6	1,2	-827,71	-829,31	3,9	24	19	22		51	49		алевролиты глинистые	нефть с водой
23	810,6	811,8	1,2	1,0	-831,11	-832,31	2,6	28	25	17		51	49		алевролиты глинистые	нефть с водой
24	812,4	813,4	1,0	1,0	-832,91	-833,91	4,7	22	19	13		53	47		песчаники, алевролиты	нефть с водой
25	814,0	818,6	4,6	4,0	-834,51	-839,11	4,1	25	21	19		52	48		чередование песчаников и глинистых алевролитов	нефть с водой
26	821,0	843,8	22,8	21,2	-841,51	-864,31	18,4	28	25	8	879	80	20	5	алевролиты	нефть
27	844,6	852,0	7,4	6,4	-865,11	-872,51	13,8	25	23	9	465	75	25		песчаники в середине уплотненные	нефть
28	852,0	853,6	1,6	1,6	-872,51	-874,11	3,8	27	24	8		35	65	3	песчаники	вода с остаточной нефтью
29	853,6	855,6	2,0	2,0	-874,11	-876,11	1,5	21	19	10		13	87		песчаники	вода

**Выводы.** 1) В интервале глубин 574-580 м выявлен газонасыщенный пласт мощностью 6 м.

2) Результаты обработки и оперативной интерпретации данных комплекса геофизических исследований скважин показали: пласт является нефтенасыщенным с общей пористостью 28% (коэффициент нефтегазосащенности –  $K_{НГ}=80\%$ , коэффициент пористости –  $K_{В}=20\%$ ,  $K_{ЭФ}=25\%$ , коэффициент газа –  $K_{Г}=5\%$ ).

## Литература

1 Инструкция по проведению нейтронного и гамма-каротажа аппаратурой СРК-73П и обработке результатов измерений. МИ 41-17-1398-04, Тверь-2004. -59 стр.

**А. А. Сырым, Н. А. Нұрымов, Ә. Шарапатов**

### Мұнай-газ ұңғымаларын зерттеуде геофизикалық әдістерді қолдану нәтижелері (Қаламқас кенорны мысалында)

**Андатпа.** Бұл мақалада Қаламқас мұнай-газ кенорны мысалында ұңғымаларды геофизикалық зерттеу (ҰГЗ) нәтижелері келтірілген және геофизикалық әдістер кешені ұсынылған. Ұңғымаларды геофизикалық зерттеу кешендері, кенорындарды зерттеудің әртүрлі сатыларында ұңғымаларды зерттеудің геофизикалық әдістерімен шешілетін міндеттер талданды. ҰГЗ диаграммаларының интерпретациясы, коллекторларды бөлу, қанығудың тиімді қалыңдығы мен сипатын анықтау, көлемді саздылықты және мұнайға қанығу коэффициентінің сандық көрсеткіштері келтірілген.

**Түйін сөздер:** мұнай-газды ұңғымалар, геофизикалық әдістер, LogTools, LogPWIN бағдарламалық құралдар, коллекторлардың фильтрлік-сыйымдылық қасиеттері, өнім параметрлері.

**A. A. Syrym, N. A. Nurymov, A. Sharapatov**

### The results of the application of geophysical methods in the study of oil and gas wells (On the example of the Kalamkas deposits)

**Abstract.** This article presents the results of geophysical studies of wells, using the example of the Kalamkas oil and gas field, and presents a set of geophysical methods. The author analyzes the complexes of geophysical research of wells, the problems solved by geophysical methods of well research at various stages of field research. Methods of interpretation of GIS diagrams, reservoir distribution, determination of effective thickness and saturation character, determination of bulk clay content and oil and gas saturation coefficient are developed.

**Keywords:** oil and gas wells, geophysical methods, software LogTools, LogPWIN, reservoir properties of reservoirs, field parameters.

**А.Е. Салауатова**

*Научный руководитель – А.Е. Абетов, профессор, доктор геол.-минер. наук, член-корреспондент национальной академии РК, Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[s\\_a\\_1997@mail.ru](mailto:s_a_1997@mail.ru)

## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ПОДСОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЙЫРШАГЫЛ**

***Аннотация.** В статье рассмотрены структурный и литолого-стратиграфический факторы строения подсолевых отложений нефтяного месторождения Айыршагыл по данным глубокого бурения и сейсморазведки МОГТ-3D.*

*По поверхности фундамента здесь выделен глубокий прогиб, заполненный мезозойскими отложениями, залегающими моноклинально и с заметным стратиграфическим несогласием на подстилающих палеозойских отложениях.*

*По данным сейсморазведки МОГТ -3D в районе нефтяного месторождения Айыршагыл обособляются три соляных купола, образующих гряду, к югу от которой выделено межкупольное поднятие Айыршагыл Северный. Последнее имеет в ядре небольшую соляную линзу.*

*Залежи углеводородов на площади Айыршагыл установлены в широком стратиграфическом интервале от нижнего карбона до нижнего мела. В структуре подсолевых отложений нижней перми скопления нефти выявлены в сульфатно-терригенно-карбонатных отложениях, обладающих блочно-ячеистым строением и характеризующихся хорошими фильтрационно-емкостными свойствами.*

***Ключевые слова:** Подсолевые отложения, соляной купол, структурный элемент, геологический разрез, сейсморазведка.*

*Нефтяное месторождение Айыршагыл опосредовано и разведано на юго-восточном борту Прикаспийской впадины, в 110 километрах южнее месторождения Тенгиз.*

*По результатам поисково-разведочного бурения здесь достаточно детально изучен литологический состав верхней части осадочного чехла. С разной степенью палеонтологического обоснования на площади месторождения Айыршагыл выделены отложения от позднего палеозоя до современных, включительно.*

*Отложения позднего палеозоя вскрыты большинством скважин, пробуренных на подсолевой комплекс (рис. 1). С учетом микрофаунистических и палинологических определений в разрезе верхнего палеозоя установлены отложения каменноугольного и пермского возраста [1], между которыми получило развитие крупное стратиграфическое несогласие.*

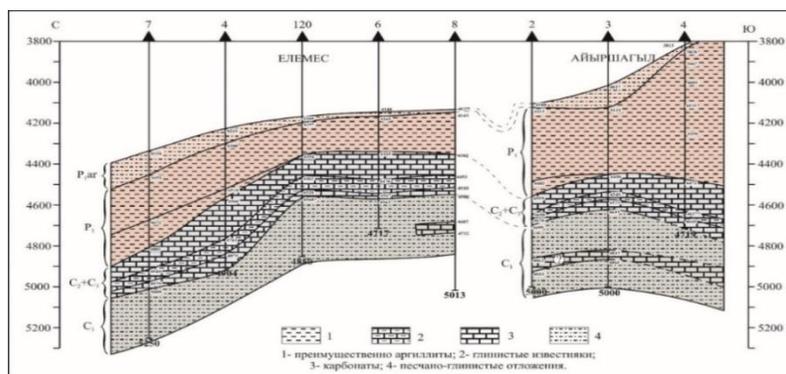


Рисунок 1 - Схема литологического расчленения и корреляции подсолевых отложений площадей Елемес и Айыршагыл

В пределах северной части площади Айыршагыл карбонаты замещаются депрессионными внутрибассейновыми терригенно-карбонатными породами.

Самые древние – турнейские отложения нижнего карбона установлены в разрезе скважины П-1 Караой, пробуренной вблизи восточной границы площади Айыршагыл. Представлены они песчаниково-аргиллитовой толщей.

Визейские отложения также образуют терригенные породы. Наиболее полные разрезы вскрыты скважинами П-1 Караой в интервале 4133-4800 м, а также Г-2 Айыршагыл с глубины 4925 м.

Разрезы нижней перми начинаются с повсеместно прослеженной глинисто-аргиллитовой толщи (рис. 2), нижняя часть которой на основании палеонтологических находок имеет ассельский возраст.

На отложениях палеозойского возраста с перерывом и угловым несогласием залегают мезозойские породы. В их составе выделяются образования триасовой, юрской и меловой систем.

Четвертичные отложения сложены зеленовато-серыми глинистыми песками, темно-серыми глинами, черными илами с кристаллами соли и гипса. Толщина их колеблется от 5 до 15 м [2].

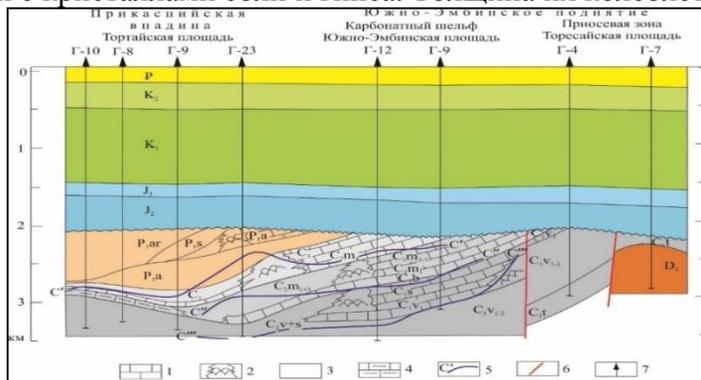


Рисунок 2 - Геолого-геофизический разрез через юго-восточное обрамление Прикаспийской впадины (по О.С. Туркову 1987г.)

1 – известняки; 2 – биогермные тела; 3 – терригенные; 4 – терригенно-карбонатные породы; 5 – основные отражающие горизонты; 6 – разломы; 7 – скважины.

Основным крупным структурным элементом данного района является фрагмент палеозойского Южно-Эмбинского поднятия, погребенного под моноклинально залегающими мезозойскими породами.

По поверхности фундамента в районе месторождения Айыршагыл фиксируется глубокий (до 11- 13 км) прогиб.

В соответствии с условиями формирования палеозойских отложений, породы верхней части подсолевого разреза сохранили моноклиальный наклон в северо-западном направлении.

Южно-Эмбинское поднятие в процессе геологической эволюции неоднократно испытывало подъем и подвергалось воздействию процессов денудации и эрозии. Наиболее крупные перерывы в осадконакоплении происходили в поздней перми и триасе.

По данным сейсморазведки МОГТ-3D в северной части района месторождения Айыршагыл выделяется гряда, состоящая из 3-х соляных куполов, пространственно приуроченных к палеозойским поднятиям Елемес Западный, Елемес и Елемес Восточный (рис.3).

В ядрах куполов толщина соляных куполов достигает 1000 м. В межкупольных участках она сокращается до 30-50 м. К югу от соляной гряды выделено межкупольное поднятие Айыршагыл Северный, имеющее в кровле палеозойских отложений небольшую соляную линзу (рис. 4) [3].

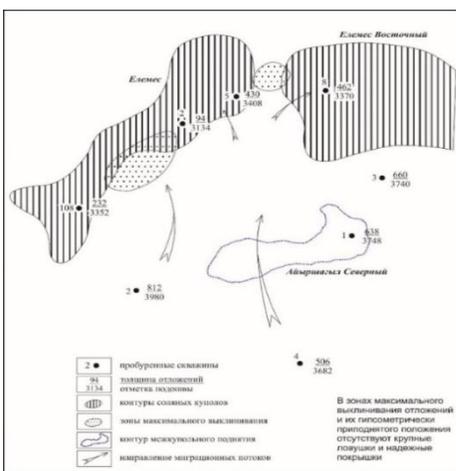


Рисунок 3 - Особенности залегания триасовых отложений в северной части участка Айыршагыл

Как показали новые сейсмические исследования МОГТ-3D на площади Айыршагыл строение подсолевого комплекса нарушено значительным количеством разломов, имеющих преимущественно широтное простирание.

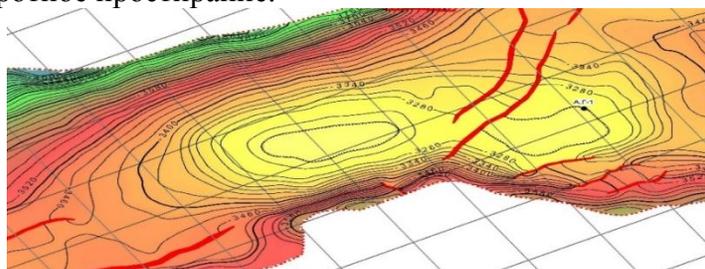


Рисунок 4 - Межкупольное поднятие Айыршагыл Северный. Структурная карта по внутритриасовому горизонту

Главная роль в формировании структуры подсолевого комплекса принадлежит субширотным разломам, имеющим в районе Елемеса существенную взбросо-надвиговую природу. Можно предположить, что эти субширотные взбросо-надвиги являются северными фрагментами крупной надвиговой системы, развитой в пограничной зоне Прикаспийской впадины и Устюрта и прослеживаемой не только на суше, но и в акватории Каспия [3].

Перспективный подсолевой объект Айыршагыл располагается в южной части исследуемого участка и представляет собой сложно построенное поднятие, осложненное разломом. На данном поднятии ранее проводилось поисковое бурение, которое установило признаки нефтегазоносности каменноугольных и филипповских отложений. [2].

Залежи углеводородов на площади Айыршағыл установлены в широком стратиграфическом интервале от нижнего карбона до нижнего мела.

Судя по промыслово-геофизическим и геологическим данным и интенсивным нефтегазопроявлениям продуктивная толща на межкупольном поднятии Айыршағыл Северный представлена сульфатно-терригенно-карбонатными отложениями с хорошими коллекторскими свойствами, обладающими блочно-ячеистым строением.

Газо- и нефтепроявление при забое 3935 м из подсолевых отложений наблюдалось в скважине Г-1 на площади Айыршағыл. Опробование при открытом забое (инт. 3880-3935м) показало, что значительный рост устьевого давления связан с нефтегазоносным объектом. Была отобрана поверхностная проба легкой нефти (плотность 0,8277 г /см<sup>3</sup>), без сероводорода.

Следует отметить, что интенсивные проявления из указанных нефтегазовых горизонтов имели место после вскрытия филипповских отложений, залегающих в подошве соли. На Айыршағыле забой скважины Г-1 находится в пограничных слоях кунгура и артинских отложений. Определить точный интервал, из которого произошли флюидопроявления, пока не представляется возможным [2].

По данным сейсморазведки МОГТ-3D и глубокого бурения по площади Айыршағыл имеются 2 варианта геологической модели пермской залежи. По первому варианту залежь находится в филипповском горизонте. По второму варианту интенсивные проявления получены из верхней части артинских отложений.

## Литература

1. Турков О.С. Новые данные о юго-восточном обрамлении Прикаспийской впадины. В сборнике «Нефтегазоносность Прикаспийской впадины и сопредельных районов», Москва, Недра, 1987 г.
2. Хамед Н., Путинцев Т. И др. «Отчет о результатах сейсморазведочных работ МОГТ 3D, выполненных в пределах контрактной территории Айыршағыл ТОО «BNG Ltd» в 2009 г.»
3. Шестоперова Л.В., Жумалиева К.К. «Проект геологоразведочных работ на площади Елемес, расположенной на участке Айыршағыл ТОО «BNG Ltd», Атырау, 2008

**А.Е. Салауатова, А.Е. Абетов**

### **Айыршағыл кенорнының тұзасты шөгінділерінің геологиялық құрылымы**

**Аңдатпа.** Мақалада терең бұрғылау және МОГТ-3D сейсмикалық барлау деректері бойынша Айыршағыл мұнай кен орнының тұзасты шөгінділерінің құрылымдық және литологиялық-стратиграфиялық факторлары қарастырылған.

Мұнда іргетастың бетінде терең ауытқу бөлініп, мезозой шөгінділерімен толтырылған, моноклинальды және төменгі палеозой шөгінділерінде айтарлықтай стратиграфиялық сәйкессіздік бар.

МОГТ-3D сейсмикалық барлау деректері бойынша Айыршағыл мұнай кенорны ауданында оңтүстікке қарай Солтүстік Айыршағыл күмбезаралық көтерілуі бөлінген жотаны құрайтын үш тұз күмбезі оқшауланады. Соңғысында ядрода кішкене тұз линзасы бар.

Айыршағыл алаңындағы көмірсутектер шоғыры төменгі карбоннан төменгі борға дейінгі кең стратиграфиялық аралықта орналасқан. Төменгі Пермь шөгінділерінің құрылымында мұнайдың жинақталуы блоктық-ұялы құрылымы бар және жақсы сүзу-сыйымдылық қасиеттерімен сипатталатын сульфат-терригендік-карбонатты шөгінділерде анықталды.

**Түйін сөздер:** Тұзасты шөгінділері, тұз күмбезі, құрылымдық элемент, геологиялық кима, сейсмикалық барлау.

**A.E. Salauatova, A.E. Abetov**

### **Geological structure of Aiyreshagyl subsalt deposits**

**Abstract.** The article considers the structural and lithological-stratigraphic factors of the structure of the subsalt deposits of the Aiyreshagyl oil field according to the data of deep drilling and seismic exploration MCDP-3D.

On the surface of the basement, there is a deep trough filled with Mesozoic sediments that lie monoclinally and with a noticeable stratigraphic discrepancy on the underlying Paleozoic sediments.

According to the data of the MCDP-3D seismic survey, three salt domes are isolated in the area of the Ayrshagyl oil field, forming a ridge, to the south of which the North Ayrshagyl inter-dome uplift is distinguished. The latter has a small salt lens in the core.

The hydrocarbon deposits in the Ayrshagyl area are located in a wide stratigraphic range from the Lower Carboniferous to the Lower Cretaceous. In the structure of the subsalt deposits of the Lower Permian, oil accumulations were found in sulfate-terrigenous-carbonate deposits, which have a block-cellular structure and are characterized by good filtration and reservoir properties.

**Keywords:** Subsalt deposits, salt dome, structural element, geological incision, seismic survey.

УДК: 550.837.211

**А.Р.Өмірбаева, Г.К.Умирова**

*Научный руководитель: сеньор-лектор, доктор PhD Г.К.Умирова*

*SatbayevUniversity. Казахстан, г. Алматы*

*[akmaral\\_310398@mail.ru](mailto:akmaral_310398@mail.ru)*

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ МТЗ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖАМБАС СЕВЕРНЫЙ**

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследований методом магнитотеллурических зондирований (МТЗ), выполненных на территории месторождения Каражамбас Северный. Показано, что полученные с новой высокоточной аппаратурой МТУ по технологии SFMT, существенно изменяют наши представления о возможностях электромагнитных исследований в нефтегазопроисловых работах.*

***Ключевые слова:** магнитотеллурические зондирования (МТЗ), перспективные нефтегазоносные зоны, геоэлектрический разрез, удельное электрическое сопротивление.*

Современное состояние казахстанской экономики таково, что на ее развитие существенное влияние оказывает нефтегазовый комплекс. Республика Казахстан обладает значительными запасами углеводородного сырья (УС). Разведанные на территории страны запасы нефти и газового конденсата составляют 2,9 млрд. тонн, газа – 1,8 трлн.м (без учета ресурсов морских месторождений), а прогнозные ресурсы нефти и конденсата на суше и шельфе Казахстана оцениваются в 12-13 млрд.тонн.

Падение объемов добываемого сырья из-за истощения разрабатываемых месторождений и повышения процента обводненности, а также практическое отсутствие прироста подготовленных запасов ставят перед нефтегазовой промышленностью задачу существенного повышения экономической эффективности геологоразведочных работ. Бесспорно, что при поисках нефтегазоперспективных зон наиболее рациональным геофизическим методом является сейсморазведка. Однако, в практике поисково-разведочных исследований известны случаи неоднозначности результатов сейсморазведки или проведение полевых работ является экономически не целесообразным, или из-за экологических, геологических, климатических и прочих условий проведение сейсморазведки невозможно. Кроме того, учитывая, что из общего объема бурения поисково-разведочных скважин только 30-40% (мировая статистика) оказываются продуктивными, становится очевидной необходимость резкого сокращения бурения пустых скважин. Поэтому затраты на дополнительную информацию, которую могут дать другие геофизические методы, в первую очередь электроразведка, стоимость которой

составляет 10-20% от стоимости сейсморазведочных работ и может существенно уменьшить степень риска бурения, являются вполне резонными затратами для нефтегазовых компаний. Кроме того, предварительное проведение электроразведочных работ может помочь выбрать наиболее благоприятные участки для постановки сейсморазведочных работ в пределах лицензионной площади [1].

Анализ сегодняшнего состояния аппаратурной базы, наличие 5-го поколения многофункциональной аппаратуры, а также высокий уровень современного программного обеспечения обработки и интерпретации дает возможность сделать вывод о том, метод магнитотеллурических зондирований (МТЗ) становится информативным при нефтегазопроисловых работах благодаря достигнутой точности получения функций отклика среды, мобильности, производительности, относительно низкой себестоимости, экологической чистоты, возможности проводить работы в любое время года, в самых разных климатических условиях, что в конечном итоге при комплексном использовании с сейсморазведкой может повысить прогноз локализации нефтегазовой залежи. Поэтому проведение магнитотеллурических зондирований на территории нефтегазовых месторождений при выделении перспективных нефтенасыщенных зон является бесспорно актуальной задачей.

Цель данных исследований заключается в изучении возможности эффективного применения электроразведки методом магнитотеллурических зондирований при решении нефтепоисковых задач в условиях месторождения Каражамбас Северный.

Газонефтяное месторождение Каражанбас Северный является одним из неглубокозалегающих (250-500 м) месторождений высоковязких нефтей Западного Казахстана. Месторождение административно расположено в Тупкараганском районе Мангистауской области Республики Казахстан, тектонически – в пределах Северо-Бузачинского свода.

В пределах открытых месторождений полуострова Бузачи бурением параметрических, поисковых и разведочных скважин были вскрыты верхнепалеозойские, триасовые, юрские, нижнемеловые отложения. Складчатое основание платформы состоит из нижнетриасовых пород, которые перекрываются разновозрастными отложениями: от нижнемеловых в сводовой части поднятия до среднеюрских на периклинальных участках.

В тектоническом отношении структура Каражанбас Северный расположена на северном склоне Бузачинского свода, который выделяется в пределах Северо-Устюртско-Бузачинской системы прогибов и поднятий и характеризуется высокой тектонической активностью, способствовавшей образованию широкой сети тектонических нарушений. Структура состоит из двух отдельных блоков: Северо-Восточного и Юго-Западного. В соответствии с принятой геологической моделью Юго-Западный блок осложнен 4 тектоническими нарушениями (F1, F2, F3, F4), а Северо-Восточный – двумя (F5, F6).

Изучение современного состояния аппаратурно-программного комплекса МТЗ и методики проведения магнитотеллурических зондирований на нефтегазовых месторождениях показывает, что многие компании, занимающиеся магнитотеллурическими исследованиями, отдают предпочтение специализированной цифровой аппаратуре MTU и программному обеспечению фирмы «Phoenix Geophysics» (Канада). «Phoenix Geophysics» является признанным авторитетом в развитии электроразведочных технологий, в частности МТЗ. В 1996 году «Phoenix Geophysics» разработал многофункциональную аппаратуру 5-го поколения (SSMT V5-2000), которая произвела настоящую революцию в магнитотеллурических исследованиях, благодаря своей точности, производительности, мобильности, помехозащищенности, уровню автоматизации [2]. На сегодняшний день в апробации находится аппаратура восьмого поколения. Вопросам техники и технологии проведения МТЗ посвящены многие статьи авторов [3], поэтому сделаем упор на рассмотрение особенностей проведения интерпретации кривых МТЗ в условиях

месторождения Каражамбас Северный. На Юго-Западном и Северо-Восточном блоках были отработаны 2 опытных профиля, которые закладывались на основе тектонических особенностей месторождения и проходили в непосредственной близости от скважин с данными по ГИС.

Основным результатом исследований являются геоэлектрические разрезы удельного электрического сопротивления. Поскольку эффективные кривые являются инвариантными, то есть независимы от выбора системы координат, ориентации осей, установки, то для построения геоэлектрических разрезов была выполнена одномерная инверсия эффективных кривых кажущегося сопротивления и фазы импеданса. Практическая реализация производилась на программе автоматизированной инверсии MTSProfInv, разработанной в ООО «Северо-Запад», при которой каждая кривая МТЗ переводилась в многослойный геоэлектрический разрез в рамках одномерной модели с последующей увязкой результатов по профилю. При этом из всех эквивалентных разрезов выбирался наименее контрастный.

На рисунке 1 представлен геоэлектрический разрез УЭС по профилю 2 – Северо-Восточный участок. На разрезе показаны опорные сейсмические горизонты и отбивки по скважинам, которые использовались в процессе подбора геоэлектрической модели.

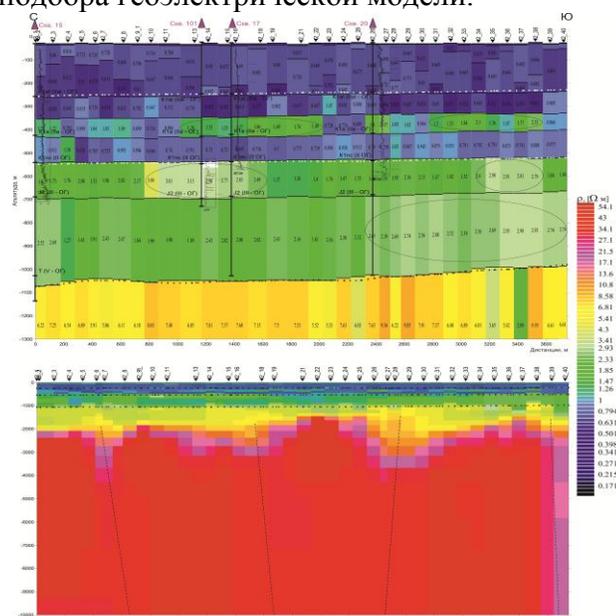


Рисунок 1 – Разрез УЭС по профилю 2, построенный по результатам интерпретации данных МТЗ

В пределах северо-восточного участка выделяются следующие перспективные интервалы:

1. В интервале глубин 350-420 м отрезки профиля с 13 по 22 точки МТЗ и с 31 по 38 пикет. Короткий 200-метровый участок повышенного сопротивления в центре профиля в районе пикетов 26-27 может быть связан с палеодолиной реки.
2. В неокотских отложениях, в интервале глубин 520-680 м повышением сопротивления выделяются участки с 10 по 18 пикет и с 34 по 38 пикет.
3. В юрских отложениях, на глубинах 680-1050 м повышением сопротивления характеризуется вся южная половина профиля с 26 по 40 пикет (с юга отрезок не замкнут).

Палеозойская часть имеет менее однородное строение. Её скорее можно охарактеризовать как блоковую: четыре высокоомных блока разделены слабоконтрастными проводящими зонами. Северные первый и второй высокоомные блоки разделены субвертикальной проводящей зоной, связанной, по-видимому, с разломом, в районе 7-8 пикетов. Высокоомный куполообразный блок в центральной части профиля в отличие от остальных трех не имеет высокоомного корня и окружен со всех сторон зоной снижения сопротивления. Находящаяся к северу от этого

высокоомного блока проводящая зона слабонаклонена на юг и имеет характерную для разломов картину. Четвертый высокоомный блок ограничен с юга вертикальной зоной повышения проводимости. Точно определить ее геометрию не позволяет ограниченность профиля в этом направлении.

Таким образом, на исследуемом участке по профилю намечены перспективные участки и дана общая характеристика строения палеозойских отложений с выделением предполагаемых разрывных нарушений.

Проведенный сопоставительный анализ результативных материалов МТЗ показал, что результаты МТ-исследований, полученные с новой высокоточной аппаратурой MTU по технологии SFMT, существенно изменяют наши представления о возможностях электромагнитных исследований в нефтегазопроисловых работах. В геоэлектрическом разрезе осадочного чехла по площади исследований были выделены горизонты, сопротивление которых отражает изменение литолого-фациального состава вмещающих пород. На всех геоэлектрических разрезах отмечено возрастание УЭС с глубиной. Совместная комплексная интерпретация данных МТЗ с сейсморазведкой показала высокую геологическую эффективность электромагнитных методов разведки.

### **Литература**

1. О.Ингеров. Применение электроразведочных методов при поисках залежей углеводородов. Статья. «Феникс ДжеофизиксЛтд», Торонто, Онтарио, Канада
2. Куликов В.А. Электроразведочные технологии на этапах поиска и оценки рудных месторождений: диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. - Москва, 2015. -296 с.
3. Г.К.Умирова, Ж.Т.Касымбаев. Электроразведка МТЗ при поисках месторождений нефти и газа. Материалы научно-практической конференции «Атырау Гео-2019», Атырау, 2019

**А.Р.Өмірбаева, Г.К.Умирова**

#### **Солтүстік қаражамбас кен орны мысалында мұнай және газ кен орындарын іздеу кезінде мтз электрбарлау қолдану мүмкіндіктері**

**Аңдатпа.** Мақалада солтүстік Қаражамбас кен орнының аумағында орындалған магнитотеллуриялық зондылау (МТЗ) әдісімен зерттеу нәтижелері ұсынылған. SFMT технологиясы бойынша жаңа жоғары дәлдіктегі MTU аппаратурасымен алынған, мұнай-газ іздестіру жұмыстарындағы электромагниттік зерттеулердің мүмкіндіктері туралы біздің түсінігімізді айтарлықтай өзгертетіні көрсетілген.

**Түйін сөздер:** магнитотеллуриялық зондылау (МТЗ), перспективалы мұнай-газ аймақтары, геоэлектрлік кима, меншікті электр кедергісі.

**A.R.Omirbayeva, G.K.Umirova**

#### **The possibilities of using mtz electrical exploration in the search for oil and gas fields on the example of the karazhambas severny field**

**Abstract.** The article presents the results of studies by the method of magnetotelluric sounding (MTS) performed on the territory of the Karazhambas Severny deposit. It is shown that the results obtained with the new high-precision MTU equipment using SFMT technology significantly change our understanding of the possibilities of electromagnetic research in oil and gas exploration.

**Keywords:** magnetotelluric sounding (MTS), promising oil and gas bearing zones, geoelectric section, electrical resistivity.

**А.С. Жумагулов**

*Научный руководитель: А.Е. Абетов, профессор, доктор геол.-мин. наук, чл.-корр. НАН РК  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
[a.zhumagulov@satbayev.university](mailto:a.zhumagulov@satbayev.university)*

## **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СРЕДНЕ-ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ШУ- САРЫСУЙСКОЙ ДЕПРЕССИИ**

***Аннотация.** Недостаточная изученность средне-верхнепалеозойских отложений Шу-Сарысуйского осадочного бассейна замедляет освоение его углеводородных ресурсов. Сокращения затрат на поиски и разведку скоплений этих ресурсов можно добиться путем комплексирования факторов, контролирующих выделение нефтегазоносных зон. В статье приводится краткое описание геохимических и гидрогеологических факторов, в том числе содержание, тип, степень катагенетической преобразованности и распределение в разрезе и по площади рассеянного органического вещества (РОВ) в различных литолого-фациальных толщах Шу-Сарысуйской депрессии.*

***Ключевые слова:** Шу-Сарысу, нефтегазоносность, геохимия, гидрогеология, рассеянное органическое вещество, катагенез, миграция.*

Эволюция бассейна Шу-Сарысу согласуется с позицией стадийности процессов нефтегазообразования, позволяющей рассматривать его в качестве единой тектонической структуры, геологическая история которой предопределила накопление нефтегазоматеринских толщ, генерацию, миграцию и аккумуляцию углеводородов.

### **Исследования РОВ**

Исследования содержания РОВ в осадочно-породных ассоциациях Шу-Сарысуйского бассейна базируются в основном на данных по керну глубоких и структурно-поисковых скважин, пробуренных в Мойынкумском прогибе в 1968-1976 гг., 2003 г. Керновый материал северной части бассейна использовался в значительно меньших объемах.

Результаты комплексного анализа полученных данных геохимических исследований РОВ позволил установить в качестве нефтегазоматеринских пород терригенно-галогенные образования фаменского яруса верхнего девона и терригенно-карбонатные отложения нижнего карбона, накопление которых происходило в условиях восстановительной обстановки.

Кроме того, в разрезе нижней перми северо-западной части бассейна развиты мергелисто-глинистые образования серого цвета, накопившиеся в условиях резко восстановительной среды и заключающие РОВ, которые при благоприятных термобарических условиях могли участвовать в генерации УВ [1].

Изучение РОВ в породных ассоциациях позволяет распределить потенциальные нефтегазоматеринские толщи в разрезе среднего палеозоя (рисунок 1) и в пределах отдельных прогибов Шу-Сарысуйского бассейна.

В Мойынкумском прогибе угленосные толщи нижнего и частично среднего визе вероятнее всего являются генераторами выявленных промышленных запасов газа.

В Кокпансорском прогибе к материнским породам могут быть отнесены темно-серые аргиллиты, верхней части терригенно-галогенных образований фаменского яруса, где доля терригенных пород при общей мощности отложений 400-500 м составляет 150-200 м.

В Тасбулакском прогибе и Нижнешуской седловине скопления УВ, вероятнее всего, относятся к прибрежно-морским терригенно-карбонатным отложениям нижнего и среднего визе.

В Жезказганском прогибе в составе карбонатно-терригенной субформации серого цвета нижней-верхней перми развиты битуминозные мергели, рассматриваемые как вероятный генератор УВ, мощностью до 1500 м [1].

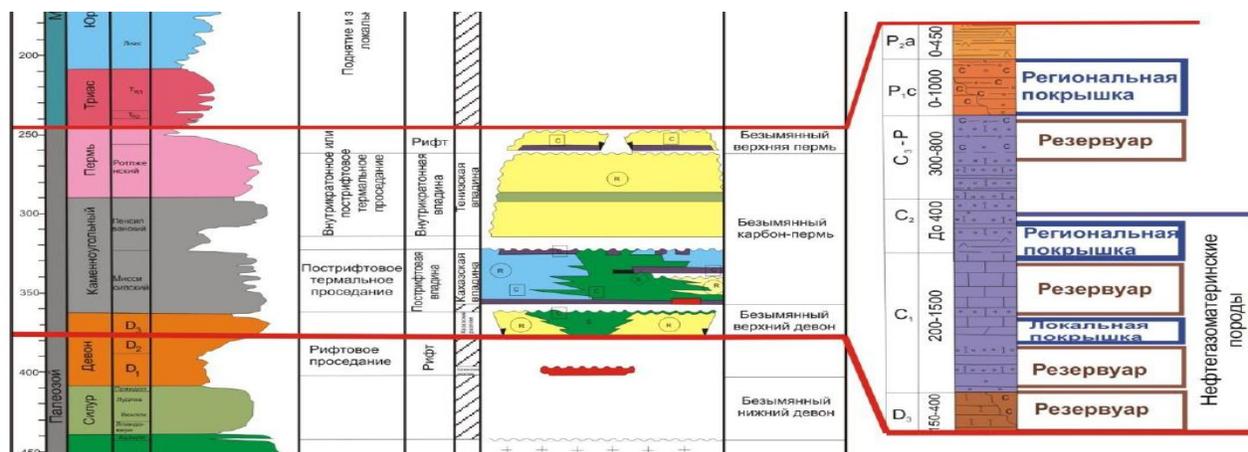


Рисунок 10 - Сводная хроностратиграфическая колонка по Шу-Сарысуейскому бассейну [2]

### Геохимические анализы РОВ

Геохимические анализы РОВ проводились в 2003-2004 гг. казахстанскими специалистами совместно с компанией ExxonMobil. Они основывались на 419 керновых образцах, отобранных из 28 скважин, пробуренных в Мойынкумском, Кокпансорском и Тасбулакском прогибах [6].

Анализ образцов в Хьюстонской лаборатории компании ExxonMobil, установил их низкий уровень органического обогащения ( $C_{орг} < 1\%$ ) и определил как скудные на газ термально зрелые материнские породы.

Аморфный кероген обнаруженный в некоторых образцах нижнего карбона описывается как размытый и мелко растертый, означающий его травянистое, нежели водорослевое происхождение, что сочетается с очень низким значением водородного индекса образцов ( $ВИ < 75$ ). Распространение мацерала в этих же образцах согласуется с преимущественно положительным на газ типом пород III.

Значение исходной концентрации  $C_{орг}$  для обогащенных интервалов до момента их термальной зрелости составляло около 2-3%, исходный водородный индекс колебался в пределах 100 и 250 [3].

### Катагенетическая эволюция РОВ

Несмотря на то, что концентрации РОВ имели низкие значения, термобарические и гидрогеологические обстановки были благоприятными для катагенетического преобразования РОВ отложения фаменского яруса верхнего девона и нижнего карбона.

По результатам определения суммарного импульса тепла (СИТ), величины отражательной способности витринита угольных включений осадочных пород и генетических моделей, построенных по прогибам Шу-Сарысуейского бассейна, позволили сформулировать ряд выводов по динамике процессов нефтегазообразования.

В среднем-позднем карбоне и перми нефтегазоматеринские толщи нижнего карбона в Кокпансорском и Тасбулакском прогибах пребывали в благоприятных для генерации жидких и

газообразных углеводородов термобарических условиях. Однако кратковременность (25-30 млн. лет) пребывания их в “главной зоне нефтеобразования” в совокупности с коротким периодом (3-5 млн. лет) воздействия теплового режима в каждой последующей 10°С зоне, исключили возможность образования жидких углеводородов.

Жесткий палеотемпературный градиент (2,5-2,9 °С / 100 м) способствовал интенсивной деструкции УВ до газообразного состояния. К тому же, крупноамплитудные вертикальные подвижки пермского периода приводили к быстрому погружению нефтегазоматеринских пород в нижнюю термokatалитическую зону газообразования. Зоны, наиболее интенсивных дислокаций (Таласское, Тастинское поднятия, Нижне-Шуская седловина, бортовые части прогибов) имели максимальные геотермические градиенты [5].

### **Палеогидрогеологический режим**

Бассейн Шу-Сарысу не рассматривается как единый водонапорный бассейн с фильтрационным гидродинамическим режимом.

Отдельные его прогибы выступают в качестве автономных бассейнов, с замкнутыми автономными термодинамическими системами с затрудненным движением пластовых флюидов, мигрирующих от центра к периферии прогиба.

Коллекторы выклиниваются на небольшой глубине в бортовых участках бассейна вследствие литологического замещения, крепко сцементированными и непроницаемыми отложениями, в результате вторичной кольматации. Они также ограничиваются плоскостями разломов, исключающими инфильтрацию поверхностных вод.

Подобные гидродинамические системы отдельных прогибов с близким к застойному, слабо выраженным элизионным режимом пластовых вод, обеспечили сохранение высокометаморфизованных хлорнатриевого, хлоркальциевого и хлормagneиевого рассолов в отложениях фамена, карбона и перми.

Крепость рассолов пластовых вод варьирует от слабых (с минерализацией порядка 140 г/л) до весьма крепких (с минерализацией свыше 270 г/л), плотность – от 1,15 до 1,24 г/см<sup>3</sup> [4].

Указанные особенности гидрогеологической обстановки обусловили застойный гидродинамический режим и пассивный характер законтурных вод на газовых месторождениях., что рассматриваются как благоприятный фактор, способствующий консервации скоплений УВ.

Несмотря на то, что данное обстоятельство позволяет не опасаться обводнения газоносных горизонтов в процессе разработки месторождений, этот факт актуализирует вопрос о методах поддержания пластовых давлений в газоконденсатных месторождениях для предотвращения ретроградной конденсации в пластах и добычи конденсата в газовой фазе.

### **Миграция УВ**

Мигрирующие по разломам УВ при встрече со структурными, комбинированными и иными типами ловушек скапливались и формировали промышленные залежи. Таким образом Жезказганский, Кокпансорский, Тасбулакский, Моинкумский и Сузак-Байкадамский прогибы представляли собой автономные очаги генерации УВ, а их бортовые зоны, осложненные локальными структурами – зоны нефтегазонакопления.

Это подтверждают выявленные в Мойынкумском прогибе месторождения УВ, а также участки проявления углеводородного газа, опоясывающие его северо-западный и северо-восточный борта в форме полукольца. В период накопления отложений нижнего и среднего карбона эти участки являлись эпицентрными частями палеопргибов.

Активизация тектонических движений, способствовавшая резкому повышению геотермического градиента, обусловила ускорение эмиграции из глинистых пород фамена и нижнего карбона седиментогенных вод вместе с генерируемыми УВ, литификацию этих пород,

термокаталитическое преобразование и деструкции УВ до преимущественно газообразного состава.

Вместе с тем активизация тектонических процессов способствовала ужесточению термобарических условий выделения УВ из водных растворов в свободную фазу. Она форсировала фильтрационную (водными растворами) и струйную латеральную и вертикальную миграции газа в ловушки УВ [1].

Результаты бассейнового моделирования, выполненные в ПО Trinity, показывают масштабы нефтегазоперспективности в пределах Шу-Сарысуйского осадочного бассейна (рисунок 2). Входными данными для проекта модели Шу-Сарысуйского бассейна послужили материалы издания «Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Том III Нефть и газ» (С. Даукеев, 2002 г.) [2].

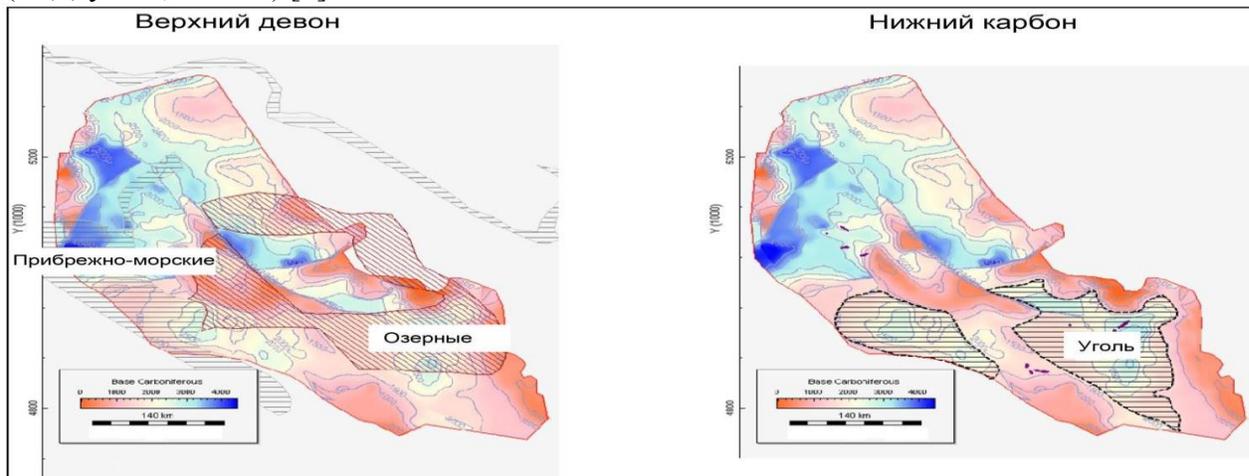


Рисунок 11 - Фациальные карты распределения нефтегазоматеринских пород в ПО Trinity [2]

### Заключение

Таким образом, верхнедевонские и нижнепермские глинисто-карбонатные отложения морского генезиса считаются наиболее вероятными нефтегазоматеринскими породами, тогда как нижнекаменноугольные глинистые отложения озерного типа – газоматеринскими свитами.

### Литература

1. Даукеев С.Ж., Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. Нефть и газ. Том 3. - Алматы, 2002. - 248 с.
2. Ли Л.В., Петленко С.В. Проект на производство работ по объекту «Региональные геолого-геофизические исследования в Шу-Сарысуйском осадочном бассейне по региональному профилю (1 геотраверс)». Проект. - Алматы, 2017. - 2014 с.
3. Акчулаков У., Быкадоров В.А., Давыдов Н.Г. Отчет «О совместных геологических исследованиях по теме «Неразведанный нефтегазовый потенциал в пределах Шу-Сарысуйского бассейна». - Алматы-Хьюстон, 2004. - в 3-х книгах.
4. Баспаков Д.А. Диссертация кандидата геолого-минералогических наук «Палеогеохимический анализ газонефтеносности отложений среднего и верхнего палеозоя Чу-Сарысуйской впадины». - Алма-Ата, 1979. - 212 с.
5. Парпарова Г.М., Неручев С.Г., Жукова А.В. Катагенез и Нефтегазоносность. - Л.: Недра, 1981. – 240 с.
6. М.С. Маемер, Г.А. Исмаилова. Нефтегазоносность Шу-Сарысуйской впадины. - Алматы, 2012. - 7 с.

А.С. Жұмағұлов, А.Е. Абетов

## Шу-Сарысу ойпаты орта-жоғарғы палеозой шөгінділерінің мұнай-газдылығының геохимиялық және гидрогеологиялық белгілері

**Андатпа.** Шу-Сарысу шөгінді бассейнінің орта-жоғарғы палеозой шөгінділері жайлы мағлұматтардың жеткіліксіздігі оның көмірсутегі ресурстарының өндіруін баяулатады. Бұл ресурстарды іздеу және барлау шығындарын қысқартуға мұнай-газ аймақтарына тән факторларды біріктіру арқылы қол жеткізуге болады. Мақалада Шу-Сарысу ойпатының әртүрлі лито-фациялық қабаттарындағы геохимиялық және гидрогеологиялық факторлардың, оның ішінде құрамы, типі, катагенетикалық өзгеру дәрежесі және дисперсті органикалық заттардың (ДОЗ) стратиграфиялық кескіні және аумағы бойынша таралуының қысқаша сипаттамасы келтірілген.

**Түйін сөздер:** Шу-Сарысу, мұнай-газдылық, геохимия, гидрогеология, дисперсті органикалық заттар, катагенез, миграция.

A.S. Zhumagulov, A.E. Abetov

### Geochemical and hydrogeological indicators of oil and gas content in the Middle-Upper Paleozoic sediments of the Shu-Sarysu depression

**Abstract.** Insufficient knowledge of the Middle-Upper Paleozoic deposits of the Shu-Sarysu sedimentary basin slows down the development of its hydrocarbon resources. Reducing costs of prospecting and exploration for accumulations of the resources can be achieved by combining factors that control allocation of oil and gas zones. The article provides a brief description of geochemical and hydrogeological factors, including the content, type, degree of catagenetic transformation and distribution in stratigraphic section and over the area of dispersed organic matter (DOM) in various lithological and facies strata of Shu-Sarysu depression.

**Keywords:** Shu-Sarysu, oil and gas content, geochemistry, hydrogeology, dispersed organic matter, catagenesis, migration.

УДК: 550.832:553.98(574)

А.С. Сулейменов, Н.Т. Бекбаева

*Научный руководитель – С.А. Истекова, профессор, доктор геолого-минералогических наук, Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[asuleimenov@niikmg.kz](mailto:asuleimenov@niikmg.kz)

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОСТРОЕНИИ СЕДИМЕНТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮЖНО-ТОРГАЙСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАССЕЙНА

**Аннотация.** При определении условий осадконакопления и седиментационного моделирования меловых и юрских продуктивных горизонтов Акишабулакской зоны Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна использованы сейсмические данные, с широким применением стандартных программ обработки (дообработки), а также специализированных программ интерпретационного анализа сейсмических трасс, основанные на совместном использовании акустических моделей среды и динамических характеристик отраженных волн. На примере месторождения Акишабулак, показана роль комплексных геофизических исследований (сейсморазведки, ГИС) для построения лито-фациальной модели продуктивных горизонтов, как основы для оценки качества коллекторов и подготовки месторождения к промышленному освоению. Относительный геологический возраст терригенных осадков определялся по скважинным данным в случае, если комплексы были вскрыты скважинами и отчетливо выделялись на каротажных кривых. Если же горные породы не были вскрыты скважинами, геологический возраст определялся в точках пересечения осей синфазности сейсмических амплитуд, совпадающих с кровлей и подошвой продуктивных горизонтов в скважинах на соседних участках. В результате моделирования были выявлены и откартированы палеорула в различных стратиграфических интервалах и выделены, связанные

*с ними нефтегазоносные коллектора, фильтрационно-емкостные свойства которых меняются в значительных интервалах, в зависимости от условий осадконакопления.*

**Ключевые слова:** *лито-фациальный анализ, сейсморазведка, каротажные диаграммы, модель продуктивных горизонтов*

Анализ накопленной геолого-геофизической информации позволил выделить в пределах Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна шесть зон нефтегазонакопления: арыскупскую, аксайскую, акшабулакскую, ащисайскую, бозингенскую и жинишкекумскую. К настоящему времени в Южно-Торгайском бассейне выявлено более 30 нефтегазовых месторождений. Последние различаются не только по величинам извлекаемых запасов углеводородов и глубинам залегания их залежей. Но также по лито-фациальным и структурно-тектоническим особенностям резервуаров[1,2].

В геологическом строении Акшабулакской зоны нефтегазонакопления участвуют складчатые метаморфизованные образования докембрийского фундамента протерозойско-нижнепалеозойского возраста, на которых с региональным стратиграфическим несогласием залегает комплекс осадочных отложений мезозоя и кайнозоя: юрский рифтогенный комплекс, мел-палеогеновый, плиоцен-четвертичный плитные яруса, отличающиеся тектоническим режимом формирования (рис. 1).

Роль геофизических исследований при построении лито-фациальной модели продуктивных нефтегазоносных горизонтов была рассмотрена на примере месторождений Акшабулакской зоны Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна, в пределах которой известны месторождения Акшабулак, Нуралы, Нуралы Восточный, Нуралы Западный [3,4]. Начиная с двухтысячных годов в регионе, активно проводятся геофизические исследования методами сейсморазведки и геофизических исследований скважин. В 2004 году проведены полевые сейсмические работы 3Д, с последующей интерпретацией в 2005г., по результатам которой выявлены основные отражающие горизонты и структуры перспективные на нефтегазоносность. Переинтерпретация сейсмических данных в комплексе с накопившейся к этому времени огромной информации по скважинам (керна и ГИС) позволила провести детализацию структурных построений, уточнить зоны распространения продуктивных площадей, осуществить доразведку залежей для переоценки запасов месторождений.

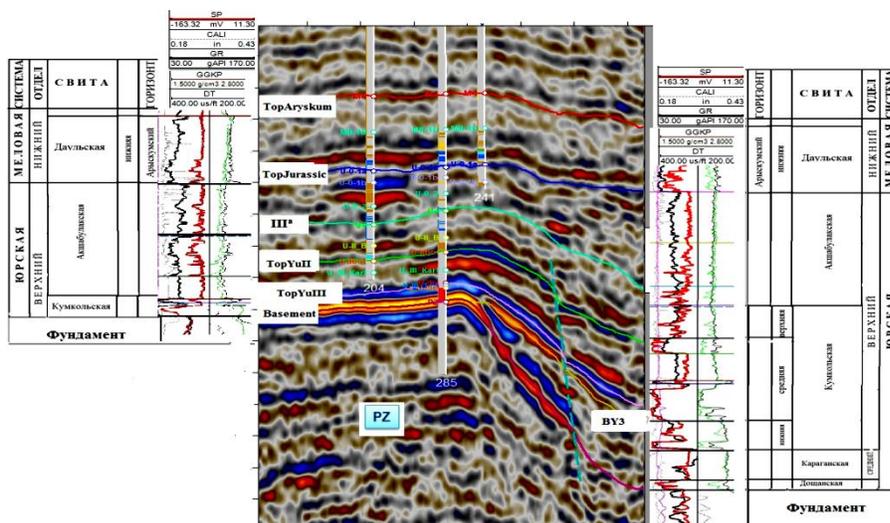


Рисунок 1 - Сводный геологический разрез отражающих горизонтов

По данным сейсморазведки и бурения месторождение Акшабулак представляет собой брахиантиклинальную складку с двумя сводами, северным и южным и осложнен рядом тектонических нарушений. Представляющие интерес с точки зрения нефтегазосодержания отложения Акшабулакского месторождения относятся по возрасту осадконакопления к поздней юре и раннему мелу. В это время здесь происходило отложение терригенных осадков верхнекумкольской и акшабулакской свит поздней юры и арыскумского горизонта в раннем мелу. По литологическому составу продуктивные горизонты Акшабулакского месторождения представлены чередованием песчаников, алевролитов и глин. В зависимости от емкостно-фильтрационных свойств коллекторов нефтегазоносность продуктивных горизонтов меняется в значительных интервалах (рис.2).

Седиментационная модель меловых и юрских продуктивных горизонтов месторождения Акшабулак (Южный, Центральный, Восточный) создана по результатам интегрированных геологических и геофизических исследований, включающих материалы керна по 75 скважинам, ГИС и сейсмических данных с широким применением стандартных программ обработки (дообработка), а также специализированных программ интерпретационного анализа сейсмических трасс, основанные на совместном использовании акустических моделей среды и динамических характеристик отраженных волн (рис.3).

Для оценки последовательности стратиграфических комплексов дополнительно использовались региональные геофизические данные, включающие информацию о близлежащих месторождениях. В результате воссозданы условия осадконакопления и образования нефте - газонасыщенных коллекторов. в различных стратиграфических комплексах, и построена трехмерная геологическая модель месторождения.

Относительный геологический возраст палеорусел определялся по данным ГИС в случае, если русло было вскрыто скважинами и отчетливо выделялось на каротажных кривых.

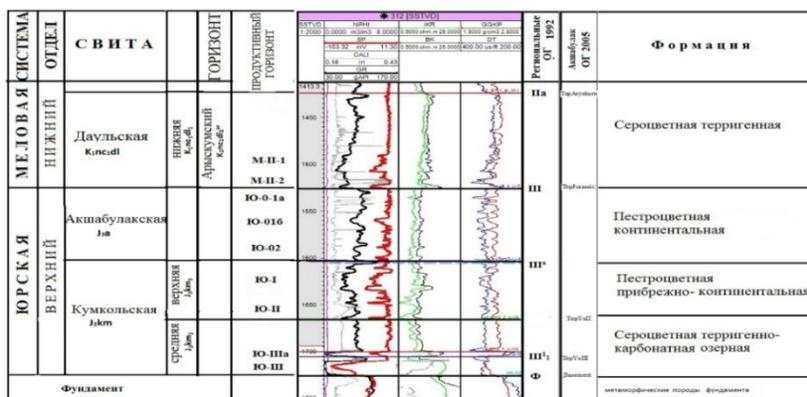


Рисунок 2 - Стратиграфия продуктивной части разреза Акшабулакского месторождения

Если же русло не было вскрыто скважинами, относительный геологический возраст определялся в точках пересечения осей синфазности, сейсмических амплитуд, совпадающих с кровлей и подошвой палеорусел со скважинами В результате моделирования, были выявлены и откартированы палеоруслы в различных стратиграфических интервалах (рис.3).

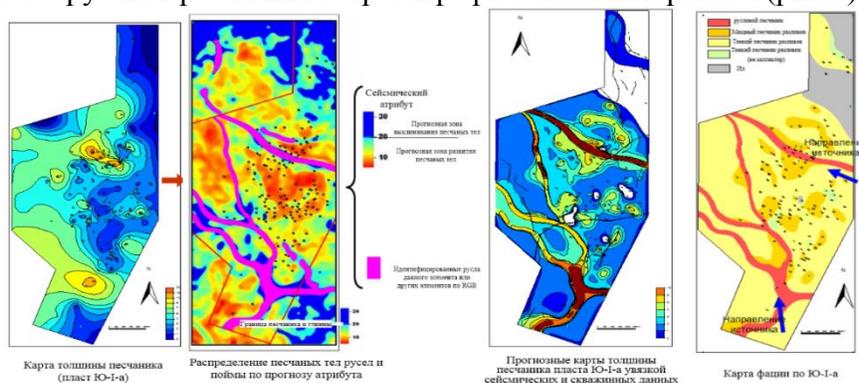


Рисунок 3 - Картирование песчаных тел палеорусловых и пойменных отложений в комплексе скважинных и сейсмических данных

Фациальные ассоциации были охарактеризованы на основании детального описания керна и данных каротажа в пределах кумкольской, акшабулакской и арыкумской свит. Выделение типов фаций проводилось на основе информации по фациальным обстановкам и пониманием последовательности стратиграфических соотношении. В результате выявлены интервалы пластов-коллекторов продуктивной толщи, представленные 3 видами осадочных фаций и 9 видами осадочных субфаций (рис 4).



Рисунок 4 - Разделение осадочного цикла месторождения Акшабулак

В пластах нефтяного месторождения Акшабулак развиты сверх-вниз 3 свиты, в том числе кумкольская свита разделена на 3 подсвиты - верхняя, средняя и нижняя подсвиты. Граница цикла свит пластов расположена на поверхности несогласия, переходной поверхности цикла. Пример: Кровля Арыкумской свиты (кровля пласта М, переходная поверхность цикла) Кровля Акшабулакской свиты (кровля пласта Ю) Подошва кумкольской свиты (PZ) Можно следить на сейсмическом разрезе, характеристики на каротажной кривой очевидны, что можно служить маркерующим горизонтом, контролировать разделение и сравнение цикла осадки в зоне исследования.

Таким образом, анализ накопленной геолого-геофизической информации пределах Акшабулакской нефтегазоносной зоны, позволил провести лито-фациальное моделирование осадочных комплексов, что позволило значительно детализировать геологическую модель месторождения и дать оценку остаточных извлекаемых запасов УВ. На примере месторождения Акшабулак, показана роль геофизических исследований для построения седиментационной модели продуктивных горизонтов, как основы оценки качества коллекторов и подготовки месторождения к промышленному освоению.

### **Литература**

1. Месторождения нефти и газа Казахстана. Справочник. Воцалевский Э.С., Булекбаев З.Е., Искужиев Б.А. и др. – Алматы; Комитет геологии и охраны недр Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Казахстан, 1999. – 326 с
2. Шахабаев Р.С., Кульжанов М.К., Парагульгов Х.Х. и другие Тектоническое развитие и нефтегазоносность Южно-Торгайского бассейна, Алматы, 2004, 160 с
3. Куандыков Б.М., Нажметдинов А.Ш., Сапожников Р.Б. Строение глубокопогруженных отложений Арыскупского прогиба Южно-Тургайской впадины по сейсмостратиграфическим данным // Геология нефти и газа. - 1992. -№ 12. - С. 22-27.
4. Истекова С.А., Умирова Г.К. Особенности использования сейсмических данных при изучении резервуаров Южно-Торгайского нефтегазоносного бассейна. Известия НАН РК. Алматы.-2013.- № 5.

**А.С. Сүлейменов, Н.Т. Бекбаева**

#### **Оңтүстік Торғай мұнай-газ бассейні кен орындарының өнімді горизонттарының седиментациялық моделін құру кезіндегі геофизикалық зерттеулер**

**Андатпа.** Оңтүстік Торғай мұнай-газ бассейнінің Акшабулак аймағының бор және Юра өнімді горизонттарының шөгу және шөгу жағдайларын айқындау кезінде стандартты өңдеу (толық өңдеу) бағдарламаларын, сондай-ақ ортаның акустикалық модельдерін және шағылысқан толқындардың динамикалық сипаттамаларын бірлесіп пайдалануға негізделген сейсмикалық трассаларды интерпретациялық талдаудың мамандандырылған бағдарламаларын кеңінен қолдана отырып, сейсмикалық деректер пайдаланылды. Акшабулак кен орнының мысалында коллекторлардың сапасын бағалау және кен орнын өнеркәсіптік игеруге дайындау үшін негіз ретінде өнімді горизонттардың литофациалдық моделін құру үшін кешенді геофизикалық зерттеулердің (сейсмикалық барлау, ГАЗ) рөлі көрсетілген. Терригендік шөгінділердің салыстырмалы геологиялық жасы, егер кешендер ұңғымалармен ашылып, каротаждық қисықтарға нақты бөлінген жағдайда, ұңғымалық деректер бойынша анықталды. Егер тау жыныстары ұңғымалармен ашылмаса, геологиялық жас көршілес учаскелердегі ұңғымалардағы өнімді горизонттардың төбесі мен табанына сәйкес келетін сейсмикалық амплитудалардың фазалық осьтерінің қиылысу нүктелерінде анықталды. Модельдеу нәтижесінде палеоруслар әртүрлі стратиграфиялық интервалдарда анықталып, картаға түсірілді және олармен байланысты Мұнай - газ коллекторлары анықталды, олардың сүзу және сыйымдылық қасиеттері шөгу жағдайларына байланысты айтарлықтай интервалдарда өзгереді.

**Түйін сөздер:** Лито-фациалдық талдау, сейсморарлау, каротаждық диаграммалар, өнімді горизонттардың модельдері

**A.S. Suleimenov, N.T. Bekbaeva**

#### **Geophysical studies in the construction of a sedimentation model of productive horizons of deposits in the South Torgay oil and gas**

**Abstract.** In determining the conditions of sedimentation and sedimentation modeling of Cretaceous and Jurassic productive horizons of the Akshabulak zone of the South Torgai oil and gas basin, seismic data were used, with a wide application of standard processing programs (post-processing), as well as specialized programs for the interpretation analysis of seismic tracks, based on the joint use of acoustic models of the environment and dynamic characteristics of reflected waves. On the example of the Akshabulak field, the role of complex geophysical studies (seismic surveys, GIS) for constructing a lithofacial model of productive horizons, as a basis for assessing the quality of reservoirs and preparing the field for industrial development, is shown. The relative geological age of terrigenous sediments was determined from borehole data if the complexes were uncovered by wells and were clearly distinguished on logging curves. If the rocks were

not uncovered by wells, the geological age was determined at the points of intersection of the axes of in-phase seismic amplitudes that coincide with the roof and the bottom of the productive horizons in wells in neighboring areas. As a result of modeling, paleorusts in various stratigraphic intervals were identified and mapped, and associated oil and gas reservoirs were identified, the filtration and reservoir properties of which vary in significant intervals, depending on the conditions of sedimentation.

**Keywords:** lithofacial analysis, seismic exploration, logging diagrams, models of productive horizons

УДК 551.43: 550.83.04

**Ә.Н. Аманкелді, А.К. Сабержанова**

*Научный руководитель - К.С.Тогизов, сениор-лектор, доктор PhD  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[991126300746@stud.satbayev.university](mailto:991126300746@stud.satbayev.university), [010628650587@stud.satbayev.university](mailto:010628650587@stud.satbayev.university)

## **СВЯЗЬ ПРИПОВЕРХНОСТНЫХ И ГЛУБИННЫХ СТРУКТУР ЗЕМНОЙ КОРЫ РУДНОГО АЛТАЯ ПО ДАННЫМ КОМПЛЕКСНЫХ ГЛУБИННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

***Аннотация.** Изложены результаты изучения связи приповерхностных и глубинных структур земной коры на примере территории Рудного Алтая. В основу исследований положены материалы научных исследований Института геологических наук им. К.И.Сатпаева.*

***Ключевые слова:** глубинные структуры земли, месторождения, магнитотеллурические методы.*

### **Сейсмические исследования.**

Сейсморазведочные работы [1-4] методом пространственных зондирований МПЗ с использованием энергии промышленных взрывов в Казахстане проводятся в течении 20 лет. Коллективом лаборатории глубинных сейсмических зондирований ИГН НАН РК (Антоненко и др.) за этот период методом МПЗ отработаны основные горнорудные провинции Казахстана - Мугоджары, Большой и Малый Каратау, Северное Прибалхашье, Рудный Алтай. Используемая методика позволила значительно сократить затраты на производство сейсморазведочных исследований за счет исключения буровых и взрывных работ, а результаты обработки материалов МПЗ дают возможность изучить глубинную структуру земной коры на всю ее мощность, как по отдельным интерпретационным профилям, так и по площади исследования, а также позволяют получить объемное представление о строении коры.

Полевые исследования в пределах Рудного Алтая проводились с 1989 по 1991 годы. За весь период полевых работ наблюдения выполнены в 20 пунктах сейсмозондирований с угловой расстановкой сейсмических кос. Каждое зондирование отработано из 2-3 пунктов взрыва сеймостанцией «Прогресс-2». Расстояние между сейсмозондированиями составляло от 5 км до 20 км. Пункты приема располагались по площади исследований таким образом, чтобы получить максимальную сейсмическую информацию по Калба-Нарымской, Иртышской и Рудно-Алтайской структурно-формационным зонам. Длина каждой косы позиционной установки сейсмозондирования равнялась 2300 м, шаг сеймоприемников 100 м, группирование 3 сеймоприемника типа СВ-5 на канал. Расстояние от регистрирующей аппаратуры до пунктов взрывов (карьеров) менялось от 70 до 180 км. Позиционные установки ориентировались так, чтобы одна из кос была направлена на один из источников.

Реализованная система наблюдений была ориентирована, главным образом, на регистрацию отраженных волн от поверхности Мохоровичича, а также отражений от внутрикоровых границ раздела.

### **Электрометрические исследования.**

Производство магнитотеллурических зондирований (МТЗ) [5, 6] заключается в регистрации 5-ти составляющих естественного переменного электромагнитного поля Земли (ЕХ, ЕУ, НХ, НУ, НZ) на дневной поверхности. По изменению отношений напряженности электрического и магнитного полей в данной точке на разных частотах, то есть по полному комплексному сопротивлению (импедансу) можно изучать изменение геоэлектрического разреза.

МТ - зондирования выполнены по двум профилям: Тройницкое-Карагужиха (субмеридиональный) и Тройницкое-Коктау (субширотный), то есть вкрест и по простиранию основных структур Рудного Алтая. Пункты наблюдения располагались с шагом 8-12 км (в среднем 10 км). Регистрация электромагнитных вариаций производилась цифровой широкодиапазонной электроразведочной станцией ЦЭС-2 № 399 в диапазоне МТЗ-Н (периоды вариаций 10-2400 с.). Измерения горизонтальных составляющих электрического поля ЕХ и ЕУ осуществлялись ортогонально расположенными диполями длиной 100 м, заземленными с помощью неполяризующихся электродов. Измерения составляющих магнитного поля НХ, НУ, НZ выполнялись статическими магнитометрами. Датчики вариаций составляющих магнитного поля устанавливались на твердой основе (кольцах) и ориентировались по буссоли в азимутах, соответствующих направлению приемных линий (диполей).

На каждом пункте МТЗ записывалось не менее 4-х магнитных лент по 8-10 часов каждая. Запись выполнялась круглосуточно. Полное время регистрации на одном пункте зондирования составляло 3-5 суток.

### **Геофизические поля.**

Сейсмическое поле.

При исследованиях по системе пространственных зондирований в качестве источника упругих волн [7-10] использовались промышленные взрывы в горнодобывающих предприятиях Восточного Казахстана. Это в основном карьеры Шемонаиха, Николаевский, Камышинский, Чекмарь, а также группа шахт г. Лениногорска.

По методике пространственных зондирований с дискретным расположением пунктов наблюдений волновое поле регистрируется на коротких участках (575-2300 м), а расстояние между этими участками составляет 5-25 км. Кроме этого, с каждым взрывом меняются условия возбуждения упругих колебаний, как за счет величины и компоновки заряда, так и за счет смещения точки взрывания в пределах отдельного карьера. Эти факторы усложняют прослеживание изменения параметров сейсмических волн в зависимости от расстояния до пункта взрыва. Поэтому при анализе волновых полей в методе пространственных зондирований используются приемы обобщения и статистической обработки некоторых параметров отдельных групп волн.

Электромагнитное поле.

Характерными чертами естественного переменного электромагнитного поля Земли являются закономерности изменения его колебаний во времени (суточный ход), их интенсивность и распределение по периодам. Определением частного спектра вариаций магнитотеллурического (МТ) поля, напряженности, направления и характера поляризации выделяются основные его особенности.

Анализ электромагнитного поля Восточного Казахстана базируется на результатах МТ-исследований, выполненных цифровой станцией ЦЭС-2 в низкочастотном режиме работ МТЗ-Н за два полевых сезона по профилю Тройницкое-Карагужиха. Статистический анализ данных распечаток ЭВМ, полученных после обработки полевых магнитограмм показывает, что по профилю, пересекающему вкрест Калба-Нарымскую и Рудноалтайскую зоны зарегистрировано и обработано около 100 тыс. дискретных значений колебаний горизонтальных компонент МТ-

поля в интервале периодов от 10 до 2000-2400 с. Следует отметить, что это количество фильтрованных значений после отбраковки на соответствие линейной модели [7-9].

#### **Район исследований и его геофизические особенности.**

##### **- Сейсмические данные**

При исследованиях по системе пространственных зондирований в качестве источника упругих волн использовались промышленные взрывы в горнодобывающих предприятиях Восточного Казахстана. Это в основном карьеры Шемонаиха, Николаевский, Камышинский, Чекмарь, а также группа шахт г. Лениногорска.

Специфические особенности взрывов, производимых в карьерах с промышленными целями, обусловили необходимость регистрации волнового поля у карьера, поскольку важно знать и по возможности учитывать те волновые осложнения, которые определяются не сейсмологической ситуацией в коре, а особенностями самого источника. На борту карьера, на удалении порядка 400-600 м от взрыва, регистрировались квазисинусоидальные колебания с частотой 9-10 Гц и длительностью от 0,3-0,5 с (карьеры Шемонаиха, Лениногорский, Чекмарь), до 1 секунды в карьере Камышенский. На прямую, волну регистрирующуюся первой, через 0,05-0,1 с накладывается интенсивная поперечная волна, а затем через 0,15-0,25 с вступают поверхностные волны [10-11].

С целью выявления обобщенных особенностей волнового поля первых вступлений продольных и поперечных волн, регистрируемого из каждого карьера, произведено совмещение пунктов взрыва в одну точку, а центры всех зондирований и времена пробега основных волн от источников колебаний до этих центров вынесены на одну плоскость  $t(R)$ , т.е. построен сводный годограф для всей исследуемой территории. Разброс времен прихода волн относительно осредненных годографов обусловлен сейсмогеологическими неоднородностями верхней части разреза, значительным отличием глубинного строения различных блоков земной коры, исследуемой территории, большим количеством глубинных и поверхностных тектонических нарушений, погрешностью определения момента вступления волн при малоинтенсивной записи. Волновое поле в пределах исследуемой территории регистрировалось на расстоянии от 5,6 км до 160 км от источника сейсмических колебаний.

##### **- Электромагнитные данные**

Характерными чертами естественного переменного электромагнитного поля Земли являются закономерности изменения его колебаний во времени (суточный ход), их интенсивность и распределение по периодам. Определением частного спектра вариаций магнитотеллурического (МТ) поля, напряженности, направления и характера поляризации выделяются основные его особенности.

Анализ электромагнитного поля Восточного Казахстана базируется на результатах магнитотеллурических исследований, выполненных цифровой станцией ЦЭС-2 в низкочастотном режиме работ МТЗ-Н за два полевых сезона по профилю Тройницкое-Карагужиха [32]. Статистический анализ данных распечаток ЭВМ, полученных после обработки полевых магнитограмм показывает, что по профилю, пересекающему вкост Калба-Нарымскую и Рудноалтайскую зоны зарегистрировано и обработано около 100 тыс. дискретных значений колебаний горизонтальных компонент магнитотеллурического поля в интервале периодов от 10 до 2000-2400 с. Следует отметить, что это количество фильтрованных значений после отбраковки на соответствие линейной модели.

Анализ распределения электромагнитных колебаний по периодам в процентном отношении от общего количества фильтрованных значений после отбраковки показывает [27], что преобладающими являются КПК от 10 до 200 с (75%). Вариаций с периодом 200-400 с зарегистрировано и обработано около 15%. В низкочастотном диапазоне периодов от 400-1000 и

до 2000 с. их количество составляет 8% и 2% соответственно. Импульсов с самой низкой частотой колебаний магнитотеллурического поля зарегистрировано наименьшее количество, для каждого пункта МТЗ приходится в среднем по 25 колебаний.

Характер проявлений и интенсивность вариаций весьма сильно зависит от структурно-тектонических геоэлектрических характеристик района исследований. На участках с резкими изменениями геоэлектрического разреза их величина заметно меняется, предопределяя переход от одной структуры (блока) к другой. В районах, где коренные породы высокого сопротивления близко подходят к дневной поверхности или обнажаются, интенсивность поля резко повышается. Это относится к Алейскому и Синюшинскому (Лениногорско-Зыряновскому) антиклинориям Рудноалтайской зоны, фундамент которых сложен метаморфизованными терригенными породами ордовикской системы. По мере увеличения рыхлых отложений (эффузивных осадочных проводящих пород карбона и девона в Быструшинском прогибе) интенсивность вариации электромагнитного поля ослабевает. Сравнительно низкими амплитудами колебаний характеризуется поле в районе прогиба Калба-Нарымской зоны в юго-западной части профиля [12]. Несмотря на то, что в верхней части прогиба распространены интрузивные породы высокого сопротивления, степень интенсивности поля здесь уменьшается. На разрезе сопротивлений видно, что в нижней части преобладают породы с низкими электрическими сопротивлениями.

В результате обобщения и анализа приведенных данных, выявлены и описаны зоны глубинных разломов, сейсмические, геоэлектрические и тепловые неоднородности земной коры и верхней мантии, а также приведена обобщенная геолого-геофизическая модель земной коры и верхней мантии, что позволяет выявить закономерности размещения месторождений полезных ископаемых с глубинным строением, следовательно, проведение прогнозной оценки территорий.

### **Литература**

1. Альмуханбетов Д. и др. Исследования земной коры и верхней мантии в Казахстане магнитотеллурическими методами. Алма-Ата, «Наука», КазССР, 1977 г, 150с.
2. Антоненко А.Н. Глубинная структура земной коры Казахстана (по сейсмическим данным). А-Ата, «Наука», 1984г, 276с.
3. Г.Н. Боганик, И.И. Гурвич. Сейсморазведка. 2006. 118 с.
4. Бондарев В.И. Основы сейсморазведки. Екатеринбург: Издательство УГГГА. 2003. 332 с.
5. Альмуханбетов Д. Электромагнитное зондирование в Казахстане. Алма-Ата, «Наука», 1972 г, 209 с.
6. Антоненко А.Н., Дубровин Г.К., Аргынов Т.Д., Бикеев В.С. Глубинное строение складчатых районов Казахстана в кн. «Геология и металлогения Казахстана» А-Ата, «Наука», 1989г, с.161-173.
7. Антоненко А.Н., Дубровин Г.К., Аргынов Т.Д., Бикеев В.С. Сейсмические исследования глубинных структур земной коры Северного Прибалхашья в сб. «Особенности глубинного строения горнорудных районов Казахстана» А-Ата, 1989г., с.33-40.
8. Геология и металлогения Рудного Алтая. АН КазССР. Алма-Ата, 1970 г, 197 с.
9. Геология Лениногорского и Зыряновского рудных полей на Алтае. АН КазССР. Москва, 1957 г, 371 с.
10. Глубинное сейсмическое зондирование. Материалы второго Всесоюзного совещания по изучению коры и верхней мантии Земли методами сейсмологии взрывов. АН КазССР. Алма-Ата, 1973 г, с.120-129.

11.Егоркин А.В. Анализ точности определения скоростных параметров разреза земной коры по годографам отраженных волн. Изв. АН СССР, Физика Земли, № 9, 1966 г., с.72-81.

12.Глубинное строение территории СССР. М. Наука, 1991, 224с.

**Ә.Н. Аманкелді, А.К. Сабержанова**

**Кешенді терең геофизикалық зерттеулер деректері бойынша Кенді Алтай жер қыртысының жер үсті және терең құрылымдарының байланысы**

**Аңдатпа.** Кенді Алтай аумағының мысалында жер қыртысының беткі және терең құрылымдарының байланысын зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеулер геологиялық ғылымдар институтының ғылыми зерттеулерінің материалдарына негізделген. К. И. Сатпаева.

**Түйін сөздер:** жердің терең құрылымдары, кен орындары, магнитотеллуриялық әдістер.

**A.N. Amankeldi, A.K. Saberzhanova**

**Connection of near-surface and deep structures of the Earth's crust of the Rudny Altai according to the data of complex deep geophysical studies**

**Abstract.** The results of studying the relationship between the near-surface and deep structures of the Earth's crust on the example of the territory of the Rudny Altai are presented. The research is based on the materials of scientific research of the Institute of Geological Sciences named after K. I. Satpayev.

**Keywords:** deep structures of the earth, deposits, magnetotelluric methods.

УДК 550.3

**Б.С. Аман, Ж. Г. Ермакбай**

*Научный руководитель – Л.Д. Исаева Профессор, доктор геолого-минералогических наук.*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[ermekbay2019@mail.ru](mailto:ermekbay2019@mail.ru)

## **ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СКВАЖИН (ГК) НА МЕСТОРОЖДЕНИИ САРЫБУЛАК (СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)**

**Аннотация.** В статье приведены результаты геофизических исследований скважин (ГК) на месторождении Сарыбулак, также особенности строения Сарыбулакского гранитоидного массива в юго-восточной части Сырымбетского рудного поля. Поисковые работы были осуществлены при помощи бурением колонковых скважин. Гамма-каротаж скважин проводился с целью определения литологическую расчленение пород в разрезе скважин, в том числе разделению покровных кайнозойских отложений и кор выветривания также поисков радиоактивных руд и оценки радиоактивной зараженности пород и руд для учета ее при дальнейшей отработке месторождения.

**Ключевые слова:** месторождение, скважина, гамма каротаж, радиоактивность.

В Казахстане существует более 600 месторождений металлов и редких земель. Одним из них является Сарыбулакское месторождение, принадлежащее Сырымбетскому рудному полю, приурочено к корам выветривания гранитоидов дальненского (орлиногорского) комплекса, представленного двумя массивами: Сырымбетским и Сарыбулакским (Рис.1).

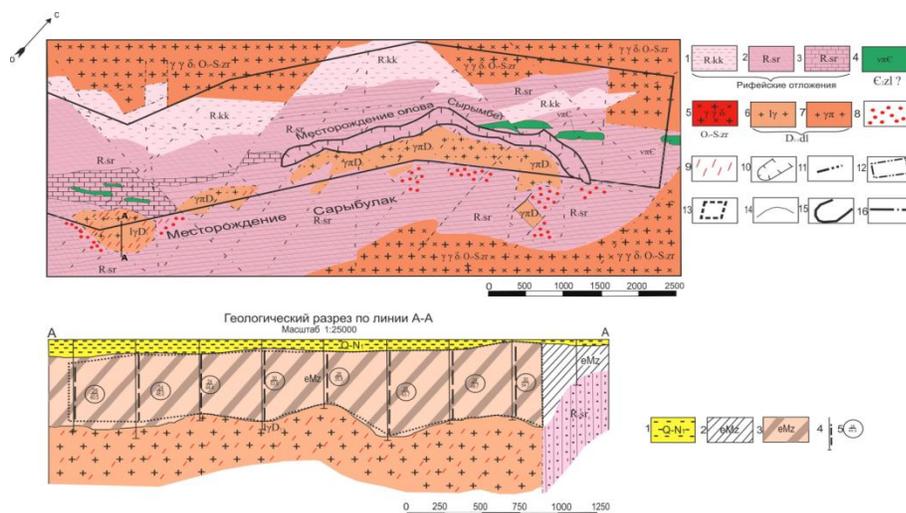


Рисунок 1 – Схематическая геологическая карта Сырымбетского рудного поля и геологический разрез по линии AA (месторождение Сарыбулак).

1 - кокчетавская свита (Rkk)- кварцитовидные песчаники, серицит-кварцевые микросланцы; 2 - шарыкская свита (R<sub>3sr</sub>):глинистые сланцы, пятнистые глинистые сланцы, кварц-серицит-хлоритовые сланцы, кварц-амфиболитовые сланцы; 3 - карбонатные породы без разделения; 4 – диабазы; 5 - граниты и гранодиориты; 6 - граниты лейкократовые (D2-3); 7 - гранит-порфиры (D2-3); 8 - ороговикованные породы; 9 - грейзенизация; 10 - метасоматически измененные породы, несущие оловорудную минерализацию; На разрезе: 1 - покровные глинистые отложения; 2 - кора выветривания по вмещающим породам; 3 - кора выветривания по гранитоидам; 4 - в числителе - содержание Та<sub>2</sub>О<sub>5</sub>, г/т, в знаменателе - мощность рудного интервала, м

2002 г. Кустанайская поисково-съёмочная экспедиция проводила поисково-оценочные работы в юго-восточной части Сырымбетского рудного поля. Поисковые работы осуществлялись бурением колонковых скважин. Гамма-каротаж скважин проводился для решения следующих задач:

1. В помощь литологическому расчленению пород в разрезе скважин, в том числе разделению покровных кайнозойских отложений и кор выветривания, выделению глинистых и песчано-дресвяных разностей образований коры выветривания, отделению кор по породам шарыкской свиты от кор по гранитам.

2.Поиск радиоактивных руд и оценки радиоактивной зараженности пород и руд для учета ее при дальнейшей отработке месторождения.

Гамма-каротаж проводился во всех скважинах каротажной станцией СК-1-74 со скважинным прибором КУРА-1, с непрерывной записью диаграммы в масштабе 4 мкр/час на 1 см диаграмной ленты при подъеме скважинного прибора. Детализации подвергнуто 10% объема каротажа в масштабе 1:50.

Скорость подъема снаряда составила 500-600 м/час. Каротаж скважин, настройка и эталонирование аппаратуры производилось в соответствии с требованиями “Инструкции по гамма-каротажу при поисках и разведке урановых месторождений” выпуска 1987 года.

С помощью гамма-каротажа четко отбивается контакт между суглинками и глинами и корой выветривания, а также между корой и коренными породами. Прослой песков также отбиваются довольно четко.

Практически все аномальные значения приурочены к зоне контакта с корами выветривания и представлены глинами коричневого, буро-коричневого цвета, плотными, карбонатными, иногда с галькой кремнистых пород.

Коры выветривания, развитые по породам экзо контакта характеризуются несколько повышенной активностью. Средне фоновое значение составляет 25 мкр/час. В отдельных скважинах отмечаются более высокие значения до 70-80 мкр/час при фоне 28-30 мкр/час.

Коренные породы экзоконтакта, представленные, в основном, образованиями шарыкской свиты (сланцы глинистые, серицитовые, кварц-серицитовые, алевролиты, аргиллиты и др.) имеют активность от 15 мкр/час до 40 мкр/час, при среднефоновой 25 мкр/час.

Сырымбетский гранитоидный массив сложен гранит-порфирами, с разной степенью грейзенизации, от слабо грейзенизированных гранитов до грейзенов.

По радиоактивности гранит-порфиры, также как и коры выветривания по ним, имеют более повышенные значения, чем породы экзоконтакта. Среднефоновое значение по Сырымбетскому массиву составляет 50 мкр/час. По отдельным скважинам отмечаются аномальные значения гамма-активности. Так в скв. 5142 гамма-активность от 120 до 250 мкр/час в коре выветривания, при фоне 105 мкр/час, в гранит-порфирах – 142-180 мкр/час при фоне 110 мкр/час. В скв. 5147 в интервале 35,8-36,4 гамма-активность достигает 140 мкр/час при фоне 50 мкр/час. Повышенные аномальные значения в подавляющем большинстве отмечены в глинистой, глинисто-древяной коре выветривания.

Сарыбулакский гранитоидный массив, в юго-западной части Сырымбетского рудного поля, сложен среднезернистыми лейкократовыми гранитами. Вторичные изменения выражаются в слабой альбитизации, проявленной в образовании пертитовых структур в ортоклазе и в грейзенизации, степень грейзенизации пород различна – от слабо измененных, до полно проявленных грейзенов. В коре выветривания гранитов зафиксирована гамма-активность от 15-25 мкр/час до 80-130 мкр/час, при средне фоновой 60 мкр/час. Граниты имеют гамма-активность от 28 мкр/час до 120 мкр./час, при средней фоновой – 60 мкр/час.

Таким образом, гранитоиды Сарыбулакского массива имеют несколько повышенную радиоактивность, чем гранитоиды Сырымбетского массива.

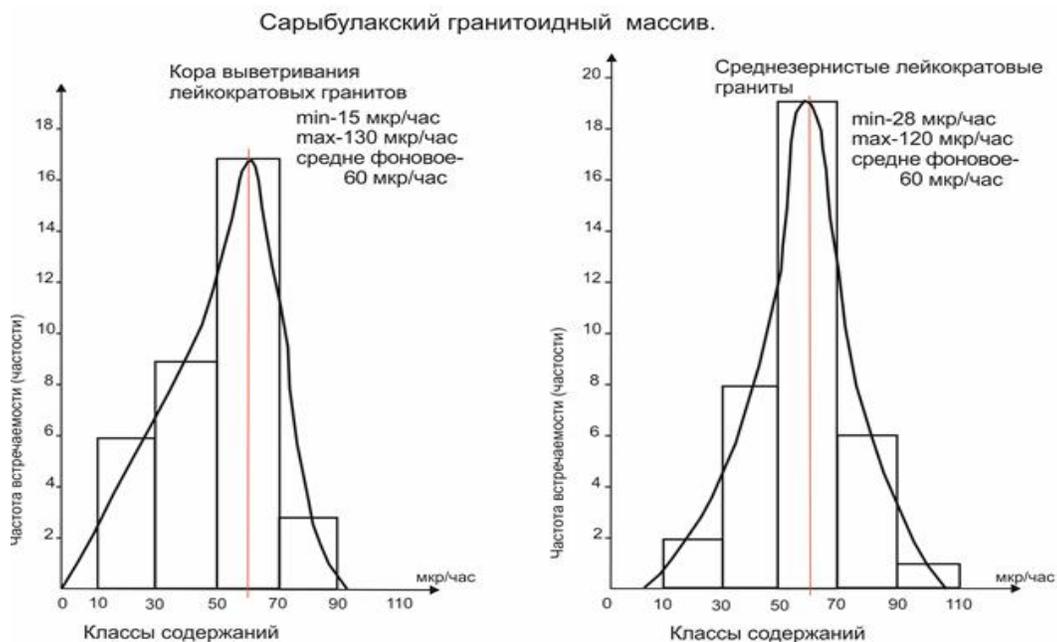


Рисунок 2 – Гистограмма радиоактивности пород месторождения Сарыбулак.

По некоторым скважинам отмечается превышение гамма-активности над фоновой, в корях выветривания в 2 раза, редко в 2,5 раза, а в гранитах – 2,2 раза. Повышенные значения приурочены преимущественно к глинисто-дресвяной, реже к глинистой коре выветривания гранитов.

Таким образом, мы видим, что по радиоактивности покровные отложения (17,5мкр/час) юго-восточного фланга Сырымбетского рудного поля четко отличаются от вмещающих пород экзоконтакта (25 мкр/час) и собственно гранитоидов (50-60 мкр/час) Также отмечается закономерное увеличение радиоактивности пород сверху вниз, в зависимости от степени их изменения.

Резимируя выше сказанное, можно сделать вывод о том, что большинство радиоактивных аномалий, выявленных на Сырымбетском рудном поле, расположены в плане вне границ развития танталоносных кор выветривания по гранитоидам. Большинство наиболее интенсивных из них (300-1100 мкр/час) расположены на значительной глубине (от 200 до 600 м), т.е. гораздо ниже границы развития коры выветривания. Все это характеризует радиационную обстановку как благоприятную для обработки месторождения.

### Литература

1. В. Н. Попков, О.В. Граф. Поисково-оценочные работы на тантал, ниобий, редкие земли в юго-восточной части Сырымбетского рудного поля. ОАО “КПСЭ” ТУ “Севказнедра”, г. Костанай, июнь 2003 г.,
2. Абдулин А.А., Абдулкабиров М.А. Магматизм Северного Казахстана. АН Каз.ССР. Алма-Ата, 1988. 160 стр..
3. Месторождения редких металлов и редких земель Казахстана. Справочник Академия наук РК. Алматы, 1998. 136 стр.
4. Зорин Ю.М. и др. «Отчет о результатах поисково-разведочных работ на редкие металлы (бериллий, тантал) в пределах Кокчетавской области, Еленовская ПСП, 1965-67 гг. в двух томах (Кокчетавская геологоразведочная экспедиция СКГУ)». – Кокчетав, 1967.

**Б.С. Аман, Ж. Ф. Ермекбай, Л.Д. Исаева**

#### **Сарыбұлақ кен орнында Ұңғымаларды Геофизикалық зерттеу (ГК) (Солтүстік Қазақстан)**

**Аңдатпа.** Мақалада Сарыбұлақ кен орындарындағы ұңғымаларды (ГК) геофизикалық зерттеу нәтижелері, сондай-ақ Сырымбет кен орнының оңтүстік-шығыс бөлігіндегі Сарыбұлақ гранитоидты массивінің құрылымдық ерекшеліктері келтірілген. Іздеу жұмыстары негізгі ұңғымаларды бұрғылау арқылы жүргізілді. Ұңғымада гамма-каротаж, ұңғыма кимасында тау жыныстарын литологиялық жіктеу үшін, соның ішінде жабынды кайнозой түзілімдері мен мору қабаттарын және радиоактивті руданы анықтауға пайдаланылды. Сонымен қатар тау жыныстары мен руданың радиоактивті ластануын, кен орнын игеру үшін бағалауға қолданылып, кенді одан әрі игеру кезінде ескеру үшін пайдаланылады.

**Түйін сөздер:** кен орын, ұңғыма, гамма-сәулелік каротаж, радиоактивтілік.

**B.S.Aman, Z. G. Ermekbay, L. D. Isaeva**

#### **Well logging (GR) at the Sarybulak deposit (Northern Kazakhstan)**

**Abstract.** The article presents the results of geophysical exploration wells (GR) in the deposits Sarybulak, also a feature of the formation of the Sarybulak granitoid massif in the southeastern part of Syrymbet ore field. Prospecting works were carried out by drilling of core wells. Gamma logging was carried out to determine the lithological partitioning of rocks in the borehole section, including separation of the overlying Cenozoic sediments and weathering crusts as well as to search for radioactive ores and assess the radioactive contamination of rocks and ores to take it into account in further development of the field.

**Keywords:** field, well, gamma-ray logging, radioactivity.

**Г. А. Артуров**

Научный руководитель - Г. К. Умирова, сеньор-лектор, доктор философии Ph.D,  
Satabayev University, Казахстан г. Алматы  
[gaziz.arturov@mail.ru](mailto:gaziz.arturov@mail.ru)

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОСТИ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ В МЕЛОВОМ И ЮРСКОМ КОМПЛЕКСАХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАРАЖАНБАС**

***Аннотация.** Несмотря на продолжительную эксплуатацию, специалисты считают, что месторождение Каражанбас содержит значительные запасы нефти, поскольку высокой разбуренностью характеризуется только центральная часть месторождения Каражанбас, а изученность периклинальных областей остается достаточно низкой. Пополнение запасов также возможно за счет пропущенных интервалов, которые в силу различных причин не были вовлечены в разработку. Чтобы оценить возможность прироста запасов углеводорода за счет изучения мелких нефтегазоносных интервалов и участков продуктивных пластов необходимо детальное изучение геологического строения отдельных зон продуктивного пласта и закономерностей их распространения по площади. Анализ исторических данных показал, что в подсчете запасов предыдущих лет интерпретация материалов ГИС на месторождении Каражанбас осуществлялась «ручным» способом. Что дает не достоверную информацию при подсчете запасов углеводорода. Пористость по данным ГИС не оценивалась, выделение коллекторов и оценка эффективных толщин проводились по качественным признакам. Поэтому проведение исследований по изучению пористости для более точного определения количества запасов углеводородов является актуальной задачей.*

***Ключевые слова:** пористость, плотность, продуктивные отложения, фильтрационно-емкостными свойствами*

В строении месторождения Каражанбас наблюдаются такие особенности, как высокая тектоническая нарушенность, литолого-фациальная изменчивость пластов (в особенности юрских), наличие стратиграфических несогласий и невыдержанность сейсмических отражающих горизонтов, секущих разновозрастные отложения.

Использование новейшей аппаратуры дала новые данные, применяя эти данные было разработана эффективная методика интерпретации данных ГИС. Для решения данной задачи отбор керна был выполнен из 60 скважин, в том числе из 8 скважин (2000 и 2005 г.) при использовании съемных керноприемных труб, что определило более высокий вынос и лучшее качество керна из этих скважин. Особенность месторождения Каражанбас размыв слабо уплотненных пород, что привело к потере информации о пластах, обладающих наибольшей высокими фильтрационно-емкостными свойствами. По этой причине, полученные сведения о физических свойствах пород являются заниженными.

Наиболее полное представление о продуктивном разрезе позволил получить высокий вынос керна, за счет выноса слабосцементированных песчаных пород. Для пород из некоторых скважин выполнено фотографирование среза керна в ультрафиолетовом свете и комплексное исследование, результаты которого явились основой интерпретации материалов ГИС. Для продуктивных горизонтов имеется 5 интервалов отбора, в которых вынос керна составил более 85%.

Таким образом, целью данных исследований является уточнение характера и границ распространения продуктивных пластов в меловом и юрском комплексах, оценка их пористости

для подготовки подсчетных параметров резервуаров и флюидов на основе использования наиболее современных и эффективных методик их определения.

Для достижения поставленной цели в рамках исследований были решены следующие задачи:

1. Сбор и обобщение материалов по петрофизическим, геофизическим и гидродинамическим исследованиям скважин;
2. Создание петрофизической модели продуктивных горизонтов на основе лабораторных исследований керна;
3. Формирование современной методики интерпретации ГИС-данных.

Согласно полученным данным использование новой аппаратуры привело к увеличению верхних границ изменения емкостно-фильтрационных свойств (Рисунок 1).

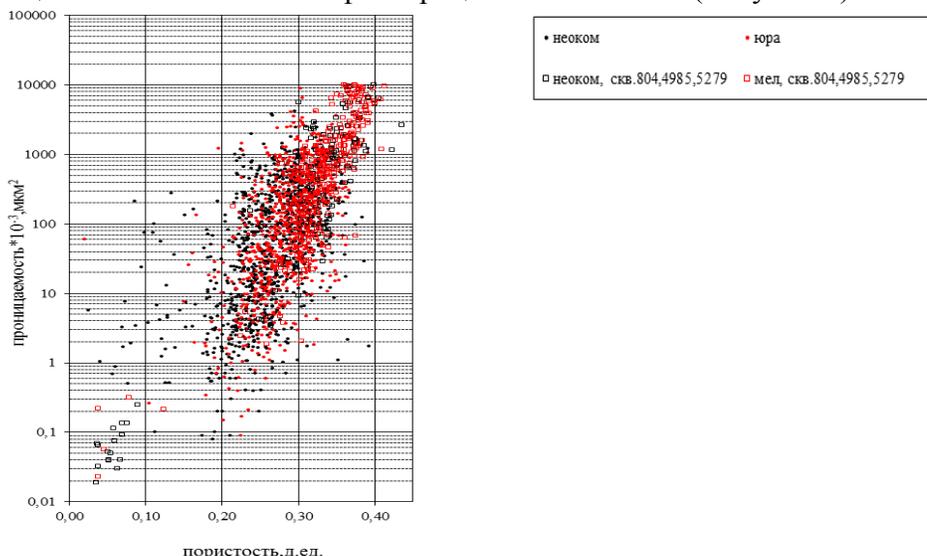


Рисунок 1 – Соотношение проницаемость-пористость для пород продуктивных отложений

Это подтверждает, что продуктивные отложения юры и мела являются единым петрофизическим объектом. Наилучшими емкостно-фильтрационными свойствами обладают слабосцементированные однородные песчаники и песчаники с редкими прослойками глины. Для пород с преимущественно глинистым цементом зависимость имеет вид

$$K_{пр} = 0,0005 * e * 40.999K_{п} (R_2 = 0.67) \quad (1)$$

Соотношение плотность пород ( $\rho_p$ )-пористость ( $K_p$ ) не дифференцировано для отложений мела и юры (Рисунок 2).

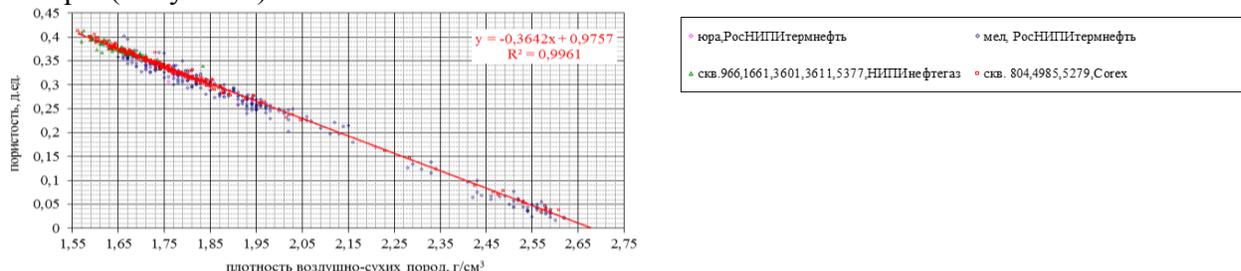


Рисунок 2 – Соотношение плотность пород – пористость

Так как все точки, отражающие связь параметров  $\rho_p$ - $K_p$ , находятся в соответствии с рассматриваемыми параметрами, определенными по керну, полученному из скважин с

использованием новой аппаратуры, то зависимость  $K_p=f(\rho_p)$  принята по результатам изучения керна из этих скважин:

$$K_p = 0.3642 * \rho_{\text{пород}} + 0,9757 (R_2 = 0.9961) \quad (2)$$

**Определение пористости.** Для определения пористости пород был использован плотностной каротаж с применением уравнения (3):

$$K_{\text{пггк}} = (\sigma_{\text{ск}} - \sigma_{\text{п}}) / (\sigma_{\text{ск}} - \sigma_{\text{ж}}) \quad (3)$$

где  $K_{\text{п\_ггк}}$  - общая пористость по плотностному каротажу;  $\sigma_{\text{п}}$  - плотность породы по ГГКп;  $\sigma_{\text{ск}}$  - плотность зерен 2.65 г/см<sup>3</sup>;  $\sigma_{\text{ж}}$  - плотность флюида 1.0 г/см<sup>3</sup>. (Рисунок 3)

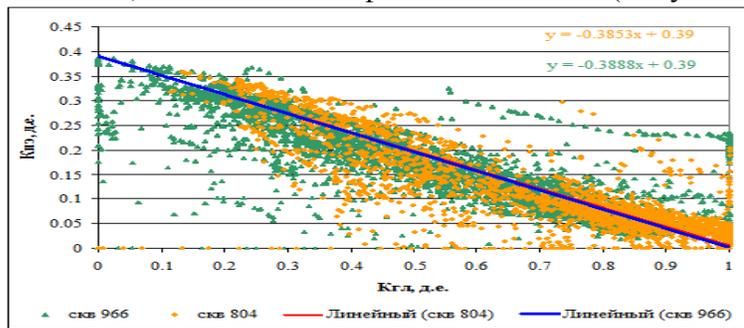


Рисунок 3 – Сопоставление  $K_p$  с  $K_{\text{гл}}$ , рассчитанных по данным ГИС

Эффективная пористость рассчитывалась по формуле (4):

$$K_{\text{пэ}} = K_p - K_{\text{гл}} * K_{\text{пгг}} \quad (4)$$

где  $K_p$  – пористость, рассчитанная по ГГК;  $K_{\text{пгг}}$  – пористость глины, принята равной 0.18. Эта связь аппроксимируется линейной зависимостью:  $K_{\text{пэ}}=0.39*(1-K_{\text{гл}})$ , т.е. эффективная пористость равна 0 при 100% глинистости и эффективная пористость равна 39% при нулевой глинистости.

Общая пористость  $K_p$  была определена обратным расчетом по эффективной пористости с использованием значения пористости глины на уровне 18%:

$$K_p = K_{\text{пэ}} + K_{\text{гл}} * 0,18. \quad (5)$$

Достоверность определений проверена сопоставлением пористости по ГИС, рассчитанной по ГГКп, с пористостью по керну в поточечном и попластовом (в коллекторах) вариантах (Рисунок 4 А)

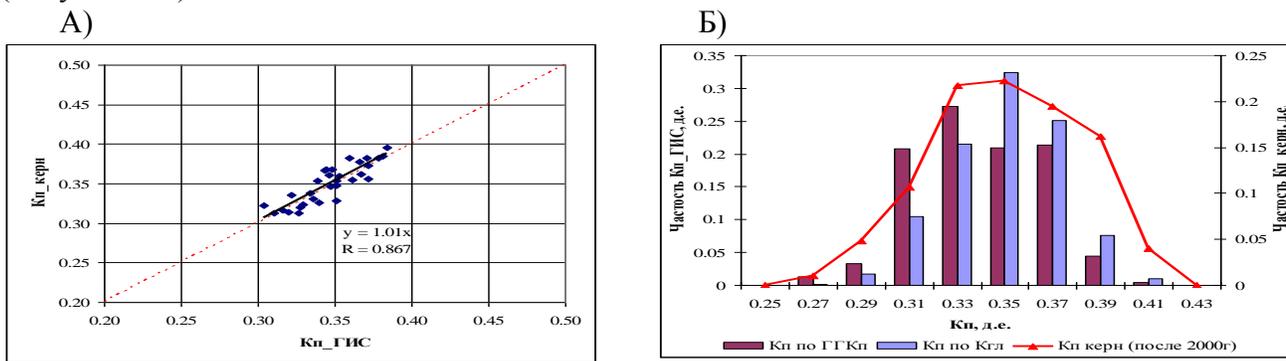


Рисунок 4 – А) Сопоставление  $K_{\text{п\_ГИС}}$  с  $K_{\text{п\_кern}}$  в попластовом варианте

Б) Сопоставление распределений  $K_{\text{п\_ГИС}}$  ( $K_{\text{п}}$  по ГГКп и  $K_{\text{гл}}$ ) и  $K_{\text{п\_кern}}$

Как видно из рисунков наблюдается достаточно хорошая коррелируемость сопоставляемых величин пористости, коэффициент корреляции несколько выше при попластовом сопоставлении по сравнению с поточечным, соответственно, 0.867 и 0.768.

Также для оценки достоверности определений пористости по глинистости по данным ГИС были построены гистограммы значений Кп, рассчитанных по данным ГГКп и Кгл и определенных по анализам образцов керн (Рисунок 4 Б).

### **Выводы**

1. По результатам выполненных лабораторных исследований получены данные по литолого-физическим и фильтрационно-емкостным свойствам пород, слагающих продуктивные горизонты месторождения Каражамбас. Особая роль при решении данной задачи отводилась выбору аппаратуры. Исходя из этого принципа, все скважинные измерения выполнены с использованием современной высокоточной аппаратуры.

2. Обнаружена хорошая коррелируемость сопоставляемых величин пористости в поточечном и попластовом вариантах, коэффициент корреляции несколько выше при попластовом сопоставлении по сравнению с поточечным, соответственно, 0.867 и 0.768.

3. По материалам петрофизических и геофизических исследований уточнены петрофизические и емкостно-фильтрационные особенности, текстурно-структурные характеристики, разработана единая методика для интерпретации ГИС.

### **Литература**

1. Г.Чиндаулова, Умирова Г.К. Методика создания единой схемы интерпретации данных ГИС для 19-24 горизонтов месторождения Узень. Материалы Международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы эксплуатации зрелых месторождений». г.Актау, 16-17 мая 2019 г

2. Воцалевский Э.С., Токарев В.П., Бадоев Т.И., Шаховой А.И и другие. Подсчет запасов нефти и газа по месторождениям Каражанбас, Северные Бузачи, Жалгизтюбе Мангышлакской области Каз. ССР по состоянию на 1 сентября 1977 г. КНГР, КазНИГРИ, КЭМНГР

3. Инструкция по классификации запасов месторождений перспективных и прогнозных ресурсов нефти и природного углеводородного газа, Алматы, 2005 г

4. Каражанбасское месторождение нефти и газа // Казахстан. Национальная энциклопедия. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2005. -Т. III. - ISBN 9965-9746-4-0.

5. Отчет «Подсчет запасов нефти, растворенного газа и попутных компонентов месторождения Каражанбас» (Мангистауской области Республики Казахстан) по состоянию на 01.07.2007 г., выполненный АО НИПИнефтегаз в 2008 г. по договору № 475.Актау, 2008 г

**Г. А. Артуров, Г.К. Умирова**

#### **Қаражанбас кен орнының бор және юра кешендеріндегі өнімді горизонттардың кеуектілігін анықтау әдістемесі**

**Аңдатпа.** Ұзақ уақыт пайдаланылуына қарамастан, мамандар Қаражанбас кен орнында мұнайдың едәуір қоры бар деп санайды, өйткені Қаражанбас кен орнының орталық бөлігі ғана жоғары бұрғылаумен сипатталады, ал периклинальды облыстардың зерттелуі айтарлықтай төмен болып қала береді. Шағын мұнай-газ аралықтары мен өнімді қабаттардың учаскелерін зерттеу арқылы мұнай қорларының өсу мүмкіндігін бағалау үшін өнімді қабаттың жекелеген аймақтарының геологиялық құрылымын және олардың аудан бойынша таралу заңдылықтарын егжей-тегжейлі зерттеу қажет. Сондықтан кен орындарының қорын ұлғайту үшін кеуектілікті зерттеу бойынша зерттеулер жүргізу өзекті міндет болып табылады.

**Түйін сөздер:** кеуектілік, тығыздық, өнімді шөгінділер, сүзгіштік-сыйымдылық қасиеттері

**G. A. Arturov, G. K., Umirova**

#### **Method for determining the porosity of productive horizons in the cretaceous and jurassic complexes of the karazhanbas deposit**

**Abstract.** Karazhanbas field is characterized by high drilling, and the study of the periclinal areas remains quite low. To assess the possibility of increasing oil reserves due to the study of small oil and gas-bearing intervals and sections of

productive formations, it is necessary to study in detail the geological structure of individual zones of the productive formation and the patterns of their distribution over the area. Therefore, conducting research on porosity to increase the reserves of the field is an urgent task.

**Keywords:** porosity, density, productive deposits, filtration and capacitance properties

УДК: 550.832:553.9(574)

**Д.А. Дуйсенова**

*Научный руководитель – С.А. Истекова, профессор кафедры геофизики ИГиНГД, доктор геолого-минералогических наук, Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[d.askhatovna@mail.ru](mailto:d.askhatovna@mail.ru)

## **ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ ГАЗОНОСНОСТИ ЧУ–САРЫСУЙСКОЙ ДЕПРЕССИИ В ЮЖНОМ КАЗАХСТАНЕ**

***Аннотация.** Переобработка и переинтерпретация сейсмических данных 2D на месторождениях Моюнкумского газоносного района позволила получить материалы высокой разрешенности для детального изучения перспективных структур в фаменских отложениях девона, турнейских, нижневизейских, серпуховских отложений нижнего карбона, выявления зон развития малоамплитудных тектонических нарушений, прогноза распространения коллекторов с применением синхронной инверсии (месторождение Жаркум). Решение задач основано на проведении комплексных геологоразведочных работ, включающих изучение новых материалов сейсморазведки МОГТ 2Д, ГИС и бурения. Сейсмические данные МОГТ 3Д, обработанные с применением широкого набора процедур и временной миграции до суммирования, проведение динамической интерпретации, позволили выделить аномалии, связанные с понижением данных параметра продольного импеданса, связанные с неоднородностью продуктивных горизонтов и сложнопостроенными коллекторами (месторождение Айрақты).*

***Ключевые слова:** Сейморазведка, обработка, переинтерпретация, газоносные горизонты, Моюнкумский прогиб.*

Шу-Сарысуский бассейн один из перспективных на поиски месторождений углеводородов в Казахстане, но характеризующийся невысоким уровнем геолого-геофизической изученности, главным образом, в связи с низким уровнем разрешения проведенных ранее методов. На площади бассейна по степени перспективности выделены 4 района. К газоносным районам отнесен Кокпансорский и Мойнкумский прогибы. К перспективным газоносным районам отнесены Жезказганский, Тасбулакский и Сузак-Байкадамский прогибы[1].

В Моюнкумском прогибе Чу-Сарысуйского осадочного бассейна в результате поисково-разведочных исследований выявлены газовых месторождений: Амангельды, Айрақты, Анабай, Малдыбай, Ушарал-Кемпыртобе, Ушарал Северный Кумырлы и Жаркум [2].

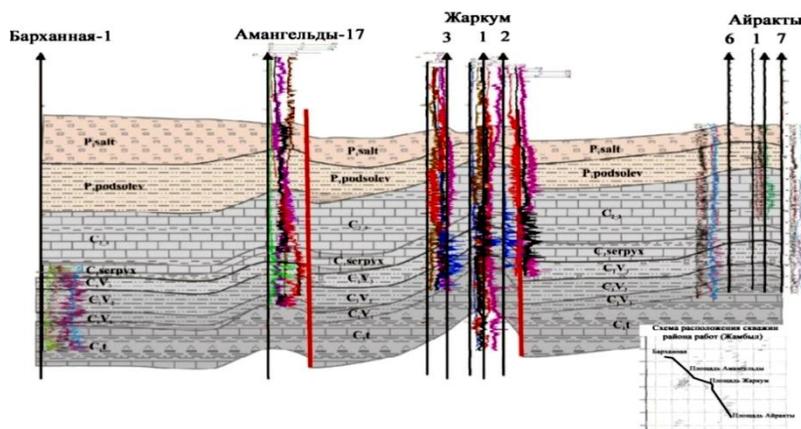


Рисунок 1 - Корреляционная схема через скважины площадей Барханная, Амангельды, Жаркум, Айрақты

Промышленная газоносность Моюнкумского района связывается с отложениями нижнего карбона и нижней перми, перспективы – с отложениями верхнего девона. Возможность открытия залежей с промышленными скоплениями в фаменском ярусе верхнего девона подтверждается получением притока газа в скважине № 2 месторождения Анабай, расположенного к северо-востоку от месторождения Амангельды. Газонасыщенные породы представлены базальными кварцевыми песчаниками в основании фаменского яруса, которые подстилаются грубообломочной молассой среднего-верхнего или вулканогенной толщей нижнего-среднего девона (рис 1) [3].

Региональные геофизические работы в пределах Чу – Сарысуйской депрессии проводились с начала 60–х годов и сопровождалась выявлением и подготовкой к глубокому бурению отдельных структур, которые вводились в бурение параметрическими и структурно – поисковыми скважинами. В конце 60–х годов поисковой и детальной сейсморазведкой выявлены и изучены структуры Айрақты, Жаркум, Амангельды, Малдыбай, Анабай, Кашкинбай, введенные в глубокое поисковое бурение в последующие годы. По результатам глубокого бурения в 1971 году открыто месторождение Айрақты, в 1973 году промышленный приток горячего газа получен на структуре Жаркум [4].

В 2005–2006 гг. на площадях Амангельды, Анабай, Жаркум, проведены сейсморазведочные работы МОГТ 2Д по технологии высокоразрешающей сейсморазведки (ВРС) с целью уточнения геологического строения. В 2009 году в пределах Мойнкумского и Таласского газоносных районов были проведены полевые сейсморазведочные работы МОГТ-2Д – ВРС общим объемом 600 пог. км, включая площадь Жаркум. Для корреляции разрезов скважин, обработки и интерпретации материалов геофизических исследований в скважинах использовался пакет программ DV-Geo. Выполнены: сейсмическое моделирование, корреляция отражений и тектонических нарушений, получение кондиционных временных разрезов по всем отработанным профилям, что позволило провести корреляцию отражающих горизонтов и выполнить структурные построения с учетом данных бурения. В 2018 г. была проведена переобработка и переинтерпретация данных сейсморазведки в объеме 119,3 пог.км, ГИС и бурение для уточнения геологического строения месторождения и выделения перспективных участков.

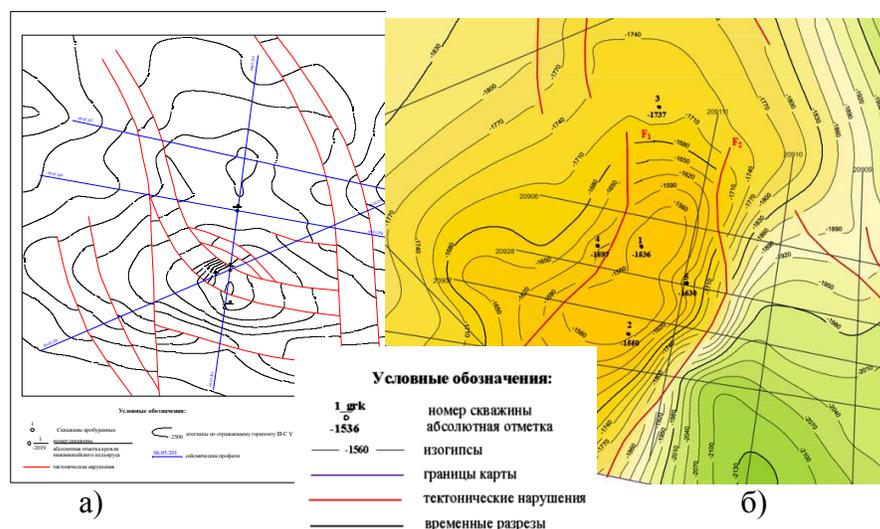


Рисунок 2 - Жаркум. Схематическая структурная карта по III отражающему горизонту (С1V1) по результатам сейсморазведочных данных 2Д: а) 2006 г. б) 2009 г.

На площади месторождения Жаркум проведена переинтерпретация геофизических данных с целью изучения структуры Жаркум, прогнозирования участков с улучшенными коллекторскими свойствами, выявление зон развития малоамплитудных тектонических нарушений в отложениях девона и нижнего карбона. По результатам сейсморазведочных работ 2009 года было уточнено геологическое строение поднятия и структурные карты, характеризующие структурный план поднятия по отложениям серпуховского и нижневизейского ярусов, которые в 2011 были приняты за основу при подсчете запасов. Результаты интерпретации были представлены структурными картами по основным отражающим горизонтам: MZ-KZ (поверхность в мезо-кайнозойской толще), I-P (поверхность солевых отложений), Па (кровля подсолевых отложений), Пк (кровля серпуховских отложений), Пк bot (подошва серпуховских отложений), Пld (кровля средневизейских отложений), П (кровля нижневизейских отложений), С1V1\_bot (подошва нижневизейских отложений), С1t2\_bot (подошва верхнетурнейских отложений), IV (кровля девонских отложений) – подошва турнейских отложений карбона). Были выделены и протрассированы тектонические нарушения, которые подразделены на региональные и второстепенные (Рис.2).

Для стратиграфической привязки отражающих горизонтов, были рассчитаны синтетические сейсмограммы для скважин 6 и 8, которые имели более полные данные АК и ГК-П. Сопоставление синтетической трассы с волновым полем показывает вполне удовлетворительную степень сходимости модельной и реальной трасс. Комплексный анализ данных ГИС и сейсморазведки позволил привязать практически все целевые пласты и выбрать экстремумы сейсмической записи для корреляции. Таким образом, были привязаны опорные ОГ.

Корреляция горизонтов на временных разрезах выполнялась с учетом выбранных на основании стратиграфической привязки и расчета синтетических сейсмограмм параметров пикирования горизонтов. Прослеживание опорных горизонтов выполнялось по технологии фазовой корреляции отражений с увязкой в пределах замкнутых полигонов. Корреляция отражающих горизонтов выполнялась с учетом качества их прослеживания.

В 2016 г. на площади месторождения Айракты ТОО «ГЕОКОМ LTD» проведены полевые сейсморазведочные работы МОГТ 3Д в объеме 93,08 кв.км. Корреляция ОГ выполнена по положительным и отрицательным фазам осей синфазности, совпадающим со

стратиграфическими границами комплексов пород, вскрытых скважинами с учетом динамических особенностей волнового поля и с предположением о выдержанности толщин геологических комплексов пород в пределах тектонических элементов площади исследования (рис 3).

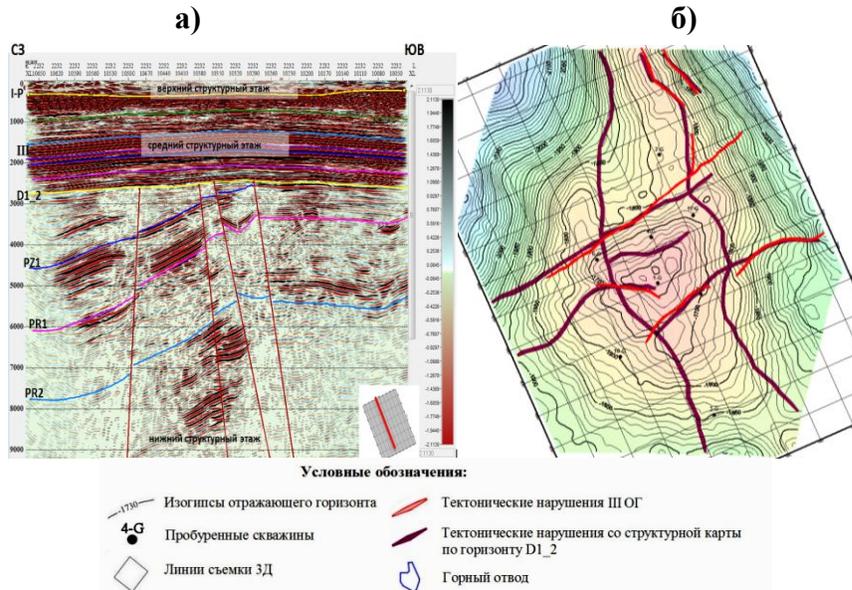


Рисунок 3 - Айрақты. Результаты интерпретации: а) Глубинный разрез inline 2232 (куб ВЕАМ)  
 б) Структурная карта по отражающему горизонту III (подошва нижневизейских отложений)

Переобработка и переинтерпретация сейсмических данных 2D на месторождениях Моюнкумского газоносного района позволила получить материалы высокой разрешенности для детального изучения перспективных структур в фаменских отложениях девона, турнейских, нижневизейских, серпуховских отложений нижнего карбона, выявления зон развития малоамплитудных тектонических нарушений, прогноза распространения коллекторов с применением синхронной инверсии (месторождение Жаркум). Решение этих задач было основано на проведении комплексных геологоразведочных работ, сочетающих изучение новых материалов сейсморазведки МОГТ 2Д, ГИС и бурения. Сейсмические данные МОГТ 3Д в пределах месторождений газа, Моюнкумского района обработаны с применением широкого набора процедур и временной миграции до суммирования. Проведенная структурная и динамическая интерпретация позволила выделить аномалии с пониженными данными параметра продольного импеданса, связанные с неоднородностью продуктивных горизонтов и сложнопостроенными коллекторами (месторождение Айрақты). На основе комплексного анализа результатов структурной и динамической интерпретации, было уточнено строение площади Айрақты. Полученные атрибуты были использованы в комплексе со структурной основой для планирования новых скважин.

### Литература

1. Акчулаков У. Жолтаев Г.Г., Куандыков Б.М., Исказиев К. и др. Атлас нефтегазоносных и перспективных осадочных бассейнов Республики Казахстан. – Астана. 2014. – 97 с.
2. Воцалевский Э.С., Булекбаев З.Е., Искужиев Б.А. и др.. Месторождения нефти и газа Казахстана. Справочник. – Алматы, 2005– 266 с.

3. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана: в 3 т. / под ред. С. Ж. Даукеева[и др.]. – Алматы: 2002. – Т. 1. Глубинное строение и геодинамика. – 224 с.; Т. 3. Нефть и газ. – 272 с.

4. Новый газоносный район в Южном Казахстане / К.А. Айтбаев, Ю.А. Семин, Н.Т. Тукенов и др. // Геология нефти и газа.- 1975.-№ 1.-С. 107-117.

**Д.А. Дуйсенова, С.А. Истекова**

**Оңтүстік Қазақстандағы Шу–Сарысу депрессиясының газдылық перспективаларын бағалау кезіндегі геофизикалық зерттеулер**

**Аңдатпа.** Мойынқұм газды ауданының кен орындарындағы 2D сейсмикалық деректерін қайта өңдеу және қайта түсіндіру девонның фамен шөгінділеріндегі, турней, нижневизей, төменгі карбонның Серпухов шөгінділеріндегі перспективалы құрылымдарды егжей-тегжейлі зерттеу, аз амплитудалық тектоникалық бұзылыстардың даму аймақтарын анықтау, синхронды инверсияны қолдана отырып (Жарқұм кен орны) коллекторлардың таралуын болжау үшін жоғары рұқсат етілген материалдарды алуға мүмкіндік берді. Міндеттерді шешу ҰҒЗ, бұрғылау және МОГТ 2Д сейсмикалық барлаудың жаңа материалдарын зерделеуді қамтитын кешенді геологиялық барлау жұмыстарын жүргізуге негізделген. Процедуралардың кең жиынтығын және жиынтықтауға дейінгі уақытша көші-қонды қолдана отырып өңделген МОГТ 3Д сейсмикалық деректері өнімді горизонттардың гетерогенділігімен және күрделі салынған коллекторлармен (Айрақты кен орны) байланысты бойлық импеданс параметрі деректерінің төмендеуімен байланысты аномалияларды бөліп көрсетуге мүмкіндік берді.

**Түйін сөздер:** Сейсмикалық барлау, өңдеу, қайта интерпретациялау, газды горизонттар, Мойынқұм ойысы.

**D. A. Duisenova, S.A. Istekova**

**Geophysical studies in assessing the prospects of gas content of the Chu-Sarysu depression in southern Kazakhstan**

**Abstract.** The re-processing and reinterpretation of 2D seismic data at the deposits of the Moyunkum gas-bearing region allowed us to obtain high-resolution materials for a detailed study of promising structures in the Famennian deposits of the Devonian, the Tournaisian, Lower Viséan, and Serpukhov deposits of the Lower Carboniferous, to identify zones of development of low-amplitude tectonic disturbances, and to predict the distribution of reservoirs using synchronous inversion (Zharkum field). The solution of the tasks is based on the implementation of complex geological exploration works, including the study of new materials of seismic exploration of MOGT 2D, GIS and drilling. The 3D seismic data processed using a wide range of procedures and time migration before summation, dynamic interpretation, allowed us to identify anomalies associated with a decrease in the data of the longitudinal impedance parameter, associated with the heterogeneity of productive horizons and complex reservoirs (Airakty field).

**Keywords:** Seismic exploration, processing, reinterpretation, gas-bearing horizons, Moyunkum deflection.

УДК 550.832

**Д.С. Раушанбек, Р.Г. Темирханова**

*Научный руководитель - Р.Г. Темирханова, ассистент-профессор, доктор PhD.*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

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

**РОЛЬ И ВАЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЯДЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КАРОТАЖА (ЯГМК) НА УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПЛАСТОВО-ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ТИПА**

**Аннотация.** Для предприятий Казахстана проблема обеспечения поверочными схемами (эталоны, образцовыми приборами и т.д.) для средств измерений массовых долей урана стоит остро. Республика не обладает научно-производственным потенциалом, необходимым для создания метрологического обеспечения ядерно-геофизических методов каротажа (ЯГМК) современного уровня. Положение усугубляется более жесткими требованиями

законодательства РК, так как средства измерений ГИС относятся к сфере государственного регулирования.

**Ключевые слова:** каротаж методом мгновенных нейтронов деления (КНД-М), гамма-каротаж, метрологическое обеспечение, поверочная схема, эталон, государственный стандартный образец состава и свойств уранового рудного тела (ГСО СОСВУРТ).

Нет ни одной практической деятельности человека, где можно было бы обойтись без количественных оценок, получаемых в результате измерений, тем более, если речь идет об оценке запасов стратегического сырья или об оценке экологической обстановки, непосредственно влияющей на жизнеобеспечение человечества. По выражению Д. И. Менделеева – основателя теоретической и прикладной метрологии как науки об измерениях – «... наука начинается с тех пор, как начинают измерять. Точная наука немислима без меры» [1].

В Казахстане геофизика законодательно отнесена к Государственному метрологическому контролю [2]. Метрологическое обеспечение (МО) необходимо для надежного контроля параметров геофизических измерительных систем на всех стадиях их эксплуатации с нормируемой точностью [3].

Современное состояние МО в Казахстане, как и для других стран СНГ, обусловлено историей его формирования в советский период и в последующий период независимости Республики. В постсоветский период оставшиеся на территории Республики Казахстан предприятия атомной промышленности были консолидированы в АО «НАК «Казатомпром», где продолжала действовать система нормативно-технической документации (НТД) МО СССР. Соответственно использовалось материально-техническое и инструментальное обеспечение МО (стандартные образцы, средства измерений), сохранившееся в отдельных организациях. Вместе с тем, базовая составляющая МО – научный, приборостроительный и эталонный комплексы, осталась в Российской Федерации, в результате чего Казахстан утратил ресурсы для реализации главной задачей МО ядерно-геофизических метода каротажа (ЯГМК) – исполнение поверочных схем.

ЯГМК уже в течение более полувека уверенно занимают ведущее место в процессе поисково-разведочных и эксплуатационных работ на урановых месторождениях пластово-инфильтрационного типа. Особенно это относится к методам, основанным на измерении проникающего гамма- и нейтронного излучений. В частности, невозможно представить себе изучение урановых месторождений без материалов гамма-каротажа (ГК). На этапах разведки и эксплуатации урановых месторождений достаточно уверенно внедряется метод, основанный на каротаже мгновенных нейтронов деления (КНД-м). Это обусловлено тем, что данные ЯГМК в принципе поставляют собой измерительную информацию, которая содержит сведения о составе и свойствах урановых рудных тел, столь необходимую при оценке и учете запасов сырья в недрах. Невозможно предоставление качественной оценки учета запасов сырья в недрах, не имея скважинной геофизической аппаратуры, получившей единицу величин от соответствующих геофизических эталонов.

ГК в режиме интегрального счета применяют для получения измерительной информации, которую используют для определения параметров к подсчету запасов урана на урановых месторождениях и параметров к подсчету запасов сырья, которое находится в определенной связи с содержанием урана в рудах, а также при построении литологического разреза.

Практика подсчета запасов показывает, что для удовлетворения требованиям геологических служб, осуществляющих подсчет запасов, необходимо, чтобы при выполнении гамма-каротажа, погрешность определения «метропроцента урана» не превышала 10 %, а мощность была бы определена с погрешностью до 5 см. Предусматриваемая основная погрешность

градуировочной характеристики рабочих СИ не должна превышать 7 %. Для оценки нижнего порога определения массовой доли урана для подсчета запасов исходят из минимального бортового содержания в 0,01 % равновесного урана. Для уверенного выделения этого значения порог чувствительности должен быть не ниже 0,005 % равновесного урана, а погрешность определения бортового содержания – не более 30 %.

На рис. 1 приведена поверочная схема, которая регламентирует требования к процедуре передачи единицы массовой доли урана от эталонов к рабочим СИ, применяемым для гамма-каротажа.

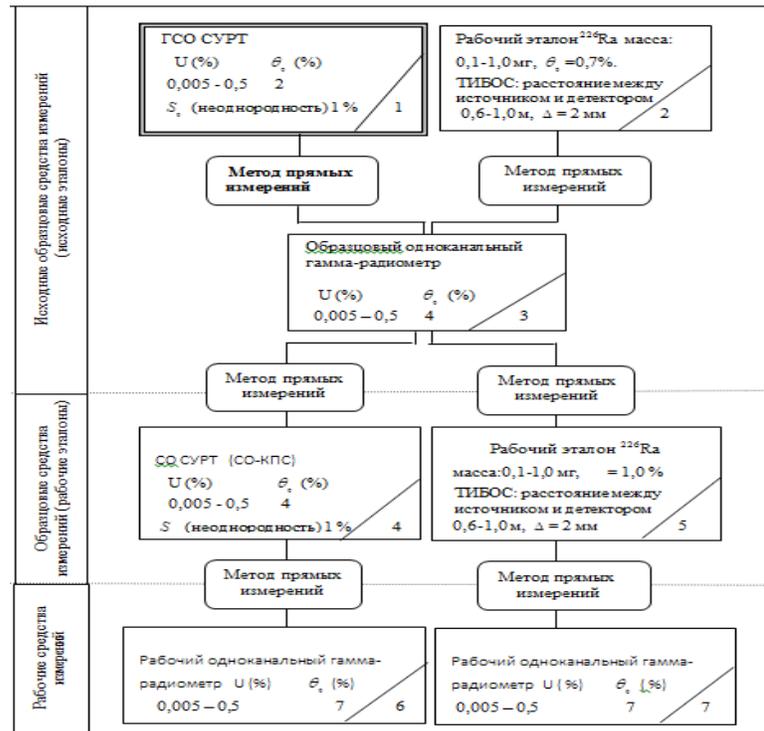


Рисунок 1 - Поверочная схема для средств измерений массовых долей урана методом гамма-каротажа [5]

Метод КНД-М является, так называемым, «прямым» методом определения массовых долей урана. Метод основан на регистрации мгновенных нейтронов, возникающих при делении ядер  $^{235}\text{U}$  тепловыми нейтронами, которые образуются при облучении горных пород и руд потоком быстрых нейтронов от импульсного генератора нейтронов. Метод КНД-М используют для определения параметров рудных по урану интервалов при оценке запасов урана на месторождениях неравновесных урановых руд, когда метод гамма-каротажа не применим. К таким месторождениям относятся практически все месторождения инфильтрационного типа, которые отличаются повышенной влажностью (до 18% и выше) и плотностью, изменяющейся от 1,8 до 2,4 г/см<sup>3</sup>.

Теория и методика КНД-М была разработана в ВИРГе в 70-80 годы прошлого столетия [6, 7]. В результате проведенных теоретических, экспериментальных исследований и опытно-методических работ было показано, что сигнал, обусловленный мгновенными нейтронами деления (МНД), зависит не только от массовой доли урана, но и от замедляющих и поглощающих (по отношению к нейтронам) свойств руд, которые определяются, в основном, влажностью и химическим составом исследуемых сред.

Рекомендованная поверочная схема для средств измерений массовых долей урана методом КНД-м представлена на рис.2.

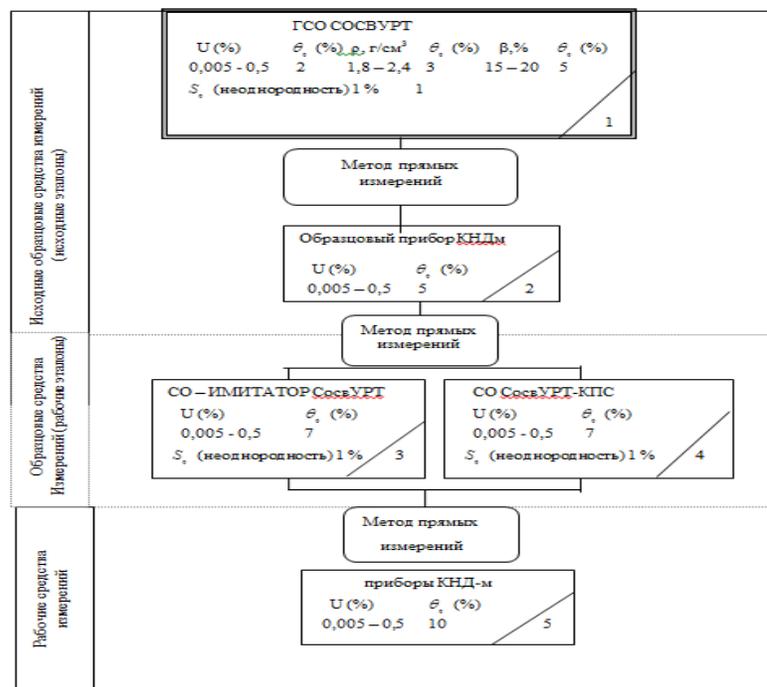


Рисунок 2 - Поверочная схема для средств измерений массовых долей урана методом КНД-м

Первый уровень – исходные эталоны (образцовые средства измерений) – включает Государственный стандартный образец состава и свойств уранового рудного тела (ГСО СОСВУРТ), имитирующего условия измерений в скважине (позиция 1), и образцовый прибор КНД-м (позиция 2).

Второй уровень – эталоны (образцовые средства измерений) – представляет собой СО - имитатор СОСВУРТ (позиция 3) и стандартный образец на основе рудного интервала КПС (позиция 4).

Третий уровень – рабочие средства измерений (позиция 5).

Рекомендованная поверочной схемой последовательность организации метрологического обеспечения метода КНД-м обеспечивает единство и точность рабочих средств измерений, достаточных для использования этого метода при получении исходных данных к подсчету запасов урана в недрах.

Однако имеющиеся в Казахстане, РГП «Казахстанский институт метрологии» (РГП «КазИнМетр»), АО «Национальный центр аккредитации» (АО «НЦА»), АО «Национальный центр экспертизы и сертификации» (АО «НаЦЭКС») (далее Центры) и их региональные представительства, а также метрологические службы предприятий, аккредитованные на право проведения работ в области обеспечения единства измерений, не имеют области аккредитации необходимого метрологического обеспечения указанного метода ГИС. Это связано с необходимостью реализации поверочных схем, имеющих в своем составе специальные стандартные образцы, моделирующие скважинные условия выполнения измерений, полевые калибровочные устройства и т.д. Для того чтобы метод КНД-М занял подобающее ему место и был способен решать поставленные перед ним геологические задачи необходимо спроектировать, изготовить и аттестовать эталоны – стандартные образцы, установки, приборы, контрольные скважины... Осуществление таких наукоемких работ, требующих существенных

трудовых ресурсов и финансовых затрат, представляет чрезвычайно сложную задачу для отдельного предприятия.

#### **Литература**

1. Лобанков В.М. Метрологическое обеспечение в промышленной геофизике, Учебное пособие. г.Уфа, 2016г. стр. 7.
2. Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 года № 53-ІІ «Об обеспечении единства измерений».
3. Лобанков В.М. Прямые измерения в нефтегазовых скважинах. // НТВ «Каротажник». 2017. Вып. 12(282).-стр. 108-117.
4. Закон Республики Казахстан от 9 ноября 2004 года № 603-ІІ «О техническом регулировании».
5. Хайкович И.М. Метрологическое обеспечение радиометрии при решении геологических и экологических задач. // НТВ «Каротажник». 2009г. Вып. 3 (180).- стр. 16-34.
6. Ганичев Г.И. др. Инструкция по каротажу методом мгновенных нейтронов деления при изучении урановых месторождений гидрогенного типа. Ленинград: НПО «Рудгеофизика». 1986 г.
7. Макаров Н.А. и др. «КРУИЗ» - программа обработки и интерпретации результатов каротажа методами КНД-М и ГК. Методы рудной геофизики. Ленинград, НПО «РУДГЕОФИЗИКА», 1987 г., с.38-47

**Д.С.Раушанбек, Р.Г.Темирханова**

#### **Қабатты-инфильтрациялы уран кенорындарында ядролық геофизикалық каротаж әдістерін метрологиялық қамтамасыз етуді дамытудың ролі мен маңызы.**

**Аңдатпа.** Қазақстан кәсіпорындарында уранның массалық бөлігін өлшеу үшін тексеру схемаларымен (стандарттармен, үлгілі құралдармен және т.б.) құралдарымен қамтамасыз ету проблемасы өткір болып табылады. Республикада қазіргі замануи ядролық геофизикалық каротаж әдістерін метрологиялық қамтамасыз етуді қажет ететін ғылыми-өндірістік мүмкіндік жоқ. Бұл жағдай Қазақстан Республикасы заңнамасының қатаң талаптарымен ұшығып отыр, өйткені ҰТЗ өлшеу құралдары мемлекеттік реттеу саласына қарасты.

**Түйін сөздер:** Жедел бөліну нейтрондарын каротаждау (КНД-М), гамма - каротаж, метрологиялық қамтамасыз ету, тексеру схемасы, эталон, уран кені денесінің құрамы мен қасиеттерінің мемлекеттік стандартты үлгісі (ГСО СОСВУРТ)

**D.S.Raushanbek, R.G.Temirkhanova**

#### **The role and importance of the development of metrological support of nuclear geophysical logging methods (NGLM) in uranium deposits of the reservoir-infiltration type**

**Abstract.** For the enterprises of Kazakhstan, the problem of providing calibration schemes (standards, exemplary instruments, etc.) for measuring instruments of mass fraction of uranium is more acute. The republic does not have the scientific and production potential necessary to create metrological support for modern nuclear geophysical logging methods (NGLM). The situation is aggravated by more stringent requirements of the legislation of the Republic of Kazakhstan, since GIS measuring instruments are related to the sphere of state regulation.

**Keywords:** prompt fission neutron logging (PFNL), gamma-ray logging, metrological support, verification schedule, standard, state standard sample of composition and properties of uranium ore body (GSO SOSVURT)

УДК 550.98(574)

**Д.С. Каиров**

*Научный руководитель - А.Е. Абетов, профессор, доктор геол.-мин.наук, чл.–корр. НАН РК; Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[d.kairov@satbayev.university](mailto:d.kairov@satbayev.university)

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛЕВЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ МОГТ ЗД И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ ПО ПЛОЩАДИ ЖАРТОБЕ**

***Аннотация.** В статье рассмотрена методика и техника полевых сейсморазведочных работ на площади Жартобе с целью изучения надсолевых объектов в пределах Сагизского блока. Данные работы проводились с применением вибрационных источников возбуждения. Параметры систем наблюдения и возбуждения упругих колебаний выявлялись опытными работами. Помимо этого, в статье рассмотрена методика пошаговой обработки полевых сейсмических данных.*

***Ключевые слова:** сейсморазведочные работы, МОГТ 3Д, трассирование нарушений, выявление новых ловушек.*

Сейсморазведочные работы МОГТ 3Д с целью изучения надсолевых объектов в пределах Сагизского блока проводились в период 2013-2014гг. на площади Жартобе, с применением вибрационных источников возбуждения.

### **Технология полевых сейсморазведочных работ МОГТ 3Д**

Перед началом полевых работ были проведены опытные работы по выбору оптимальных условий возбуждения упругих колебаний. Основной целью опытных работ являлся выбор оптимальных параметров возбуждения сейсмических колебаний при использовании вибрационного источника.

Расстановка геофонов для опытных работ состояла из 3-х приёмных линий с разной конфигурацией расстановки. Расстояние между приёмными линиями для опытных работ – 15 метров. Длина каждой линии 4760 метров (120 каналов в каждой линии приёма). Расстояние между центрами групп геофонов в линии (пикетами ПП) составляло 40 метров, как при предстоящих производственных работах.

Группа источников располагалась в центре описанной расстановки, между каналами 60 и 61 первой линии. Для приближения к производственным параметрам и обеспечения «чистоты опыта» группа источников располагалась под углом в 45 градусов к линии приёма. Вся программа опытных работ была проведена на одном ПВ. Выбор данного ПВ обусловлен созданием достаточного пространства для маневра группы вибраторов и близостью скважины Zhar-1.

Основным критерием оптимальности условий возбуждения являлось сохранение максимально возможного частотного спектра с обеспечением заданной длины записи – 6 с.

### **Изучение зоны малых скоростей**

Изучение зоны малых скоростей на участке проводилось методом прямого микросейсмокаротажа (МСК) с регистрацией данных в скважине при помощи скважинного прибора и возбуждением упругих колебаний на поверхности. Основной задачей проведения работ МСК на площади съемки являлось изучение скоростных характеристик верхней неоднородной части разреза (ЗМС) и определение скоростей замещения для расчета статических поправок.

Отработано 60 точек МСК. Глубина скважин МСК корректировалась в зависимости от мощности зоны малых скоростей (ЗМС) и литологического состава слагающих пород прямо в процессе бурения, но не превышала 60 м. 59 скважин пробурено глубиной до 40 м и 1 скважина глубиной 60 м. Общая глубина бурения составляет 2448 м.

Полевые работы по изучению ЗМС проводились с использованием сейсмостанции SGD-SEL (СибГеофизПрибор), оснащенной специальным программным обеспечением. В качестве источника возбуждения сейсмической энергии использовалась установка «Падающий груз». Синхронизация запуска начала записи сейсмостанции и импульса Падающего груза осуществлялась с помощью акселерометра SGD-AD. Наземная приемная расстановка длиной 3м

состояла из 2 единичных геофонов. Наблюдения по стволу скважины велись с переменным шагом: 1 м в интервале 1-10 м, 2 м в интервале 10-30 м, и далее 3 м по стволу скважины до глубины 60 м.

Все статические поправки для линии возбуждения и приема были рассчитаны путём интерполяции данных в зависимости от сложности рельефа и изменений скоростей в верхней части разреза. При интерполяции данных МСК применялся метод триангуляции по площади проведения сейсморазведочных работ.

### **Обработка материалов на ВЦ**

Полученный полевой материал осложнён различными помехами: регулярными низкочастотными и высокочастотными. Почти на всех сейсмограммах наблюдается “цуг” низкоскоростных волн - помех. Кроме того, наблюдаются промышленные помехи и наличие шумящих и неработающих каналов. На всех пунктах отмечается “перегрузка” ближних к пункту взрыва каналов. На фоне перечисленных помех достаточно четко просматриваются горизонты.

### **Деконволюция**

Перед тестированием деконволюции была произведена предварительная коррекция скорости и статики. Для получения максимальной разрешенности сигнала и расширения спектра в сигнальном диапазоне тестировались одноканальная деконволюция и поверхностно-согласованная деконволюция.

При выборе деконволюции, ввиду того, что поверхностно-согласованная предсказывающая деконволюция является минимально-фазовой, возникла необходимость перевода сигнала из нуль-фазовой формы импульса в минимально-фазовую.

Расчет минимально-фазового фильтра производился с учетом дискретности (2 мс), длительности (12 сек) и частоты свип-сигнала (10-100) Гц.

Для получения максимальной разрешенности волновой картины и сохранения прослеживаемости границ была выбрана поверхностно-согласованная деконволюция.

Для подавления нерегулярного шума по результатам спектрального анализа был выбран полосовой фильтр в диапазоне частот (8,12,90,110). Для подавления помех после деконволюции применили технологию LIFT.

Пикирование первых вступлений осуществлялось программой Fbnet (Focus). Расчет рефрагированной статики производился программой Refsol (Focus) и программой Renegade (Seismic Studio) со скоростью замещения 2000 м/с, линия приведения -50 м. Для более корректного анализа статики была посчитана коррекция статики по полевой статике и рефрагированной. Для обработки использовалась полевая статика.

Подавление помех на исходных данных тестировалось до и после применения деконволюции.

Для подавления шумящих трасс применялась медианная фильтрация. Интерактивно выбирались параметры: количество трасс для медианного вычисления (=88), пороговые коэффициенты для амплитуд и коэффициенты уровня замены амплитуд (они варьировались от 1.3 до 100).

### **Ввод статических поправок**

Перед применением статических поправок предварительно была произведена коррекция кинематических поправок. Одновременно с выбором скоростей суммирования выбирался и уточнялся мьютинг.

### **Ввод кинематические поправки**

ДМО-преобразование подразделяется на два этапа. На первом этапе проводится анализ скоростей на ДМО-скорректированных сейсмограммах. На втором этапе создание 3Д-ДМО

скорректированного суммарного куба с использованием скоростных функций, полученных на первом этапе.

### Миграция временных разрезов

Миграция выполнена до суммирования во временной области по алгоритму Кирхгоффа.

Использовались сглаженные скорости суммирования. Тестировалась миграция со скоростями 90%, 100% и 110% от сглаженных скоростей суммирования, апертура (3.5км, 4.5 км, 5.5км, 6.5км), метод анти-алиасинга (триангулярный и полосовой).

В граф обработки включена миграция Кирхгоффа по исходным с применением сглаженных скоростей суммирования T0-1000 -100%, T1500-6000-95%, апертура 5,5 км и триангулярный метод (Рисунок 1).

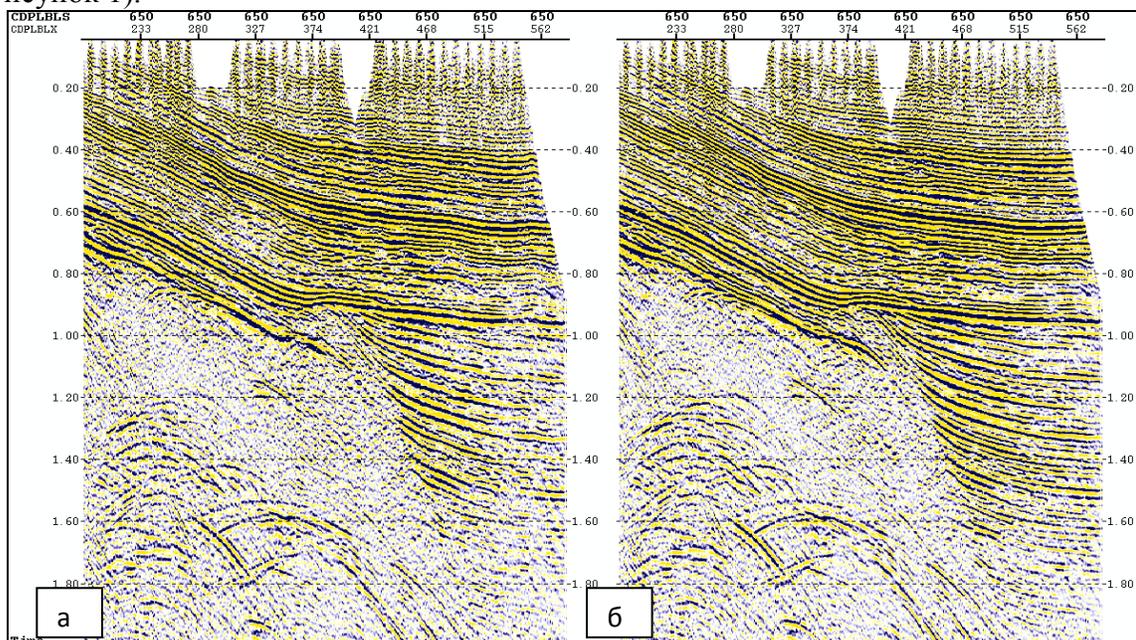


Рисунок 1 – Пример миграции во временной области до суммирования: а –временной разрез до миграции, б – временной разрез после миграции

### Заключение

По результатам полевых сейсморазведочных работ МОГТ 3Д с применением вибрационных источников возбуждения и последующей обработки полученных данных по эффективным алгоритмам на ВЦ получены информативные временные разрезы для интерпретации и моделирования интервалов в надсолевых отложениях, перспективных на обнаружение скоплений УВ по площади Жартобе в пределах Сагизского блока.

### Литература

1. Абдулин А.А., Воцалевский Э.С., Даукеев С.Ж. Отчет по теме «Научное обоснование потенциала нефтегазоносности осадочных бассейнов Казахстана». Том II, 1998.
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, 2013г.
3. Курманбаев М.С. Технический проект на проведение сейсмических исследований 3Д на площади Жартобе Атырауской области для ТОО «Сагиз Петролеум Компани, Алматы, 2013г.
4. Ковальков В. Технический отчет по сейсмическим исследованиям 3Д на участке Жартобе, Алматы, 2014г.

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

**Д.С. Каиров, А.Е. Абетов**

**Әдістемесі мен техникасы, далалық 3Д сейсмикалық барлау жұмыстарын жүргізген Жартобе алаңында**

**Аңдатпа.** Мақаласында қаралды егжей-тегжейлі зерделеу тұзүсті триасты, юра және мел шөгінділердің шегінде алқаптарды бағалау мақсатында олардың болашағын да нефтегазоносном қатысты және учаскелерді анықтау және жекелеген объектілер туралы шешім қабылдау үшін қою одан әрі геологиялық-геофизикалық зерттеулер; трассирование бұзушылықтарды анықтау; геометрия қабаттарды өнімді триас шөгінділерінде, юра және мел анықтау; фациальных өзгерістер учаскелерін жақсартылған коллекторными қасиеттері; анықтау жаңа тұзақтар да тұзүсті Жартобе құрылымы.

**Түйін сөздер:** сейсмикалық барлау жұмыстары, МОГТ 3Д, бұзушылықтарды анықтау, жаңа тұзақтар.

**D.S. Kairov, A.E. Abetov**

**Methodology and technique of field seismic surveys using the 3D common depth point method carried out on the Zhartobe oil field**

**Abstract.** The article discusses a detailed study of the post-salt Triassic, Jurassic and Cretaceous sediments within the areas in order to assess their prospects in the oil and gas ratio and identify areas and individual objects for making a decision on setting up further geological and geophysical studies; tracing violations; determination of the geometry of strata in productive deposits of the Triassic, Jurassic and Cretaceous; identification of facies changes in areas with improved reservoir properties; identification of new traps in the post-salt structure of Zhartobe.

**Keywords:** seismic exploration, 3D CDP, tracing of violations, identification of new traps.

УДК 550.837./624.131.32:624.133/.138

**Е. Т. Мукашбеков**

*Научный руководитель – А. Шарapatov, ассоц. проф., канд. геол.-мин. наук,*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[a.sharapatov@satbayev.university](mailto:a.sharapatov@satbayev.university) [y.mukashbekov@satbayev.university](mailto:y.mukashbekov@satbayev.university)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЗЕМЛЯНОЙ ПЛОТИНЫ)**

**Аннотации.** Гидротехнические сооружения (ГТС) – плотины земляного типа, перегораживая реки, создают резевуар для обеспечения населения питьевой водой, орошения сельскохозяйственных угодий, рыбоводства, выработки электроэнергии, отдыха и т.д. Вместе с тем они являются потенциально опасными объектами, разрушение которых приводит к социальным бедствиям, экономическому и экологическому ущербу. Вопрос безопасности ГТС является актуальным для всех стран мира, в том числе и Казахстана. В связи с этим, были выполнены опытно-методические работы на плотине К-25.

В данной статье приведены результаты разведочной геофизики раздела электроразведки, выполненные методами дипольного электрического зондирования для изучения фильтрационной обстановки в теле насыпной плотины. Были построены двухмерные и трехмерные физико-геологические модели по полученным данным на программах Surfer и Voxler.

**Ключевые слова:** гидротехнические сооружения земляного типа, деструктивные элементы, электроразведка, моделирование

**Введение.** В последние годы для оценки состояния гидротехнических сооружений интенсивно применяются геофизические методы. Объектами поиска геофизических методов

являются деструктивные элементы в основании и теле плотины. Такими элементами являются разломы, смещения, эрозии, зоны суффозий, создающие благоприятные условия для образования водонасыщенных зон и участков струйной фильтрации и др. Информация по геофизическим параметрам и их интерпретация позволяет на ранних стадиях выявлять и прогнозировать структурные и вещественные изменения в теле плотины. Это является основанием для принятия превентивных мер для предотвращения рисков. Мировая практика показывает, для определения таких элементов в основном применяются электроразведочные методы в различной модификации. В данном случае измерения проводятся методом дипольного электрического зондирования (ДЭЗ) [1].

**Решение задачи.** Электроразведочные работы модификацией ДЭЗ были проведены по трем профилям по гребню и со стороны нижнего бьефа (рисунок 1). Целью зондирований ставилась оценка неоднородности по электрическому сопротивлению и поляризуемости разреза тела плотины в интервале глубин от 5 до 40 метров с выделением локальных изменений значений этих параметров. Физической основой для решения этой задачи стали установленные экспериментально закономерности снижения электрического сопротивления суглинистых грунтов по мере увеличения их влажности [2].

Характерной особенностью 2D модели в параметре  $\rho_k$  является существенная его латеральная неоднородность, проявившаяся наличием электропроводящих областей различного размера и контрастности, определяющих блоковую структуру разрезов суглинистого тела плотины. По всем трём профилям установлена связанность электропроводящих областей на участках, прилегающих к бортам плотины. Такие области проявлены практически во всём интервале глубин от 5 до 40 метров, в том числе и ниже основания плотины на глубине 25 метров и в зоне визуально наблюдаемой фильтрации воды в районе ПК 110-125 профиля 2.

В теле плотины присутствуют металлические конструкции – рабочий и аварийный водоводы, которые могут оказывать значительное влияние на распределение электрического сопротивления и вносить элемент неоднозначности в интерпретацию геоэлектрических разрезов около них.

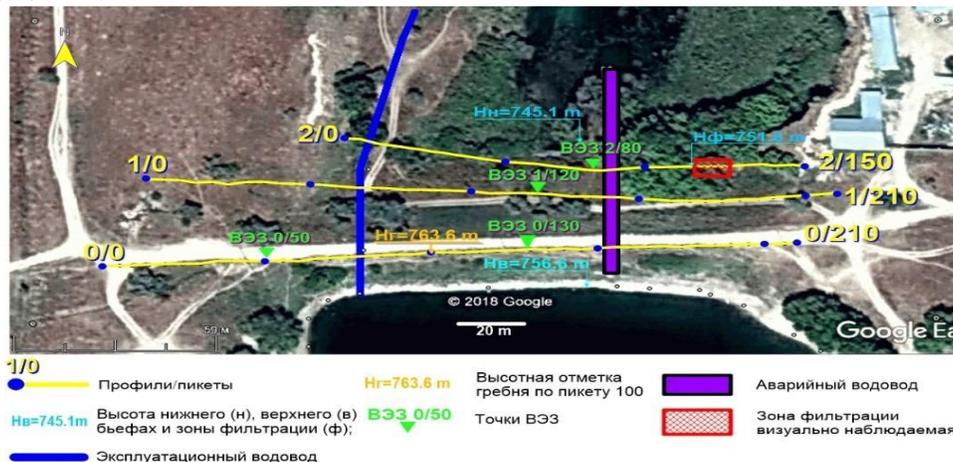


Рисунок 1 – Схема геофизических съёмок

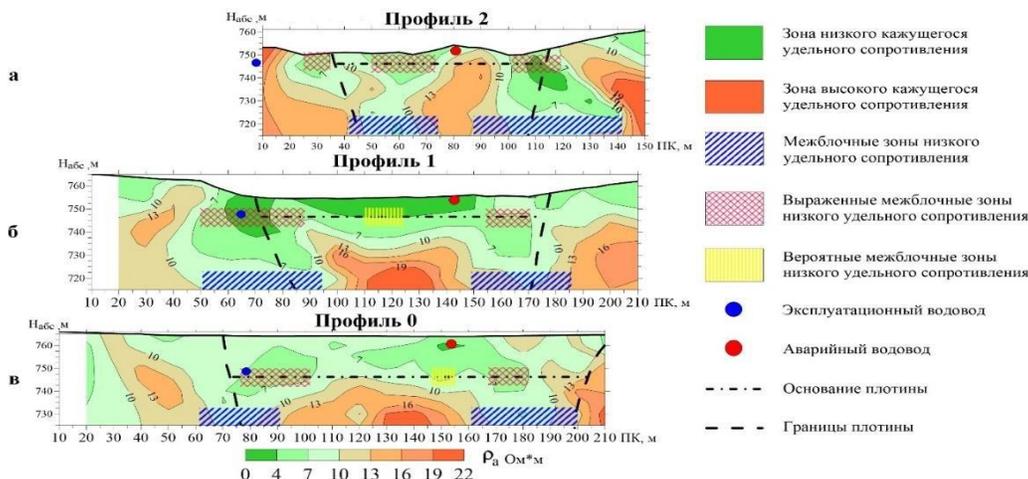


Рисунок 2 – Оценка неоднородности тела плотины в параметре электрического сопротивления

В то же время области повышенной электропроводности простираются либо на глубину, существенно превышающую расположение трубопроводов (профили 0 и 1), либо практически не коррелируются с их положением (профиль 2). Эти эффекты в электропроводности с большой вероятностью можно интерпретировать сменой инженерно-геологических условий в теле плотины, в частности, повышением увлажнённости локальных суглинистых участков.

На рисунке 3 дана трёхмерная модель плотины в параметре электрического сопротивления. Значения  $\rho_k$  изменяются от 2,7 Ом·м до 27 Ом·м. Для объёмной визуализации результатов измерений использовалось среднее значение сопротивления, равное 6,4 Ом·м. Зоны с сопротивлением ниже среднего значения находятся внутри показанной области.

Особенности распределения параметров электрического сопротивления и относительной поляризуемости в плане показаны на рисунке 4. Приведённые результаты ДЭЗ свидетельствуют о высокой эффективности метода для изучения неоднородности тела плотины и выявления в ней участков с повышенной водопроницаемостью. Эти участки при «благоприятных условиях» могут выступать в качестве путей сосредоточенной фильтрации воды.

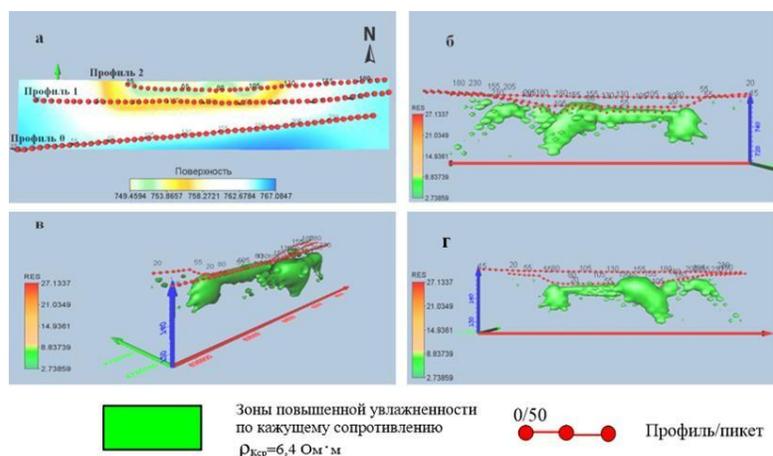


Рисунок 3 – Объёмное распределение параметра сопротивления, вид: в плане (а), с севера (б), с юго-запада (в), с юга (г)

Актуальным является уточнение природы геоэлектрических аномалий в зонах возможного влияния водоводов. Решение этой задачи требует привлечения методов, направленных на получение сведений по упруго-деформационным свойствам суглинистых

грунтов. Именно эти свойства в первую очередь изменяются при повышении их локальной водопроницаемости.

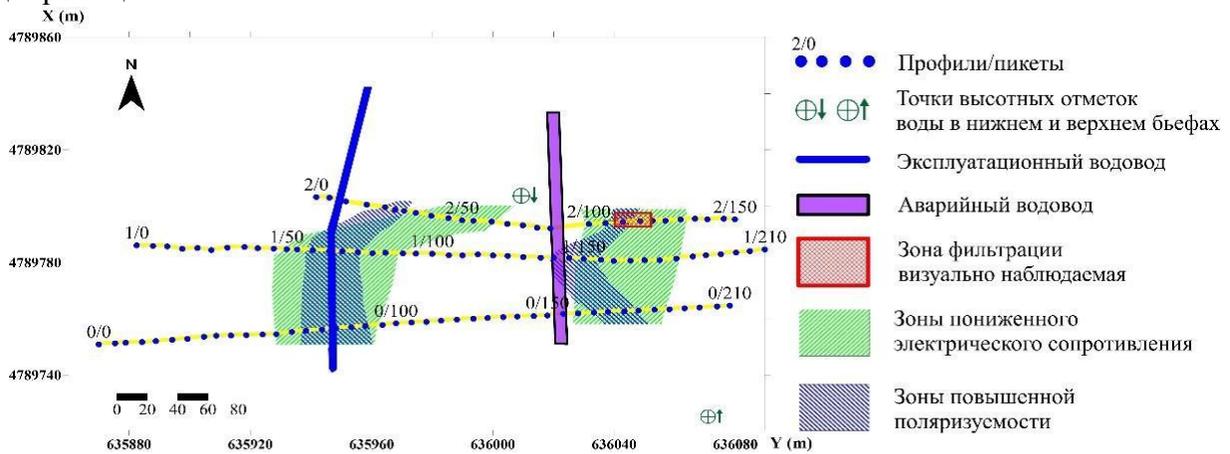


Рисунок 4 – Схема расположения зон потенциальных путей фильтрации

Для наглядности физико-геологической модели (ФГМ) по двум параметрам были объединены на рисунке 5. Повышенные зоны увлажнённости по параметрам относительной поляризуемости и кажущегося сопротивления. Метод ДЭЗ показал высокую эффективность по выявлению участков с повышенной водопроницаемостью. Выполнена оценка информативности геоэлектрических параметров для выявления в теле плотины струйных водоносных зон и картирования их в плане.

**Выводы.** Проведённый анализ осложняющих факторов при использовании электрических параметров в качестве диагностических признаков показали, что к таким факторам относятся как:

- присутствие металлических труб в теле плотины;
- неоднородность земляной плотины;
- состояние самой плотины, поскольку в правом борту плотины имеется визуально наблюдаемая зона фильтрации.

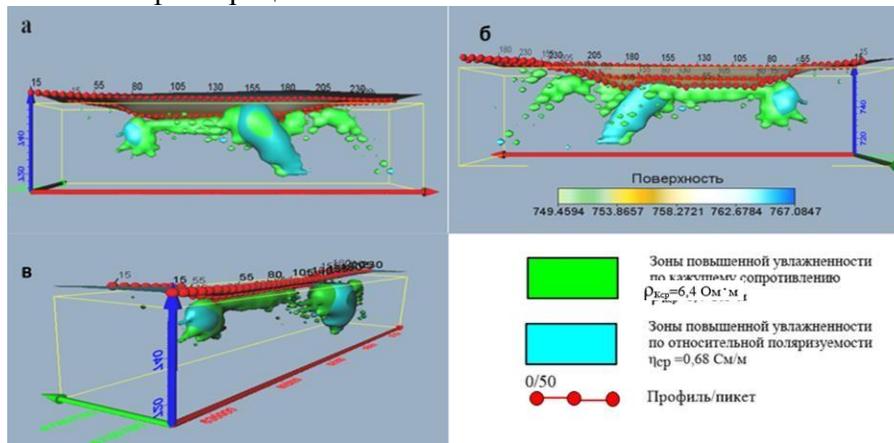


Рисунок 5 – Объединенная ФГМ по параметрам кажущего сопротивления и относительной поляризуемости, вид: с юга (а), с севера (б), с юго-запада (в)

По результатам опытно-методических работ можно сделать вывод, что электроразведку в модификации ДЭЗ целесообразно использовать для первичной оценки состояния плотины, как наиболее экспрессного метода.

### Литература

1. Шарапанов Н. Н. Методика геофизических исследований при гидрогеологических съёмках с целью мелиорации земель. М.: Недра, 1974. – 176 с.
2. Е. М. Ахметов, К. М. Асемов, Е. Т. Мукашбеков, М. В. Шульга. Исследование Земляной плотины комплексом геофизических методов/ Научно-технический журнал «Геофизика»// 3.2020. стр 72-77

**Е. Т. Мукашбеков, Ә. Шарапатов**

#### **Гидротехникалық құрылыстардың жағдайын бағалау үшін геофизикалық әдістерді қолдану (топырақ бөгеттің мысалында)**

**Аннотация.** Бөгеттер түріндегі гидротехникалық құрылыстар (ГТҚ) өзендерді бөгей отырып, халықты ауыз сумен қамтамасыз ету, ауыл шаруашылығы алқаптарын суару, балық өсіру, электр энергиясын өндіру, демалу және т.б. үшін резервуар жасайды. ГТҚ қауіпсіздігі мәселесі әлемнің барлық елдері, соның ішінде Қазақстан үшін өзекті болып табылады. Осыған байланысты К-25 бөгетінде тәжірибелік-әдістемелік жұмыстар орындалды.

Бұл мақалада жер бөгетінің денесіндегі фильтрация жағдайын зерттеу үшін дипольдік электр зондылау әдісімен орындалған электрбарлау бөлімінің барлау геофизикасының нәтижелері келтірілген. Surfer және Voxler бағдарламаларында алынған мәліметтерге сәйкес 2D және 3D физика-геологиялық модельдер салынды.

**Түйін сөздер:** үйінді топырақ типтегі гидротехникалық құрылыстар, деструктивті элементтер, электрлік барлау, модельдеу

**Y. T. Mukashbekov, A. Sharapatov**

#### **Application of geophysical methods for assessing the condition of hydraulic structures (on the example of an earthen dam)**

**Abstract.** Hydraulic structures (HS) of the dam type by blocking rivers can create a reservoir for providing the population with drinking water, irrigation of agricultural land, fish farming, electricity generation, recreation, etc. At the same time, they are potentially dangerous objects, the destruction of which leads to social disasters, economic and environmental damage. The issue of HS is relevant for all countries of the world, including Kazakhstan. In this regard, experimental and methodological work was carried out at the K-25 dam, Karasai district, Almaty region.

This article presents the results of exploration geophysics of the electrical exploration section, performed by dipole electric sounding methods to study the filtration situation in the body of a dam. Two-dimensional and three-dimensional physical and geological models were constructed using the data obtained using the Surfer and Voxler programs.

**Keywords:** earth-type hydraulic construction, destructive elements, electrical exploration, modeling.

УДК 550.3

**И.А. Турдибаев**

*Научный руководитель - Р.Г. Темирханова, ассистент-профессор, доктор PhD;*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[rysbektur@icloud.com](mailto:rysbektur@icloud.com)*

### **ВЛИЯНИЕ ЗМС И ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ ВВ НА КАЧЕСТВО СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ НА ПРИМЕРЕ ДАННЫХ ШУ-САРЫСУЙСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА**

**Аннотация.** В статье рассматривается современное состояние контроля качества (QC) сейсмических данных и приведено обоснование о необходимости использования хорошо зарекомендовавших себя методов, для получения качественного сейсмического материала. На основе обзора изданной и фондовой литературы выделены параметры взрывного источника, необходимые при изучении глубинных горизонтов, которые в свою очередь позволяют получать

*более достоверные мигрированные разрезы. На примере конкретного осадочного бассейна исследована информативность сейсмической записи при изучении глубинного строения земной коры.*

**Ключевые слова:** Сейсморазведка 2D, зона малых скоростей (ЗМС), осадочный бассейн, взрывчатое вещество (ВВ), контроль качества (QC), метод общей глубинной точки (МОГТ), ProMAX SeisSpace.

Планомерные геолого-геофизические работы в Шу-Сарысуйском бассейне были начаты в 40–50 годах. Проводились они с целью изучения геологического строения территории и поисков рудных и нерудных полезных ископаемых.

Сейсмическое изучение территории Шу-Сарысуйского бассейна проводилось в 1956–1996 гг. В период 1956–1975 гг. сейсмические исследования проводились методом отраженных волн (МОВ) и только с 1975 г. были начаты сейсмические исследования методом общей глубинной точки (МОГТ) с кратностью 6, 12, 24, и 48. Разрешение данных с низкой кратностью, в основном, плохое. В результате выполненных площадных работ построены структурные карты по основным отражающим горизонтам, в результате профильной сейсморазведки получено представление о сейсмическом разрезе бассейна.

Сейсморазведочные работы МОГТ-2Д в нашем примере имеют региональный характер и направлены на изучение глубинного строения земной коры, однако при этом необходимо сохранить на сейсмических разрезах информацию о строении осадочного чехла, в том числе о строении его верхней части. Таким образом, при определении параметров методики проведения сейсморазведочных работ МОВ ОГТ, возникают определенные противоречия, так как методические приемы (такие, как шаг каналов, длина годографа, тип и параметры источника возбуждения упругих волн), применяемые при изучении различных уровней осадочного чехла и земной коры, существенно различны. Так, при изучении неглубоко залегающих границ применяются короткие годографы и небольшой шаг между пунктами регистрации упругих волн, в то время как при изучении глубинных слоев требуется применение длинных годографов (соизмеримых с глубиной залегания изучаемых границ раздела) и, соответственно, существенно больший шаг между регистрирующими каналами.

Источник возбуждения упругих волн: взрывной, с интервалом 50 м располагаются ПВ с одиночной скважиной и зарядом (глубина скважины и вес заряда уточняется опытными работами).

Зона выветривания (weathering layer) – приповерхностный, низкоскоростной слой, в котором поры горных пород в основном заполнены воздухом, а не водой. «Сейсмическая зона выветривания» отличается от «геологической зоны выветривания». Часто зону выветривания в сейсморазведке отождествляют с ЗМС. Подошва такой зоны обычно совпадают с уровнем грунтовых вод. Типичные значения скоростей волн в зоне выветривания составляют от 500 до 800 м/с. Мощность ЗМС рассчитывают либо по скважинным данным, либо по первым вступлениям. В большинстве случаев «сейсмическая зона выветривания» толще, чем «геологическая зона выветривания». Однако в дальнейшем будем считать, что зона выветривания это тоже самое, что ЗМС. Локальные низкоскоростные аномалии проявляются на сейсмограмме как «проседания» в сторону больших времен. Пример представлен на рисунке 1.

[1]

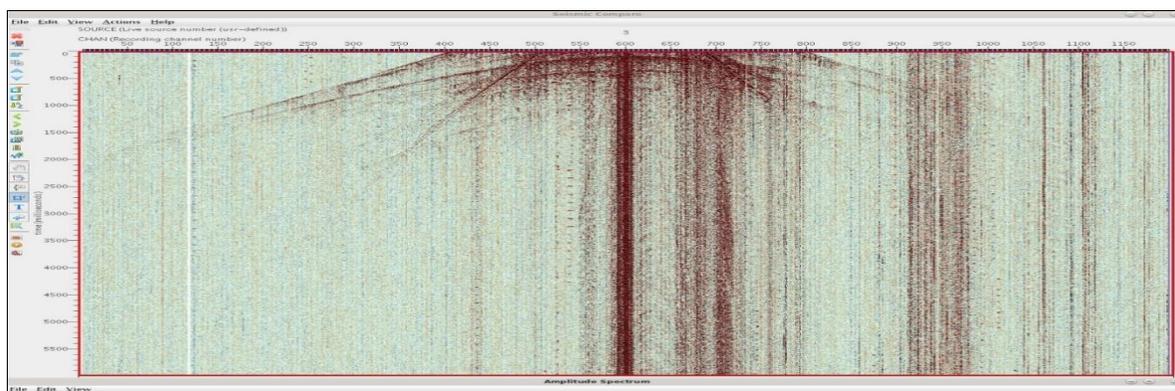


Рисунок 1 - Локальные низкоскоростные аномалии на сейсмограмме

Наличие ЗМС существенно сказывается при проведении сейсмических наблюдений. Присутствие слоя с очень малой скоростью приводит к резкому преломлению лучей на его подошве. В результате при наличии ЗМС лучи приходящих объемных волн выходят на поверхность земли практически вертикально. Это обстоятельство благоприятно для регистрации колебаний, так как теперь продольные волны обладают преимущественно вертикальной составляющей, а поперечные – горизонтальной. [2]

ЗМС отличается сильным поглощением упругих колебаний, поэтому проходящие через нее волны существенно ослабевают и заметно изменяют свой частотный состав, объединяясь высокочастотными компонентами. Наличие сильно поглощающей ЗМС способствует быстрому ослаблению поверхностных волн и увеличению видимых периодов их колебаний.

Последние десятилетие характеризуется бурным развитием технологии контроля качества в направлении от простого визуального контроля до выполнения в поле экспресс-обработки с получением априорных разрезов ОГТ данных.

При оценке качества сейсмограмм в поле основное внимание уделяется выявлению ошибок в геометрии съемки, шумящих каналов, незапланированной смене полярности, искажениям записи, а также оценка случайных шумов. При проведении полевых работ важное значение имеет оценка «геофизического качества» сейсмограммы. Под качеством понимаются основные характеристики сейсмической записи: отношение сигнал/помеха в области регистрации целевых отражений, ширина спектра, значение доминантной (несущей) частоты полезного сигнала, доля низких и высоких частот в спектре полезного сигнала и некоторые другие атрибуты. Именно эти факторы зависят от правильно выбранной глубины заложения заряда.[3] На Рис. 2 приведено сравнение двух сейсмограмм. У сейсмограммы «А» глубина заложения заряда была неоптимальной, что привело к генерации сильной поверхностной волны-помехи. Сейсмограмма «Б» демонстрирует более ровный амплитудно-частотный спектр записи, т.к. низкоскоростная поверхностная волна-помеха с несущими частотами около 14–20 Гц обладает не такой большой энергией, по сравнению с сейсмограммой «А».

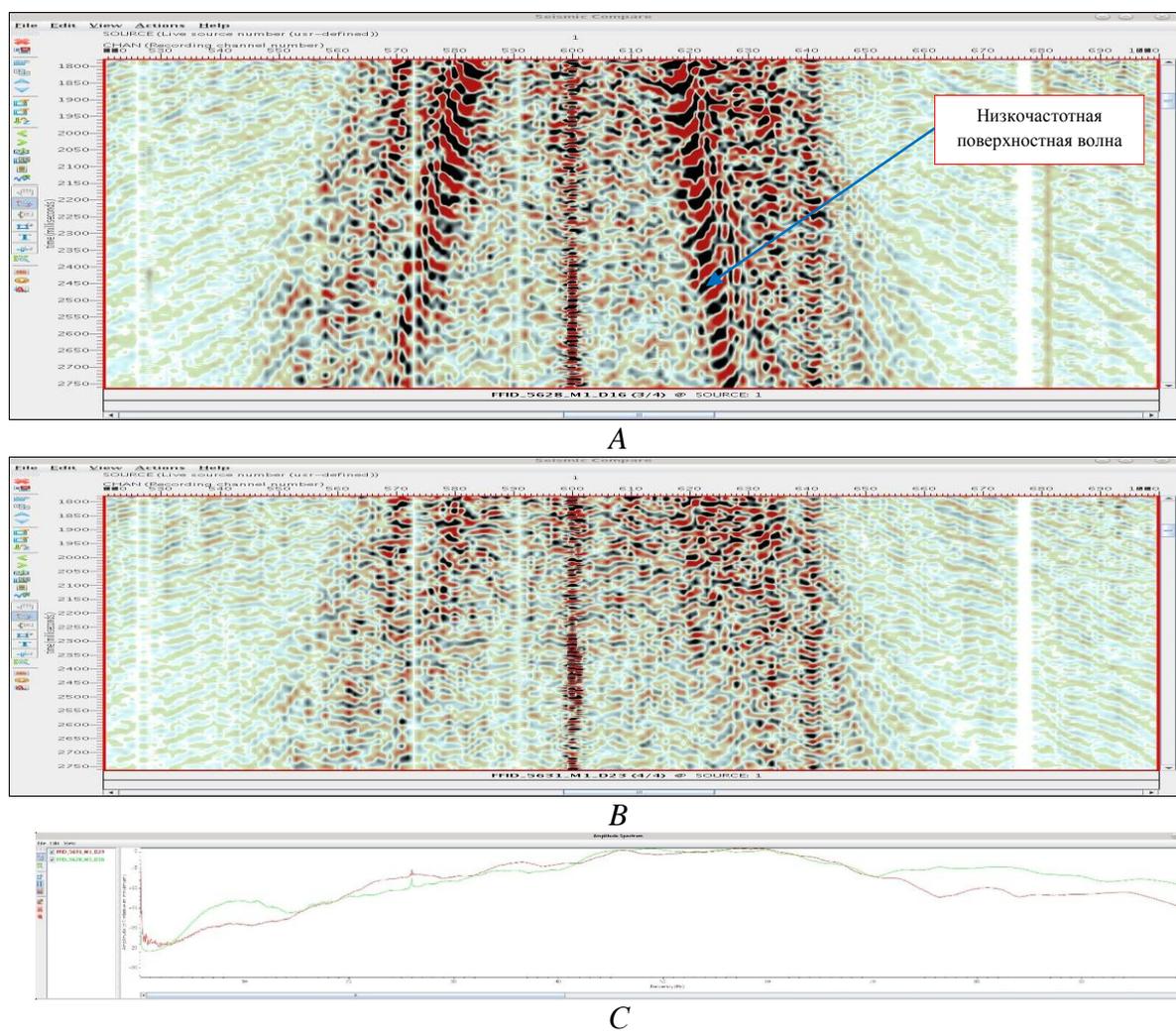


Рисунок 2 - Сравнение сейсмограмм и их спектров, полученных с различным весом и глубиной погружения заряда:  
*A* – глубина 16 м, вес 1 кг; *B* – глубина 23 м, вес 1 кг; *C* – амплитудные спектры

Для анализа данных и подготовки иллюстраций использовался программный комплекс ProMAX/SeisSpace, разработанный компанией Landmark, Halliburton.

### Выводы

Контроль качества первичных сейсмических данных является важнейшим этапом всего цикла сейсморазведочных работ, определяющим их экономическую эффективность, успешность и результативность последующей обработки и интерпретации данных. Визуальные оценки качества сейсмических записей с использованием современных программных комплексов позволяют эффективнее решать эту задачу.

Современные научные представления о структуре и свойствах волнового поля сейсмограммы позволяют геофизику лучше и корректнее контролировать присутствие в спектре полезного сигнала, а также проследить и оценить их физические и коллекторские свойства. Для получения достоверных оценок качества сейсмограммы рекомендуется использовать адекватные алгоритмы оценки его атрибутов. Тем не менее, стоит отметить, что не существует единственного верного алгоритма, многое зависит от конкретных полевых условий, качества аппаратуры и количества данных.

## Литература

1. Давлетханов Р.Т. Коррекция сейсмических записей за влияние верхней части разреза с сохранением кинематики отраженных волн, соответствующих пластовой модели среды.
2. Тищенко А.И., Жуков А.А. Алгоритмы и критерии оценки качества полевых сейсмических записей. Технологии сейсморазведки 2011, с. 40-48
3. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка 2006, с. 108-109

**И.А. Турдибаев, Р.Г. Темирханова**

### **Шу-Сарысу шөгінді бассейні мысалында төмен жылдамдық аймағы мен жарылғыш зат орналасу тереңдігінің сейсмикалық жазба сапасына әсері**

**Аңдатпа.** Мақалада сейсмикалық жазбалардың сапасын бақылаудың қазіргі жағдайы мен жоғары сапалы сейсмикалық мәліметтер алу үшін өзін дәлелдеген әдістерді қолдану қажеттілігі қаралады. Жарияланған және қордағы әдебиеттерді шолу негізінде жарылғыш заттың параметрлері анықталады, бұл терең горизонттарды зерттеуге қажетті көптеген мәселелерді шешеді, өз кезегінде нақты сейсмикалық қималарды алуға мүмкіндік береді. Белгілі бір шөгінді бассейнің мысалында жер қыртысының терең құрылымын зерттеу кезінде сейсмикалық жазбалардың ақпараттылығы зерттелді, алайда сейсмикалық қималардағы шөгінді қыртыстың құрылымы және оның жоғарғы бөлігінің құрылысы туралы ақпаратты сақтау қажет.

**Түйін сөздер:** Сейсмикалық барлау 2D, төмен жылдамдықты аймақ, шөгінді бассейн, жарылғыш зат, сапалық бақылау, жалпы тереңдік нүктесі әдісі, ProMAX/SeisSpace.

**I.A. Turdibayev, R.G. Temirkhanova**

### **Influence of the Low Velocity Layer and Shot Depth on the Quality of Seismic Data Using Acquisition Project in Shu-Sarysu Basin.**

**Abstract.** The article describes the current state of quality control (QC) of seismic data and substantiates the need to use methods that have proven themselves to obtain high-quality seismic material. Based on a review of published and stock literature, the parameters of an explosive source are identified, which solves a wide range of problems necessary for studying deep horizons, which, in turn, will make it possible to obtain more reliable migrated sections. On the example of a specific sedimentary basin, the information content of seismic records was investigated in the study of the deep structure of the earth's crust, however, it is necessary to preserve information on the structure of the sedimentary cover, including the structure of its upper part, on seismic sections.

**Keywords:** 2D seismic survey, low velocity layer (LVL), sedimentary basin, explosive, quality control (QC), common depth point (CDP), ProMAX/SeisSpace.

УДК: 550.83

**Н.Б.Жоныс, Д.Зинединов, Г.К.Умирова**

*Научный руководитель: сеньор-лектор, доктор PhD Г.К. Умирова*

*SatbayevUniversity. Казахстан, г. Алматы*

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

## **ИНФОРМАТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ЗОН, ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫЕ РУДЫ НА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛИМЕТАЛЛОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА**

**Аннотация.** В статье предоставляется анализ данных по месторождению Центрального Казахстана на основе априорных и современных данных, полученные с использованием компьютерных интерпретационных технологий. Результаты выполненных работ свидетельствуют о высокой эффективности комплексирования гравиметрии, магнитометрии и электроразведки при решении поисковых задач в условиях Атасуйского района.

**Ключевые слова:** гравиразведка, магниторазведка, электроразведка, опытные работы, поисковая эффективность, поисковые признаки.

Актуальной задачей геологоразведки РК является укрепление и расширение минерально-сырьевой базы за счет наращивания запасов цветных и благородных металлов, в том числе и полиметаллов. Повышение эффективности геологоразведочных работ на эти виды полезных ископаемых тесным образом связано с оптимизацией геофизических исследований. Увеличение ценности получаемой информации при снижении затрат на выполнение геофизических работ в условиях самокупаемости приобретает особую значимость и является конечной целью многих научных исследований, как теоретического, так и прикладного характера [1].

Спрос на различные виды полезных ископаемых продолжает расти. В Казахстане наблюдаются высокие темпы добычи по многим видам минерального сырья, в том числе по меди, свинцу, цинку и марганцу. Выявление новых месторождений и перспективных рудопроявлений почти не происходит. В последние двадцать лет в Центральном Казахстане появилось только одно новое месторождение – Нурказган, разведка которого еще не закончена.

Цель исследований. Повышение геологической эффективности геофизических исследований при прогнозировании, поисках и дальнейшем изучении месторождений полезных ископаемых на основе рационального комплексирования методов полевых наблюдений и использования современных компьютерных интерпретационных технологий.

Для любых геофизических исследований основополагающими являются физико-геологические особенности месторождений. Рассмотрим их для некоторых месторождений Центрального Казахстана. Например, для месторождений атасуйского типа характерным является совмещение пластовых железо-марганцево-цинковых руд с наложенным гидротермальным барит-цинк-свинцовым оруденением. Оруденение связано с кремнисто-карбонатной толщей верхнефаменского яруса, слагающей крылья Жаилминской мульды. В складчатых структурах пласты и линзы рудных образований залегают согласно, поскольку подвергались складчатому и разрывным дислокациям вместе со всей вмещающей толщей.

В минеральном составе руд участвуют гематит, в меньшей мере магнетит, сидерит, пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит, галенит. В числе нерудных минералов встречаются хлорит, серицит, кварц, халцедон, опал, доломит. Слабо развитые зоны окисления характеризуются наличием мартита, гётита.

Рудные пласты и линзы залегают в переслаивающихся известняках, кремнисто-карбонатных яшмовидно-аргиллитовых отложениях. Подстиляется рудоносная толща вулканогенно-осадочными формациями, включающими вулканиты, их пирокласты и в подчинённых количествах конгломераты, песчаники и алевролиты. В результате вулканической деятельности в породах кислого ряда (риолиты, порфиры, альбитофиры и их пирокласты) в рудоносной толще образовались яшмовидные породы и яшмы.

Жаилминская мульда представляет собой грабен-синклинальную структуру, вытянутую в северо-западном направлении. К центру структуры крылья ступенеобразно погружаются. Опускание блоков происходит по глубинным разломам, выполненным магматитами. Априорные гравимагнитные данные картируют здесь глубинную подвижную зону типа геотектогена или палеорифа. Эти структуры имеют большое поисковое значение, как рудоконтролирующие структуры первого порядка, определяющие положение крупных рудных поясов.

Оруденение приурочено к складчатым структурам и структурным осложнениям, отвечающим узлам пересечения разломов глубокого заложения и длительного развития в нижнепалеозойском фундаменте. Относительно более перспективными в поисковом плане являются сопряженные и секущие разломы, расположенные во внутренней части геотектоногена и перекрытых осадочными образованиями мульды.

Выполненный анализ по изучению эффективности геофизических методов, применяемых при решении поисковых задач в Центральном Казахстане свелся к выделению геологических поисковых признаков, которые в пределах изучаемого рудного района были сведены к следующим моментам.

Методами гравirazведки в условиях Жаилминской мульды достаточно четко выделяются структуры второго, третьего и более высоких порядков. Антиклинальным структурам, сложенным вулканогенными образованиями отвечают участки относительно повышенных значений силы тяжести до 3-5 мГал и более; синклинальным структурам, заполненным осадочными породами верхнего фанена, турне и вize, как правило, соответствуют области относительно пониженных (на 2-3 мГал) значений силы тяжести. Крупные структурные элементы находят четкое отражение в региональной составляющей гравитационного поля, мелкие – в их остаточной высокочастотной компоненте.

Данными гравirazведки картируются красноцветные известняки верхней пачки верхнего фанена (D3fm23), которые нередко под чехлом рыхлых отложений проявлены выступами в рельефе коренных пород. Выступы рельефа могут быть обусловлены горизонтом барит-полиметаллических руд, более плотных и устойчивых к выветриванию, чем окружающие породы. Железорудные и железомарганцевые залежи, а также барит-полиметаллические тела и рудосодержащие скарны отмечаются положительными локальными гравитационными аномалиями в пределах площадей распространения продуктивной толщи верхнего фанена.

Высокая эффективность использования магниторазведки при поиске полиметаллических и железомарганцевых руд в пределах Жаилминской мульды, в частности, обосновывается, в первую очередь, магнитной восприимчивостью как самих руд, так и вмещающих пород (при выделении аномалий), несмотря на то, что в ряде случаев железные руды не проявляют себя в магнитном поле, как например, гематитовые руды месторождения Ушкатын III.

В Центральном Казахстане, как и на территории большинства областей, перспективных на различные типы оруденения, объемы геофизических работ были значительно сокращены. С одной стороны, считалась, что геофизические методы имеют невысокую поисковую эффективность, с другой стороны, что многие территории довольно хорошо изучены геологосъемочными работами. Если анализ гравимагнитных исследований базировался, в основном, на результатах работ прошлых лет, то по результаты электроразведки оказались довольно современными (ТОО «НПЦ «Геокен», 2016 г).

Электроразведочные работы на территории исследований проводились методами переходных процессов (МПП) и аудиоманнитотеллурических зондирований (АМТЗ).

Анализ результатов исследований показал, что по данным МПП в условиях Центрального Казахстана с высокой достоверностью решается задача дифференциации рыхлых отложений. На полученных геоэлектрических разрезах (Рисунок 1) рыхлые отложения уверенно разделяются на два горизонта. Верхний горизонт более проводящий (песчано-глинистый) с удельным сопротивлением 2-8 Ом·м. Нижний горизонт – высокоомный, с сопротивлениями 10-20 Ом·м (известняки). Это дало возможность достаточно уверенно идентифицировать коренные породы. По данным МПП удельное сопротивление этих отложений составило 170 Ом·м.

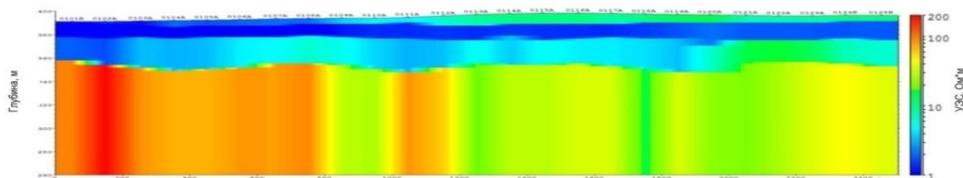


Рисунок 1- Пример геоэлектрического разреза, построенного по данным МПП

По отмеченной на разрезах границе, которая была определена как кровля коренных пород, была построена карта рельефа этой поверхности. Точность определения глубины кровли коренных пород в сравнении с априорными данными бурения составила не ниже 5%. Было отмечено, что простирание понижений в рельефе кровли коренных отложений хорошо коррелируется с разломной тектоникой и выходами контакта известняков и терригенных пачек.

Метод АМТЗ в условиях Жаилминской мульды проводился с целью выделения зон высокой проводимости, связанных с железомарганцевыми, сульфид-баритовыми и полиметаллическими рудами. Анализ результативного материала показал, что данные АМТЗ дают возможность на хорошем уровне выделить особенности, характеризующие геологическое строение района исследований.

Достоинством современных электроразведочных технологий является возможность построения моделей удельного электрического сопротивления. В качестве априорных данных использовались результаты бурения скважин, геологический разрез с ореолами рассеяния Ва, Ag, Sr, Cu, Co (Fe, Mn) по профилю [2], которые были совмещены с результатами АМТЗ (Рисунок 2).

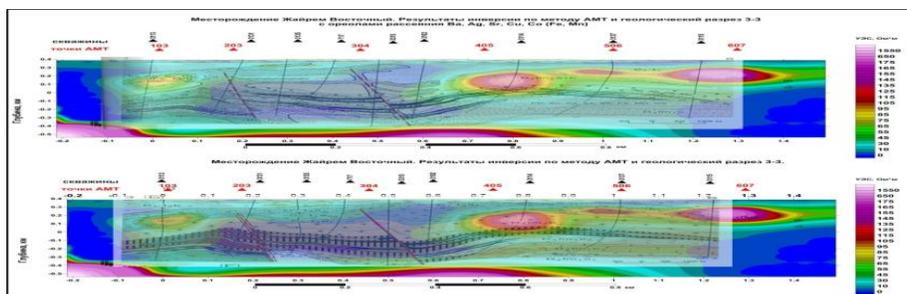


Рисунок 2 - Геолого-геофизический разрез по данным АМТЗ с ореолами рассеяния Ва, Ag, Sr, Cu, Co (Fe, Mn)

Между указанными проводящими толщами наблюдаются высокоомные отложения, картирующие верхнефаменские и нижнетурнейские, преимущественно, карбонатные и туфогенно-осадочные породы. Сопротивление промежуточной высокоомной толщи весьма неоднородно – оно изменяется от 30-40 Ом·м на юго-западе площади до нескольких сотен Ом·м на северо-востоке и востоке участка. Эти изменения хорошо видны на картах УЭС по геоэлектрическим уровням 300 м и 400 м.

Таким образом, анализ эффективности поисковых электроразведочных методов в условиях Центрального Казахстана позволил сделать следующие выводы:

1. Гравиразведка и магниторазведка обязательно должны входить в комплекс геофизических работ, потому что картируют не только геологические структуры, но и дают возможность дифференции горных пород по вещественному составу. Данные этих методов выделяют не только региональные разломы, но и имеют высокие возможности для обнаружения глубокопогруженных, секущих разломов более низких порядков;

2. Электроразведочный метод МПП может успешно применяться при поисках неглубокозалегающих объектов и на участках с незначительной мощностью рыхлых отложений. Эффективность метода МПП при поисках полиметаллических руд зависит от мощности мезокайнозойских, хорошо проводящих, отложений и от характера рельефа палеозойского фундамента. К достоинствам метода можно отнести локальность исследований и глубинность, значительно превышающую геометрические размеры установки;

3. Анализ результатов электроразведочных работ показал сравнительно неплохую эффективность АМТЗ при выделении особенностей, характеризующих геологическое строение участков исследований. Данными АМТЗ повсеместно выделяются: кайнозойские отложения –

на глубинах до 20-50 м (до 30-40 Ом·м); неразделенная пачка кремнисто-известковых нижнекаменноугольных отложений (C1t2b-C1t1a) и красноцветных известняков верхней пачки верхнефаменского яруса (D3fm2a-b) – на глубинах от 50 до 250-300 м (до 200 Ом·м); неразделенные барит-свинцово-цинковые и железо-марганцевые рудоносные пачки (D3fm1) – на глубинах от 300 до 600-700 м (значения УЭС ниже 20 Ом·м); подстилающая рудоносную формацию часть разреза, представленная глинисто-кремнисто-известковистыми отложениями нижнефаменского подъяруса – максимальные УЭС – до 2000 Ом·м;

4. В условиях месторождений Центрального Казахстана разрывные нарушения, зоны дробления и трещиноватости по данным АМТЗ проявлялись в неоднородности низко- и высокоомных пород по латерали, в субмеридиональном и субширотном направлениях [3];

В данной статье предлагаются реальные пути повышения геологической эффективности геофизических работ за счет выбора наиболее оптимального комплекса геофизических исследований, проводящихся с целью выделения и изучения месторождений полиметаллов.

### Литература

1. Христенко Л.А. Оптимизация комплексных геофизических исследований золоторудных и медно-никелевых месторождений юга Центральной Сибири. *Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых*. Пермь.

2. Едигенов М.Б., Усыпбаев Ш.Э., Маралбаев А.О., Туркбаев П.Б. Перспективы освоения месторождений полезных ископаемых Кыргызстана и Казахстана. УДК 553.434:622.4(575.2+574). Горный журнал, №8, 2016.

3. Джукебаев М.И., Умирова Г.К., Махмудулы М., Конакбаев Н.Н. [2017] Опыт проведения электроразведочных методов при поисках рудных месторождений. *Геология и охрана недр* № 4 (65). С. 43-50. Алматы.

**Н. Б. Жоныс, Д. Зинединов, Г. К. Умирова**

**Орталық қазақстанның полиметалл кен орындарында полиметалл және темір-марганец кендеріне перспективалы аймақтарды бөлу кезіндегі геофизикалық әдістер кешенінің ақпараттылығы**

**Аннотация.** Мақалада компьютерлік интерпретациялық технологияларды пайдалана отырып алынған априорлық және заманауи деректер негізінде Орталық Қазақстан кен орны бойынша деректерді талдау ұсынылады. Орындалған жұмыстардың нәтижелері Атасу ауданы жағдайында іздеу есептерін шешу кезінде гравиметрияны, магнитометрияны және электрбарлауды кешендеудің жоғары тиімділігін көрсетеді.

**Түйін сөздер:** гравитациялық барлау, магниттік барлау, электрлік барлау, тәжірибелік жұмыстар, іздеу тиімділігі, іздеу белгілері.

**N. B. Zhonys, D. Zinedinov, G. K. Umirova**

**Informativeness of the complex of geophysical methods in the identification of zones promising for polymetallic and iron-manganese ores in the polymetallic deposits of central kazakhstan**

**Abstract.** The article provides an analysis of data on the field of Central Kazakhstan on the basis of a priori and modern data obtained using computer interpretation technologies. The results of the work performed indicate the high efficiency of combining gravimetry, magnetometry and electrical exploration in solving search tasks in the conditions of the Atasu district.

**Keywords:** gravity exploration, magnetic exploration, electrical exploration, experimental work, search efficiency, search features.

УДК: 550.832(574)

**Н.Б. Оңайбек**

*Научный руководитель – С.А. Истекова, профессор, доктор геолого-минералогических наук, Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

## ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ СТРУКТУРНОГО КАРТИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ УЧАСТКА КЕН-АЙ-ОЙЛ

***Аннотация.** Проведен анализ результатов комплексной интерпретации сейсмических данных и геофизических исследований скважин на участке Кен-Ай-Ойл Южно-Тургайского нефтегазоносного бассейна. Дана оценка эффективности результатов структурной и динамической интерпретации сейсморазведочных данных 3D с применением современных методик для выявления структурных и структурно-литологических ловушек различных типов. По результатам обработки построены структурные карты по семи целевым отражающим горизонтам. Прогнозирование геологического разреза осуществлено с использованием куба когерентности, рассчитанного на основе куба амплитуд. Для построения акустической модели среды и детального изучения неоднородности нефтегазоносных коллекторов применен метод сейсмической (амплитудной) инверсии волнового поля, интегрирующий динамическую интерпретацию данных сейсморазведки с результатами бурения и детальных исследований ГИС и ВСП.*

**Ключевые слова:** сейсморазведка, интерпретация, отражающий горизонт, структурная карта, каротажные данные, акустическая жесткость, инверсия.

При поисках и разведке углеводородных залежей в юрско-меловом комплексе в Южном Тургае все большее внимание привлекают ловушки неструктурного типа. В частности, речь идёт о поисках залежей, приуроченных к палеоруслам в юрско-меловом комплексе. Последние разработки в области интерпретации 3D сейсморазведочных данных позволяют проводить расчёты кубов различных атрибутов, по которым при оптимальном подборе параметров расчёта можно приблизиться к решению поставленной задачи [1].

Исследуемая территория имеет сложный контур и расположена к западу от месторождения Аксай (западный блок) и между месторождениями Аксай и Акшабулак (восточный блок). Западный блок расположен на расстоянии 5-7 км западнее газонефтяного месторождения Аксай. В 25 км восточнее месторождения Аксай находится разрабатываемое месторождение Акшабулак, западнее которого находится восточный блок исследуемой территории, соединенный с западным блоком широтной полосой в южной части участка. В 55 км северо-восточнее от исследуемой площади расположено крупное разрабатываемое месторождение Кумколь. В пределах площади отложения юрского структурного яруса прошли и находятся, в основном, в главной зоне образования жидких углеводородов с последующей латеральной и вертикальной миграцией в пределах Аксайского и Акшабулакского поднятий [2].

На месторождении Аксай основные запасы нефти сосредоточены в коллекторах арыскупского горизонта. На северо-западной его части (на седловине, разделяющей выступ Северный Аксай от выступа Южный Аксай), промышленные притоки нефти в трёх скважинах были получены также из отдельных слоёв коллектора верхнекумкольской подсвиты. Коллекторы нижнего горизонта среднекумкольской свиты вскрыты одиночными скважинами на периферии поднятия и не разведаны. На месторождении Акшабулак залежи нефти выявлены в коллекторах нижнего горизонта среднекумкольской подсвиты, в верхнекумкольской подсвите, акшабулакской свите и арыскупском горизонте с изолированными залежами на каждом уровне. При этом основной объём разведанных запасов нефти и максимальные дебиты нефти (до 400 м<sup>3</sup>/сут) установлены в коллекторах нижнего горизонта среднекумкольской подсвиты (горизонт

Ю-III). Перспектива выявления залежи нефти на исследуемой территории установлена бурением поисковой скважины 1, при опробовании которой в верхней выветрелой части пород фундамента в трубах поднято около 700 литров разгазированной воды плотностью  $1,057 \text{ г/см}^3$  с пленкой нефти [3].

Исследуемая территория в разные годы изучена региональным и поисковым сейсмопрофилированием МОГТ с расстоянием между профилями поперечного северо-восточного простирания 1 км и продольного северо-западного простирания 2,5-4 км. В 2012 году на площади проведены сейсморазведочные работы 3D с применением 64-кратной системы наблюдения ОГТ с бином  $25 \times 25$  м. Обработка и интерпретация сейсморазведочных материалов 3D была выполнена по Стандартному графу и Глубинной миграции до суммирования (PreSDM) с использованием обрабатывающих комплексов программ «FOCUS» и обрабатывающих пакетов «POWER 2D/3D GeoDepth». В условиях сложных сред только глубинная миграция до суммирования (PreSDM) в сочетании с эффективным послонным скоростным анализом обеспечили вычисление оптимальных скоростей миграции.

По результатам обработки была выполнена корреляция и построены структурные карты по семи целевым отражающим горизонтам: PR, IV<sup>1</sup>(J<sub>1-2</sub>ds), IV(J<sub>2</sub>kr, IIIa(J<sub>3</sub>km<sub>2</sub>), III(J<sub>3</sub>ak), Par(K<sub>1</sub>ar) и K<sub>1</sub>nc<sub>2</sub>\_prod. Наиболее выдержанными и хорошо прослеживаемыми горизонтами являются горизонты: IV(J<sub>2</sub>kr и III(J<sub>3</sub>ak), связанные с карагансайской и акшабулакской свитами (рис.1). В целом, корреляция целевых отражающих горизонтов, послужила основой для структурной и динамической интерпретации сейсморазведочных материалов 3D. Корреляция и трассирование тектонических нарушений производились с учётом преимущественного направления разломов по линиям inlines и crosslines с последующей их интерполяцией по площади.

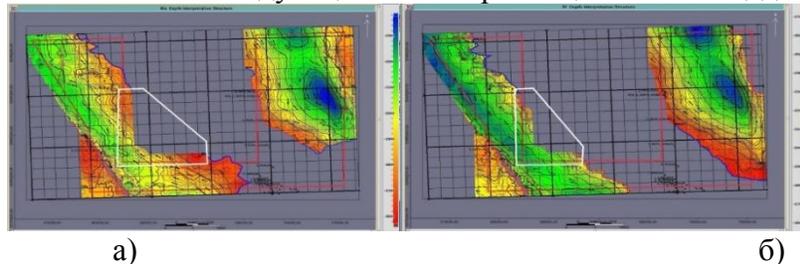


Рисунок 1 - Структурная карта по отражающему горизонту а) IIIa(J<sub>3</sub>km<sub>2</sub>); б) IV(J<sub>2</sub>kr)

Процесс геологической интерпретации осуществлялся с помощью программных средств компании Paradigm с широким применением анализа и обработка данных ГИС по скважинам: 1\_Зап. Аксай, 3\_Кенбулак, 4\_Кенбулак, 5\_Кенбулак, 2\_Кенбулак и 1\_Кожакельды, 1\_Юго-Зап: Аксай, 2\_Зап. Аксай и 1\_Сев. Кенбулак. На территории Кен-Ай-Ойл исследования методами акустического и плотностного каротажа выполнены в 9 скважинах.

Для увязки целевых сейсмических горизонтов с литолого-фациальными и стратиграфическими отбивками скважин был взят куб после глубинной миграции, переведённый во временной масштаб. Данные из этого куба подверглись дополнительной обработке с целью улучшения прослеживания целевых отражений, снижения уровня помех и повышения разрешающей способности данных. на 180 градусов и произведена фазовая деконволюция. Временной куб с фазовой деконволюцией использовался в дальнейшей интерпретации. Увязка производилась в процессе расчёта синтетических трасс по данным акустического и плотностного каротажа по всем скважинам с учётом вертикального годографа, определённого по акустическому каротажу в скважине 3\_Кенбулак, так как он освещает большой интервал разреза, в котором есть сильные отражения в меловых отложениях и в кровле протерозоя (Рис.2).

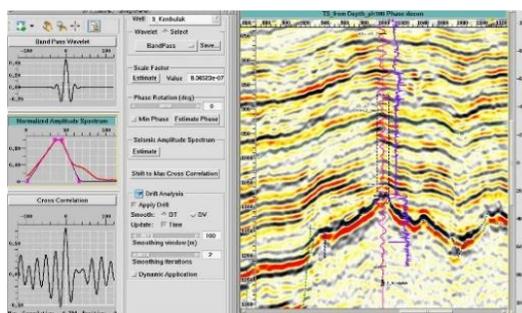


Рисунок 2 - Расчёт синтетических трасс по скважине 3\_Кенбулак

Для решения задач прогнозирования геологического разреза использованы результаты динамической обработки сейсморазведочных данных 3D и интерпретация полученных результатов: Куб когерентности, рассчитанный на основе куба амплитуд, полученного после Time Migration и метод сейсмической (амплитудной) инверсии волнового поля. Метод когерентной инверсии, реализованный в GeoDepth, позволил восстановить исходное строение среды и обеспечить близкую к оптимальной фокусировку сейсмической энергии при многократных системах наблюдений. Вместе с решением указанной задачи куб когерентности использован для оценки степени неоднородности и нарушенности исследуемой среды за счёт процессов, связанных с проявлением дизъюнктивной тектоники и денудационных процессов. На срезе куба когерентности тектонический характер сочленения Арыскупской грабен-синклинали с северной периклинальной частью Южно-Аксайского выступа уверенно проявляется в пределах центральной части южной перемычки между западным и восточными блоками в виде чёткой линии, разделяющей два контрастных по когерентности блока (Рис. 3).

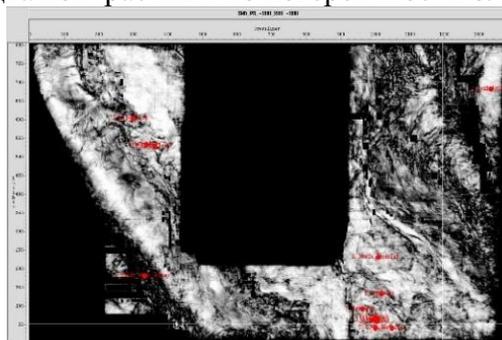


Рисунок 3 - Срез куба когерентности вдоль горизонта PR

Метод сейсмической (амплитудной) инверсии волнового поля, интегрирующий динамическую интерпретацию данных сейсморазведки с результатами бурения и детальных исследований методами ГИС и ВСП, применен для построения акустической модели среды и детального изучения неоднородности нефтегазоносных коллекторов. В результате рассчитаны синтетические трассы для всех пробуренных скважин. Затем была выбрана структурная модель, состоящая из опорных горизонтов, ограничивающих временной интервал, в котором выполняется инверсия. Структурная модель состояла из 4 слоёв. Первый слой находился между продуктивным горизонтом (K<sub>1</sub>nc<sub>2</sub>prod) и подошвой мела (K<sub>1</sub>bot). Второй слой располагался ниже: между горизонтами K<sub>1</sub>bot и Ша. Третий слой был ограничен горизонтами Ша и IV. Четвёртый горизонт служил верхней границей для последнего слоя, а нижняя граница соответствовала условному горизонту, проведённому параллельно IV ниже на 60 мс [1.4].

Структурная модель заполнялась значениями акустической жёсткости в скважинах, которая интерполировалась пропорционально между кровлей и подошвой слоёв. Таким образом, была

получена фоновая модель акустической жёсткости. Сравнение фоновой модели с результатом инверсии. Сравнение временного разреза с фоновой моделью и полученными значениями акустической жёсткости позволяет выявить неоднородности разреза и рассчитать пористость среды. (рис 4).

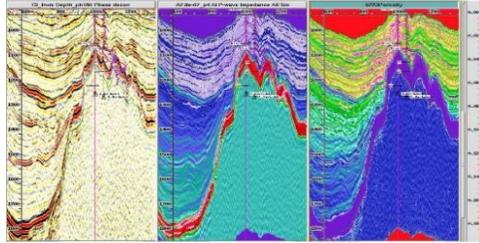


Рисунок 4 - Временной разрез, разрезы акустической жесткости и пористости через скважины 3\_Кенбулак и 4\_Кенбулак

Таким образом, выполнение структурной и динамической интерпретации сейсморазведочных данных 3D с применением современных методик обеспечили эффективное построение геолого-геофизической модели площади исследования, позволили выделить структурные и литолого-стратиграфические ловушки различных типов для оценки перспектив рассматриваемой площади и оптимизации последующих геолого-геофизических работ Южно-Тургайского нефтегазоносного района.

### Литература

1. Хилтерман Ф. Дж. Интерпретация амплитуд в сейсморазведке. – Тверь: ООО «Изд-во ГЕРС», 2010. – 256 с.
2. Шахабаев Р.С., Кульжанов М.К., Парагульгов Х.Х. и другие Тектоническое развитие и нефтегазоносность Южно-Тургайского бассейна, Алматы, 2004, 160 с
3. Месторождения нефти и газа Казахстана. Справочник. Воцалевский Э.С, Булекбаев З.Е., Искужиев Б.А. и др. – Алматы; Комитет геологии и охраны недр Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Казахстан, 1999. – 326 с.
4. Истекова С.А., Умирова Г.К. Особенности использования сейсмических данных при изучении резервуаров Южно-Тургайского нефтегазоносного бассейна. Известия НАН РК. Алматы.-2013.- № 5.

**Н.Б. Оңайбек, С.А. Истекова**

#### **Кен-ай-ойл учаскесінің өнімді мұнай-газ горизонттарын құрылымдық картаға түсіру үшін геофизикалық деректерді кешенді интерпретациялау ерекшеліктері**

**Андатпа.** Оңтүстік Торғай мұнай-газ бассейнінің Кен-Ай-Ойл учаскесіндегі ұңғымаларға сейсмикалық деректерді кешенді түсіндіру және геофизикалық зерттеулер нәтижелеріне талдау жүргізілді. Өртүрлі типтегі құрылымдық және құрылымдық-литологиялық тұзақтарды анықтау үшін қазіргі заманғы әдістемелерді қолдана отырып, 3D сейсмикалық барлау деректерін құрылымдық және динамикалық түсіндіру нәтижелерінің тиімділігіне баға берілді. Өңдеу нәтижелері бойынша жеті мақсатты шағылысатын горизонттар бойынша құрылымдық карталар жасалды. Геологиялық қиманы болжау амплитудалық текшеге негізделген когеренттік текшені қолдану арқылы жүзеге асырылады. Ортаның акустикалық моделін құру және мұнай-газ коллекторларының гетерогенділігін егжей-тегжейлі зерттеу үшін сейсмикалық барлау деректерін бұрғылау және ҰГЗ және ТСП егжей-тегжейлі зерттеу нәтижелерімен динамикалық интерпретациялауды біріктіретін толқын өрісін сейсмикалық (амплитудалық) инверсиялау әдісі қолданылды.

**Түйін сөздер:** сейсмикалық барлау, көкжиекті көрсететін интерпретация, құрылымдық карта, каротаждық деректер, акустикалық қаттылық, инверсия.

**N.B. Ongaibek, S.A. Istekova**

#### **Features of complex interpretation of geophysical data for structural mapping of productive oil and gas horizons of the Ken-ai-oil site**

**Abstract.** The results of complex interpretation of seismic data and geophysical studies of wells in the Ken-Ai-Oil section of the South Turgai oil and gas basin are analyzed. The effectiveness of the results of structural and dynamic interpretation of 3D seismic data using modern techniques for identifying structural and structural-lithological traps of various types is evaluated. Based on the results of processing, structural maps are constructed for seven target reflecting horizons. The prediction of the geological section is carried out using the coherence cube calculated on the basis of the amplitude cube. To construct an acoustic model of the environment and to study in detail the heterogeneity of oil and gas reservoirs, the method of seismic (amplitude) inversion of the wave field is used, integrating the dynamic interpretation of seismic data with the results of drilling and detailed studies of GRW and VSP.

**Keywords:** seismic survey, interpretation, reflecting horizon, structural map, logging data, acoustic stiffness, inversion.

УДК 550.8.05:550.83

**Н. И. Есполова, Н. А. Асирбек**

*Научные руководители – А. Шарapatov, кандидат геол.-мин. наук, ассоц. профессор кафедры  
Геофизики, Satbayev University, Казахстан, г. Алматы,*

*Е. Е. Тайкулаков, ведущий инженер службы Геологии и Геологической Разведки  
филиала ТОО "КМГ Инжиниринг" "КазНИПИМунайГаз" Казахстан, г. Актау  
[a.sharapatov@satbayev.university](mailto:a.sharapatov@satbayev.university), [n.espolova@stud.satbayev.university](mailto:n.espolova@stud.satbayev.university)*

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ КАК ЭТАП ПОДГОТОВКИ К СЕЙСМОФАЦИАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ-КОЛЛЕКТОРОВ ЮЖНОГО МАНГЫШЛАКА**

**Аннотация.** В работе отражены виды операций по обработке и совместной интерпретации геолого-геофизических и лабораторно-аналитических материалов. Изложены последовательность их выполнения и полученные результаты по выделению терригенных отложений-коллекторов на примере нефтегазоперспективной площади Южного Мангышлака.

**Ключевые слова:** терригенные отложения, седиментологические планшеты, связь ГИС-керна, сейсмические атрибуты, палеоруло

**Введение.** В тектоническом отношении геологическое строение одного из наиболее известного месторождения Мангышлака является сложным. В осадочном чехле изучаемого месторождения были выявлены три структурных комплекса: меловой, юрский, триасовый. История тектонического развития осадочной толщи имеет сложный многоэтапный характер, в котором многочисленные тектонические процессы влияли на обстановки осадконакопления, что в свою очередь привело к формированию нефтегазовых коллекторов на изучаемой площади.

По результатам структурного анализа выявлено, что в процессе накопления юрских стратиграфических горизонтов неоднократно сменялись обстановки осадконакопления, которые привели к образованию локальной зоны размыва, а также формированию зон литологического замещения, характеризующиеся палеоруловыми каналами [1].

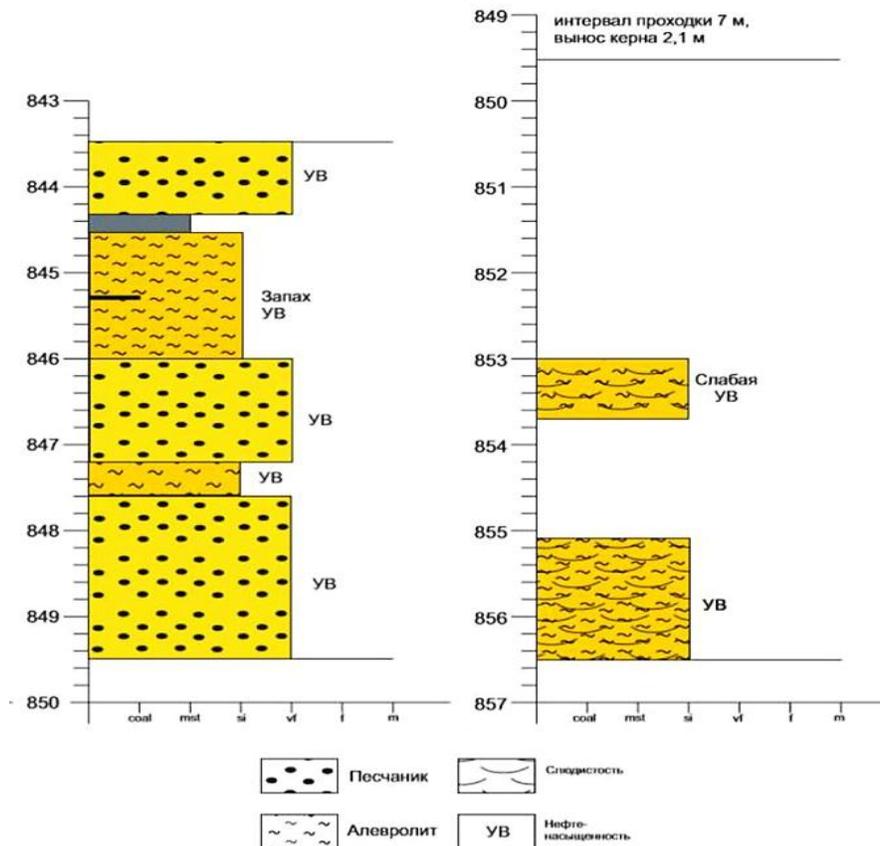
**Методика.** Подтверждение/исключение приведённых фактов и детализация их параметров по исследуемой площади требовало выполнение следующих операции в перечисленной последовательности: 1) провести линию профиля по площади исследования, соединяющая 16 скважин. Она выбрана по критериям охвата площади и относительной полноты фактических материалов по выносу и детальности макроописания керна по скважинам; 2) на основе текстовых макроописаний керна построить седиментологические планшеты по скважинам; 3) провести увязку данных керна и геофизических исследований скважин (ГИС); 4) провести структурную интерпретацию отражающих горизонтов в пределах прогнозного

батского яруса средней юры ( $J_2$  b); 5) выполнить сейсмо-атрибутивный анализ (среднеквадратической амплитуды) на основе структурной интерпретации; 6) по результатам сейсмо-атрибутивного анализа выявить площадь и характер распространения тел с высокими коллекторскими свойствами; 7) составить предварительные выводы для подготовки к выполнению сейсмофациального анализа.

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Построение седиментологических планшетов было выполнено по макроописанию керна. На шкале планшета по горизонтали откладываются сведения по фракциям пород, по вертикали – глубина отбора керна (рисунок 1). К каждому планшету прилагается легенда с общепринятыми условными обозначениями [2]. В интервалах, где отсутствует керновый материал, интерполяция фрагментов проводится по ГИС-данным.

*Корреляция данных ГИС-керна.* Выделение коллекторов в терригенном разрезе проводилось по общепринятым критериям для терригенного разреза, с использованием кривых методов радиоактивного каротажа (ГК), кавернометрии, бокового каротажа (БК), индукционного каротажа (ИК), бокового микрокаротажа (БМК) по следующим признакам [3]:

- пониженные значения естественной гамма-активности;
- показания нейтронных методов в коллекторах находятся на уровне и чуть выше значений во вмещающих породах;
- наличие аномалии на диаграммах БК, ИК относительно вмещающих пород;
- наличие радиального градиента сопротивления на диаграммах электрических методов с различным радиусом исследования;
- повышение значений интервального времени относительно глин;
- уменьшение плотности по данным плотностного каротажа.



*Рисунок 1 – Седиментологический планшет скв. 5, интервал 856,5-849,5, 849,5-843,5 м.*

В подошве карбонатов выделяется пласт с низким удельным электрическим сопротивлением, соответствующим сопротивлению вмещающих пород, пласт имеет невысокие показания нейтронного метода, что говорит о наличии пористости.

*Анализ среза прогнозного горизонта батского яруса средней юры ( $J_2 b$ ) по сейсмическим данным.* По результатам интерпретации сейсмических данных получена структурная поверхность по указанному горизонту. Далее, структурная поверхность применялась в анализе сейсмических атрибутов для выделения как стратиграфических, так и структурных особенностей исследуемого интервала (рисунок 2).

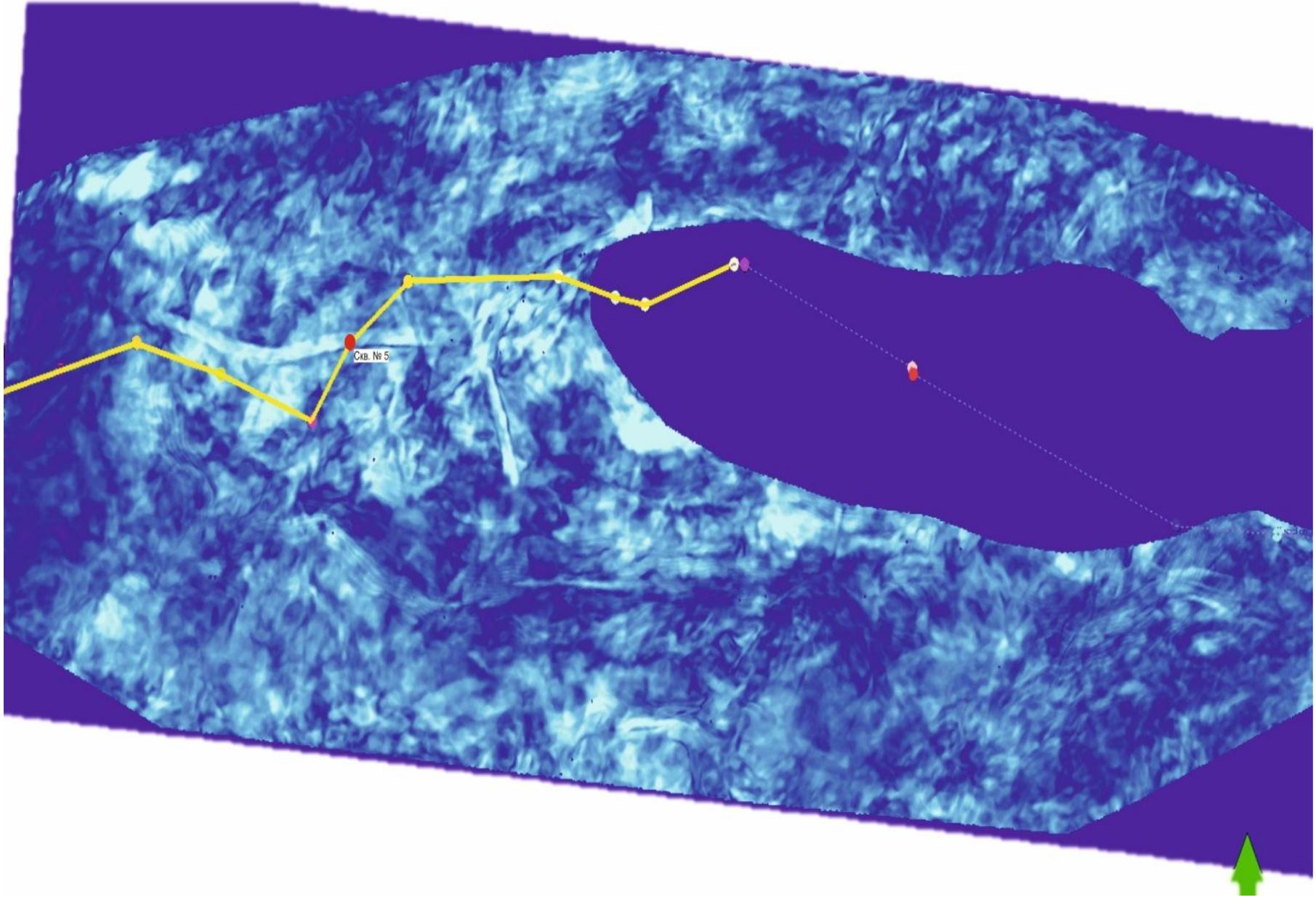


Рисунок 2 – Карта атрибута среднеквадратической амплитуды прогнозных горизонтов

По результатам исследований установлено, что на площади месторождения присутствует множество свидетельств, указывающие на изменении климата, а также на колебания мирового океана, что в свою очередь повлияло на геологическое строение участка. Обширная эрозийная зона присутствует в своде поднятия, на которое в центральной части выклиниваются нижележащие продуктивные горизонты, в том числе, прогнозный горизонт  $J_2 b$ . Данный факт был установлен в процессе интерпретации сейсмической амплитуды, фаза которой на уровне упомянутых горизонтов выклинивается, создавая кровельное прилегание слоев (toplap).

*Предварительные выводы для подготовки к выполнению сейсмофациального анализа.* Литологическое описание, материалы керна, а также результаты сейсмо-атрибутного анализа упомянутых выше горизонтов соответствуют аллювиальным отложениям. Совместный анализ местоположения скважины №5 на срезе атрибута среднеквадратической амплитуды с глубинным разрезом указывает на высокоамплитудную характеристику палеорусел, которые выявляются за счет акустического контраста. Геометрия выделенного палелорусла простирается в западном направлении, это также можно было предположить по направлению основных тектонических нарушений на исследуемом участке. Ширина данного русла достигает 1000 метров, а мощность в районе скважины №5 порядком 10 метров. По описанию крена, палорусло сложено чередованием мелкозернистых и очень мелкозернистых песчаников (рисунок 1). По описанию керна данный интервал насыщен углеводородными продуктами, в частности нефтью. Также данный интервал имеет запах нефти и характерный темный окрас.

**Выводы.** Сводный анализ результатов работ отдельных этапов и сопоставление сведений седиментологического анализа (фрагментарно), глубинного разреза и среза исследуемого горизонта показали: 1) по ГИС-данным выявили пласт терригенных коллекторов (мощностью около 10 метров); 2) На карте среза атрибута среднеквадратической амплитуды выделено палеорусло, подтверждённое керновыми материалами; 3) скважина №5 вскрывает пласт коллектора, которое на глубинно- сейсмическом разрезе выделяется высокими амплитудами; 4) для полного сейсмофациального анализа месторождения требуется более объёмная/детальная работа и анализ сейсмических данных по межскважинному пространству.

Данная работа проведена в рамках ограниченного по глубине отрезка прогнозного продуктивного горизонтов, по результатам которой по площади удалось проследить распространение пласта с хорошими коллекторскими свойствами. В дальнейшем, на основе заданного алгоритма, а также с увеличением масштаба объёма работ, удастся увеличить объём резервуара, который позволит повысить добычу углеводородного сырья, а также сократить затраты на бурение, задавая точки под бурения в пределах выделенных стратиграфических тел.

### **Литература**

1. Глумов И. Ф., Маловичкий Я. П., Новиков А. А., Сенин Б. В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря. ООО "Недра-Бизнесцентр", Москва, 2004 г., 342 с.
2. Чернова О. С. Седиментология резервуара. Учебное пособие по короткому курсу Томск, 2004, 453 с.
3. Изотова Т. С., Денисов С. Б., Вендельштейн Б. Ю. Седиментологический анализ данных промысловой геофизики. - М.: Недра. 1993. 176 с.

**Н. И. Есполова, Н. Ә. Әсірбек, Е. Е. Тайқұлақов, Ә. Шарапатов**  
Керн материалдары интерпретациясының нәтижелері-Оңтүстік Маңғышлақтың терригенді түзілімдерін-коллекторларды сейсмофациялық сараптауға дайындық кезеңі ретінде

**Аңдатпа.** Жұмыста геологиялық-геофизикалық және зертханалық-сараптамалық материалдарды өңдеу мен бірге интерпретация жасау операцияларының түрлері келтірілген. Олардың орындалу кезегі мен Оңтүстік Маңғышлақтың мұнай-газға перспективалы алаңдары мысалында терригенді түзілімдерді-коллекторларды анықтауда алынған нәтижелері баяндалған.

**Түйін сөздер:** терригенді түзілімдер, седиментологиялық планшеттер, ҰГЗ-көрініс байланысы, сейсмикалық атрибуттар, палеоарна

**N. B. Yespolova, N.A. Assirbek, Ye Taikulakov., A. Sharapatov**

**Core interpretation results as a stage of preparation for seismofacial analysis of terrigenous sediments-collectors of Southern Mangyshlak**

**Abstract.** The work reflects the types of operations for processing and joint interpretation of geological-geophysical and laboratory-analytical materials. The sequence of their implementation and the results obtained on the identification of terrigenous deposits-reservoirs are presented on the example of the oil and gas promising area of South Mangyshlak.

**Keywords:** terrigenous deposits, sedimentological plates, GIS-core connection, seismic attributes, paleochannel

УДК 550.8.05

**Т. Б. Мендыбаев, Н. И. Есполова, М. Серикбай, Н. А. Асирбек**

*Научный руководитель – А. Шарapatov, кандидат геол.-мин. наук, ассоц. профессор кафедры*

*Геофизики, Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[a.sharapatov@satbayev.university](mailto:a.sharapatov@satbayev.university) , [t.mendybaev@stud.satbayev.university](mailto:t.mendybaev@stud.satbayev.university)*

**ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ  
УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ШУ-САРЫСУСКОЙ ДЕПРЕССИИ**

**Аннотация.** В работе приведены сводные геолого-геофизические, петрофизические и геометрические характеристики ураноносных сред Шу-Сарысуской депрессии. Рассмотрены вопросы методики составления обобщённых сведений по объектам исследования и перспективные направления для их многоцелевого использования.

**Ключевые слова:** Шу-Сарысуская депрессия, ураноносные среды, геолого-геофизические, петрофизические и геометрические параметры.

**Введение.** Актуальность исследований заключается в том, что при решении геологических и технологических задач существует необходимость: 1) выбора и применения рациональной технологии геологоразведочных работ для выделения и освоения новых урановых площадей, 2) составления цифровой интегрированной базы геологических, геофизических (петрофизических), гидродинамических и промысловых свойств – геолого-технологической модели, при разработке ураноносных месторождений способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ). Целью работы является составление обобщённых петрофизических характеристик горных пород урановых месторождений Шу-Сарысуской депрессии. Задачи, решаемые для достижения цели: 1) сбор и анализ петрофизических свойств горных пород по району исследования, 2) обобщение результатов геолого-геофизических данных, 3) составление сводных геолого-геофизических и петрофизических характеристик урановых месторождений района. Объектами исследования являются урановые месторождения Шу-Сарысуской депрессии. Предметом исследования являются петрофизические характеристики ураноносных горных пород по Шу-Сарысуской депрессии. Научно-методическая новизна: создана сводная характеристика объектов исследования – генерализованные геолого-геофизические сведения по месторождениям самой крупной урановорудной провинции Казахстана. Практическая значимость заключается в том, что петрофизические модельные характеристики объектов исследования служат универсальной физической основой при выборе и планировании

разведочных и технологических мероприятий для решения прикладных задач на месторождениях района.

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ.** После обработки собранных данных наступает самый объёмный, сложный и ответственный этап: анализ и генерализация информации, для выполнения которых требуются опыт и знание исследователя.

Анализ информации – это расчленение предмета исследования на структурные компоненты, позволяющее получить знания об особенностях функционирования каждой составляющей его части в отдельности и о структуре объекта в целом. Анализ предполагает его вторую сторону – синтез (соединение) – воссоздание целого из частей, дающее возможность представить предмет исследования в целом. Наряду со словом «анализ» используют понятие «обобщение». Обобщение информации – это логический переход от информации о конкретных, единичных, частных фактах к знанию большей степени общности на уровне предмета исследования в целом.

Конечная цель анализа и обобщения информации – получение новых теоретических или прикладных знаний и связанная с этим возможность формулирования конкретных мероприятий, которые обеспечат оптимизацию геолого-технологических процессов в рамках данного объекта исследования. Методами анализа и обобщения информации являются: 1) структурно-функциональный (системный) метод; 2) индуктивный (дедуктивный) метод; 3) метод классификации (типологизации); 4) методы аналогии и формализации; 5) методы моделирования и эксперимента [1].

Основные этапы анализа и обобщения петрофизической информации можно назвать следующие: 1) упорядочивание, группировка, классификация, «сжатие» информации путем вычисления средних и других удобных для обобщения величин; 2) сопоставление информации с гипотезами исследования, поиски подтверждения их истинности или ложности; 3) описание результатов в разрезе каждой из составных частей объекта исследования; 4) обобщение полученных характеристик, формулирование предварительных выводов, частных оценок; 5) разработка конкретных выводов и практических рекомендаций. Названные выше этапы дают возможность получить генерализованные сведения об объекте исследования.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ.** Процесс получения сводной характеристики урановых месторождений стало возможным в результате сбора, анализа и обобщения фактических материалов геолого-геофизического, лабораторно-аналитического содержания разных лет. Данные по физическим свойствам горных пород по району работ также были собраны из опубликованных научных работ [2, 3].

Для решения производственных задач в автоматизированной информационной системе управления добычей урана «Рудник» (АИС «Рудник») по данным полевых исследований созданы целевые модели рудных объектов. В АИС «Рудник» входят программные средства, выполняющие автономные задачи (рисунок 1):

1. Интерпретация данных ГИС по отдельным скважинам с дальнейшим оконтуриванием залежей реализована с использованием программных средств «АтомГео»;

2. Результаты, полученные с помощью программных средств «АтомГео», составляют сводные сведения таблиц «GiKlet» и используются для оконтуривания рудных залежей.

Результаты интерпретации и систематизации данных ГИС, реализованные с помощью программных средств «АтомГео» и «GiKlet», как и информация, полученные другими средствами, в работе были использованы для пополнения объёма актуальных сведений.

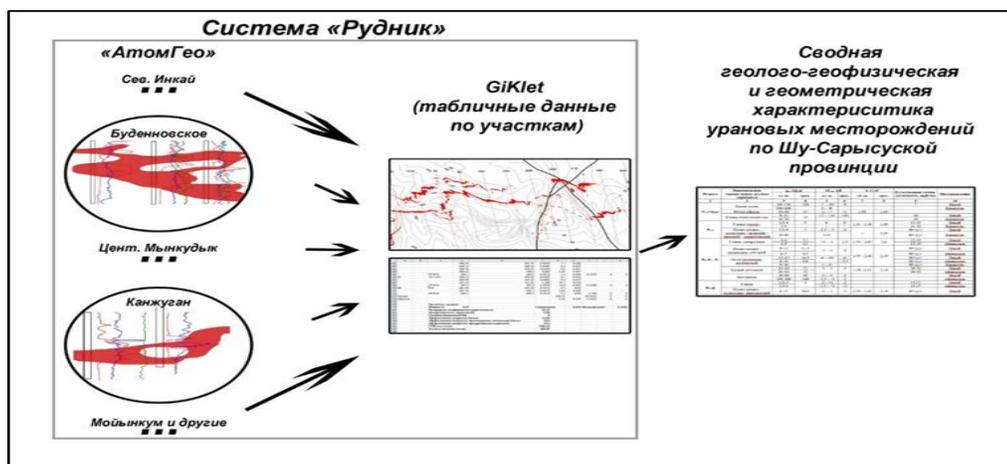


Рисунок 1 – Общая схема создания сводных геолого-геофизических характеристик месторождений Шу-Сарысуской провинции

Для решение задачи по составлению сводной характеристики урановых сред были обобщены данные по всем основным месторождениям района исследования (Таблица 1).

Таблица 1 – Фрагмент генерализованных геолого-геофизических характеристик урановых залежей Шу-Сарысуской депрессии. (составлена Мендыбаевым Т. Б., Есполовой Н. И., Асирбек Н., Шарapatовым А., по данным Х. Аубакирова и др., 1986 г. и [2], [3]).

Возраст	Наименование горных пород; рудные горизонты	$\rho_{кз}$ , Ом·м		$\Delta U_{пс}$ , мВ		$\sigma$ , г/см <sup>3</sup>		R, мкР/час	Месторождение
		от-до	сред.	от-до	сред.	от-до	сред.		
К <sub>2</sub> st	Глины	3,5–5	–5	–2 – +3	–2	–	–	15-17	Инкай
		3,5-4		–1,5 – +3	+2	–	–	15-17	Мынкудык
	Пески средне-, мелкозерн.; инкудыкский	8–12	10,5	–3 – –1	–2	1,79 — 2,42	2,19	80< $\gamma$ <+	Инкай
	Пески средне-, мелкозерн.; инкудыкский	5–7	6	–1,5 – –2,5	–1,8	–	–	80< $\gamma$ <+	Мынкудык
	Песок разнозерн.; инкудыкский	12–15	13,5	–1 – –0,5	–0,5	1,79 – 2,42	2,19	80< $\gamma$ <+	Инкай
		8,6–9	8					80< $\gamma$ <+	Мынкудык
	Гравий песчаный	14–18	15,5	–1 – –2	–1	–	–	–	Инкай
		11–13	12	–0,5 – –0,8	–0,5			–	Мынкудык
	Песчаники и гравелиты с карб. и кремн. цементом	20–70	30	+2 – +3	+2	–	–	20-25	Инкай
		10–150	104	+2,5 – +3	+2,5			20-25	Мынкудык
25–250		–	0 – 5	–	–			Канжуган	
К <sub>2</sub> t	Глины, алевролиты	3–5	4	+3 – +4	+3	1,70 – 2,07	2,0	22	Инкай
				+2,5 – +4	+3,5			22	Мынкудык
	Пески средне-, мелкозерн.	7–11	9	–1 – –2	–2	1,79– 2,42	2,19	18-20	Инкай
		6–7	6,5	–1 – –2,5				18-20	Мынкудык
	Песок разнозерн.; мынкудыкский	8–12	11,8	–1 – –2	–2	–	–	80< $\gamma$ <+	Инкай
		5–10	8		–1,5			80< $\gamma$ <+	Мынкудык
	Гравий песчаный	10–14	13	–2 – –3	–3	–	–	–	Инкай
	Гравий песчаный с галькой; мынкудыкский	8–14	105	–2,5 – –3	–2,8			80< $\gamma$ <+	Мынкудык
		15–40	20	+2 – –2	+2			80< $\gamma$ <+	Инкай
	Песчаники и гравелиты с карбонат. цементом	140–190	180	+2,5 – –1,5	+1,8	–	–	80< $\gamma$ <+	Мынкудык

Вычисление среднего значения физических параметров для совокупности – один из распространённых приёмов обобщения. Средний показатель показывает то общее, что характерно для всех единиц изучаемой совокупности, в то же время он игнорирует различия отдельных единиц.

Для усреднения количественных значений петрофизических характеристик и значений наблюдаемых полей была применена методика вычисления среднестатистических значений. Данные по месторождениям были сгруппированы по аналогии атрибутов количественных данных (возраст, горизонт, горная порода, глубина). После чего подвергнуты операции усреднения.

В сводных сведениях также использованы диапазоны изменения геолого-геофизических и пространственных параметров объектов исследования, что обеспечивает достоверность. Они относятся, прежде всего, к параметрам геофизических полей ( $\rho_k$ , Ом·м;  $\Delta U_{\text{гс}}$ , мВ; Р, мкР/час) в связи с изменениями их значений в больших пределах и многофакторной зависимостью. Так, минимальное значение по мощности экспозиционной дозы по показанию гамма-каротажа было принято – 80 мкР/час (таблица 1). Выбор основан на том, что данный показатель, в целом, соответствует минимуму промышленной значимости ураноносных горизонтов [2].

**Заключение.** Результаты обобщения и анализа физических параметров объектов исследования показали, что полевые фактические материалы требуют более детальных и целевых подходов к методике получения данных и их обработке. Таким образом они могут носить более универсальный характер и многоцелевое использование. Такими перспективными направлениями являются: выбор рациональных методов и методики при проведении разведочных работ на прогнозных участках; разработка оптимального объёма технологических мероприятий при эксплуатации экзогенных месторождений урана пластово-инфильтрационного типа способом ПСВ.

### Литература

1. Брызгалова С. И. Введение в научно-педагогическое исследование: Учебное пособие. 3-е издание., испр. и доп., Калининград: изд-во КГУ, 2003. -151 с.
2. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах при подготовке к эксплуатации и эксплуатации пластово-инфильтрационных месторождений урана, часть 1. Алматы 2005 г., -180 с.
3. Курскеев А. К. Справочник физических свойств горных пород Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1983. -288 с.

**Т. Б. Мендыбаев, Н. И. Есполова, М. Серікбай, Н.Ә. Әсірбек, Ә. Шарапатов**  
Геофизика кафедрасы, Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

#### **Шу-Сарысу депрессиясы уран кенорындарының біріктірілген геологиялық-геофизикалық мәліметтері**

**Андатпа.** Шу-Сарысу депрессиясындағы уранкенді орталардың геологиялық-геофизикалық, геометриялық параметрлерінің жалпы сипаттамасы, оны құрудың әдістемелік негіздемелері келтірілген. Өндірістік мақсатта жасалған кенді орталардың модельдері параметрлерін толықтыру және қолданылу бағыттарын кеңейту жолдары қарастырылған

**Түйін сөздер:** Шу-Сарысу депрессиясы, уранкенді денелер, геологиялық-геофизикалық, петрофизикалық және геометриялық параметрлер.

**T. B. Mendybayev, N.I. Yespolova, M. Serikbay, N.A. Assirbek, A. Sharapatov**  
Department of Geophysics, Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

#### **Generalized geological and geophysical information uranium deposits of Shu-Sarysu depression**

**Abstract.** The paper presents the summary geological-geophysical, petrophysical and geometric characteristics of uranium-bearing media of the Shu-Sarysu depression. The issues of the methodology for compiling generalized information on the objects of research and promising directions for their multipurpose use are considered.

**Keywords:** Shu-Sarysu depression, uranium-bearing media, geological-geophysical, petrophysical and geometric parameters.

## СЕКЦИЯ «СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБОГАЩЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И МЕТАЛЛУРГИИ»

УДК622.775:669.74

Г.Ж. Абдыкирова<sup>1</sup>, Т.М.Амангельды<sup>2</sup>, Н.Т. Акказина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АҚ «Металлургия және кен байыту институты»,

<sup>2</sup>Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

[n.akkazina@satbayev.university](mailto:n.akkazina@satbayev.university)

### КОНВЕРТОРЛЫҚ ШЛАКТЫҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМІНІҢ МЫС ЖӘНЕ ТЕМІР СУЛЬФИД КРИСТАЛДАРЫНЫҢ ТҮЗІЛУ ПРОЦЕСІНЕ ӘСЕРІ

*Аңдатпа.* Құрамында мыс бар шлактарды қайта өңдеу технологияларында ұсақтау, тұйық циклде кезең-кезеңмен ұсақтау, мыс минералдарының негізгі және бақылау флотациясында, негізгі мыс флотациясы концентратын қайта тазарту флотациясы, өнеркәсіп өнімдерін ұсақтау және оларды флотациялау жатады. Алайда, шлактарды флотациялаудың сипатталған схемалары кейіннен флотациялық өңдеуге дайындау мақсатында баяу салқындату сатысынан өтпеген құрамында мыс бар шлактарды байыту үшін жеткілікті тиімді болмады.

Байыту фабрикаларында шлактарды флотациялық байыту процесінің сапалық-сандық көрсеткіштерін арттырудың перспективалық бағыттарының бірі оларды арнайы дайындау болып табылады, ол шлак ыдыстарындағы баяу салқындату есебінен минералдарды қайта кристалдандырудан тұрады.

Балқытылған конверторлы шлақтың баяу салқындауының температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсерін анықтау 1100 °С, 1000 °С, 900 °С температурасы кезінде жүргізіледі.

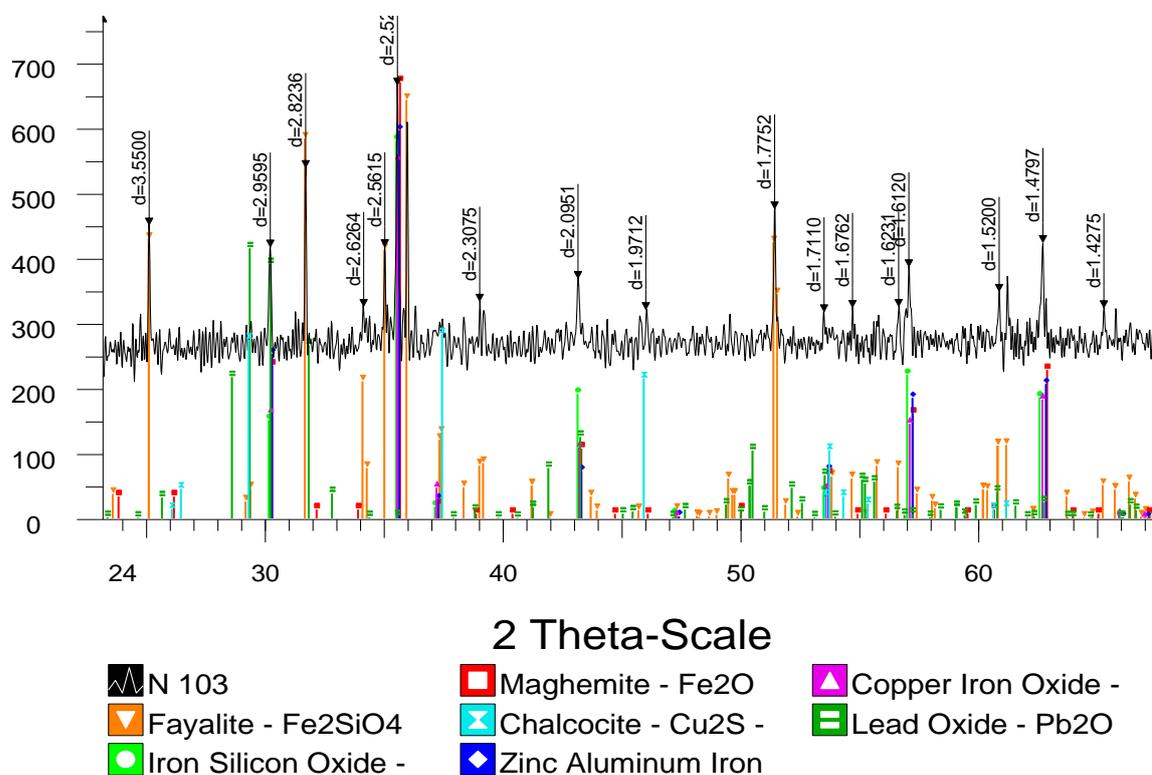
Конверторлы шлақты қайта балқыту және оны баяу салқындату процесінде сульфидті-металл жүзіндісінің төмендеуі де, оның біршама іріленуі де (0,25 мм) байқалады, бұл шлақты флотациялық байытудың технологиялық көрсеткіштерінің артуына ықпал етеді.

**Түйін сөздер:** конверторлық шлак, баяу салқындау, балқу температурасы, түйіршіктердің іріленуі, флотация.

Техногендік кен орындары соңғы ғасырларда тау-кен өнеркәсібі аудандарында қалыптасқан кен орындарының класы болып табылады. Тау-кен, металлургия өнеркәсібінің қалдықтарын қайта өңдеу және толық кәдеге жарату проблемасының өзектілігі мен маңыздылығын көрсетеді. Қазіргі уақытта мыс өндірісі зауыттарының үйінділерінде он мыңдаған тонна мыс пен темір және басқа да құнды компоненттер бар көптеген шлактар шоғырланған [1]. Сондықтан кенді металлургиялық шикізатты өндеудің прогрессивті процестерін әзірлеумен және енгізумен қатар, түсті металдарды ғана емес, темірді де алуды көздейтін шлактарды азайту мәселелері де шешілуі тиіс. Құрамында мыс бар шлактарды қайта өңдеу технологияларына ұсату, спиральды жіктеуіштері бар тұйық циклде кезең-кезеңмен ұнтақтау, мыс минералдарының, өнеркәсіптік өнімдер мен қалдықтардың негізгі және бақылау флотациясы, негізгі мыс флотациясы концентратын қайта тазарту флотациясы, өнеркәсіптік өнімдерді ұнтақтау және оларды флотациялау жатады. Алайда, шлактарды флотациялаудың сипатталған схемалары кейіннен флотациялық өндеуге дайындау мақсатында баяу салқындату сатысынан өтпеген құрамында мысы бар шлактарды байыту үшін жеткілікті тиімді болмады. Байыту фабрикаларында шлактарды флотациялық байыту процесінің сапалық-сандық көрсеткіштерін арттырудың перспективалық бағыттарының бірі оларды арнайы дайындау болып табылады, ол шлак ыдыстарындағы баяу салқындату

есебінен минералдарды қайта кристалдандырудан тұрады [2-4]. Біз конверторлық шлақтың сынамасына рентгенофлуоресценттік талдау жүргіздік. Рентгенофлуоресценттік талдау деректері бойынша Балқаш мыс балқыту зауытының конверторлы шлақтың сынамасында бар, %: O – 22,512; Al – 1,817; Ca – 12,686; Fe – 40,534; Cu – 7,368; Zn – 4,532; Pb – 5,621 және т. б.

D8 Advance (BRUKER) аппаратында құрамында алтын бар қалдықтардың сынамаларына рентгенофазалық талдау жүргізілді,  $\alpha$  – Cu сәулеленуі, түтіктегі кернеу 40/40-қа тең. Балқаш өндірісіндегі конверторлық шлақтың дифрактограммасы 1-суретте көрсетілген.



1 Сурет – Конверторлық шлақтың дифрактограммасы БМЗ

Алынған дифрактограммалардың деректерін өңдеу және жазықтықаралық қашықтықты есептеу EVA бағдарламалық жасақтамасының көмегімен жүргізілді. Сынамаларды таратып жазу және фазаларды іздеу ASTM карточкаларының деректер базасын пайдалана отырып Search/match бағдарламасы бойынша жүргізілді.

Балқаш өндірісінің конверторлық шлагын рентгенофазалық талдау деректері кестеде келтірілген.

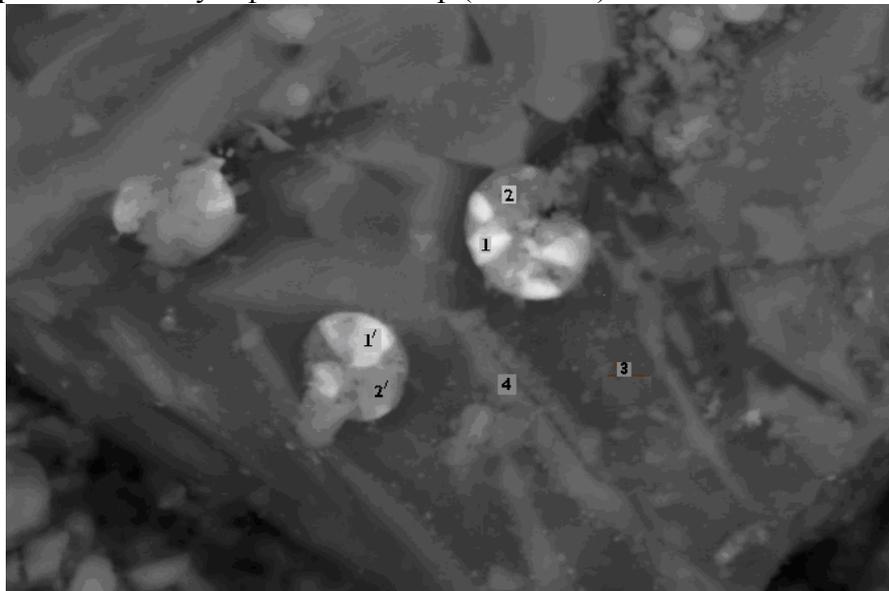
Кесте – Конверторлық шлақтың рентгенофазалық талдау нәтижелері

Қосылыстың атауы	Формула	Үлесі
Фаялит	$Fe_2SiO_4$	30.8%
Кремний темір оксиді	$Fe_{2.95}Si_{0.05}O_4$	27.6%
Магнетит	$Fe_2O_3$	12%
Халькозин	$Cu_2S$	10.1%
Темір-алюминий цинк оксиді	$Zn(Al_{0.5}Fe_{1.5})O_4$	8.4%
Мыс темір оксиді	$Cu(Fe_2O_4)$	7.7%
Қорғасын оксиді	$Pb_2O_3$	3.4%

Электрондық микроскопта шлақтың сынамасын зерттеу ашық және қараңғы аймақтарды қамтитын шар тәрізді глобулалардың болуын көрсетті (2-сурет).

Ашық түсті –бұл шлақтағы оқшауланған металдар мыс және қорғасын, онда темір мен мырыш тотыққан күйде болады (1 және 1/).

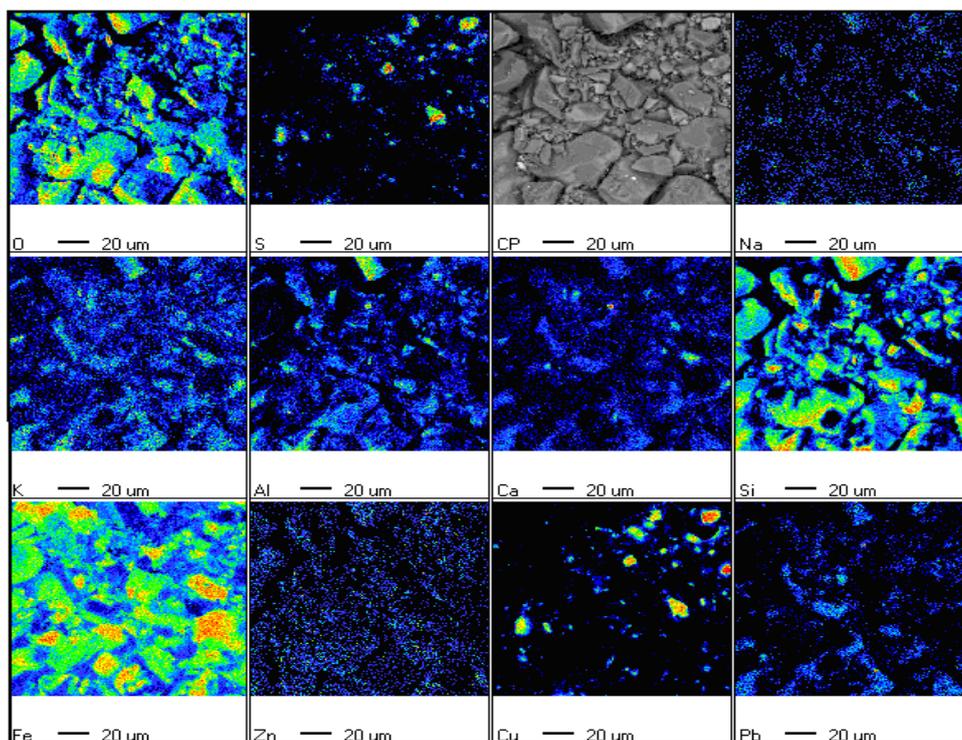
Глобулалардың қараңғы аймақтары-мыс, қорғасын сульфидтеріне және мырыш пен темір оксидтеріне бай оксисульфидті аймақтар (2 және 2/).



2 Сурет – Түрлендіргіш сынамасының микрофотографиясы 1 x 3000

2-суреттегі ашық (4) және күңгірт (3) аймақтар құрамында (4) және құрамында (3) темір жоқ жеке шлак учаскелері болып табылады.

Конвертерлік шлақтың 1 сынамасы үлгісінде элементтердің растрлық таралуын қарау кезінде мыс пен күкірттің барынша көп болу анық көзге түседі (3-сурет). Күкірттің таралуы мыстың таралу аймағынан біршама аз, ал кейбір "мыс" бөліктерінде күкірт жоқ, бірақ оттегі бар, қорғасын және шлақты түзетін, мыс металының әрекеттесуі кезінде оксисульфидті формалардан бөлініп шығуы мүмкін.



3 Сурет – Түрлендіргіш шламтағы элементтердің растрлық таралуы

Мырыш үлгінің бүкіл аймағына біркелкі бөлінеді, кремний оттегімен байланысты, темір туралы да айтуға болады. Үлгідегі темірдің жоғары мөлшері оттегінің жеткілікті мөлшерімен және кейбір жағдайларда кремнийдің толық болмауымен байланысты.

Бастапқы шламның сынамасы фаялит, силикат, магнетит, кремний бар темір оксиді және шыны негізіндегі қорытпа болып табылады. Мыс фазасы металл мыс пен халькозинмен ұсынылған. Шлам массасының құрылымы жұқа және ұзын призматикалық фаялит кристалдарының призмалық және ұзын призматикалық кремнийлі шлам фазасының кристалдарымен ауысуына байланысты, оның аясында идиоморфты дәндер түрінде магнетит пен кремнийі бар темір оксиді болады.

#### **Қорытынды:**

Конвертор шлагын қайта балқыту және оның баяу салқындату процесінде сульфидті-металл суспензиясының ұсақталуы да, оның біршама үлкеюі де байқалады. Сонымен, мыс шлагының бастапқы сынамасында, барлық кейінгі үлгілердегідей, бос дәндерде, сондай-ақ халькозиндегі қосындылар түрінде болады. Дәндердің мөлшері 0,005-0,01 мм (12-15 дәнге дейін) басым.  $Cu_2S$  кристалдарының мөлшері 0,25 мм жетеді. Осылайша, конвертерлік шламты қайта балқытқаннан кейін баяу салқындату сульфидті-металл суспензияның ұсақталуы да, оның біршама іріленуіне де әкелуі мүмкін, бұл өз кезегінде шламты флотациялық байытудың технологиялық көрсеткіштерінің жоғарылауына ықпал етеді.

#### **Әдебиеттер тізімі:**

1 Антоненко Л.К. Проблемы переработки и захоронения отходов горно-металлургического производства // Горный журнал. – 1999. – № 2. – С. 70-72.

Khasanov A.S., Atakhanov A.S., Ismailova F.R. The history of Uzbekistan's metallurgy and new technologic processes // Shanghai University of China Nation Republic. Papers of scientific seminar meeting or winner of "Istedod", 2005 December. –p.30-32 с.

Хасанов А.С. Физическая свойства жидких шлаков и штейнов // Горный вестник Узбекистана 2004г. № 3/18 с.84-85.

Романенко А.Г. Metallургические шлаки. – М.: Metallургия, 1977.–191 с.

G.Abdykirova, T.Amangeldy, N.Akkazina

### **Influence of the temperature regime of converter slag on the formation of copper and iron sulfide crystals**

**Abstract.** The article shows the relevance and significance of the problem of processing and complete disposal of waste from the mining and metallurgical industries. Slow cooling of the converter slag after its remelting can lead to both a decrease in the sulfide-metal suspension and some of its enlargement, and this, in turn, will contribute to an increase in the technological parameters of the flotation concentration of the slag.

**Keywords:** converter slag, slow cooling, melting point, grain enlargement, sample, flotation.

Г.Ж. Абдыкирова, Т.М. Амангельды, Н.Т. Акказина

### **Влияние температурного режима обработки конвертерного шлака на процесс формирования кристаллов сульфида меди и железа**

**Аннотация.** В статье показана актуальность и значимость проблемы переработки и полной утилизации отходов горнодобывающей, металлургической промышленности. Медленное охлаждение конвертерного шлака после его переплавки, может привести как снижению сульфидно-металлической взвеси, так и некоторому её укрупнению, а это в свою очередь будет способствовать к повышению технологических показателей флотационного обогащения шлака.

**Ключевые слова:** конвертерный шлак, медленное охлаждение, температура плавления, укрупнение зерен, флотация.

УДК 622.765

<sup>1</sup>Абжамиева Н.Б., <sup>2</sup>Рыспаева М.Б.

*Научный руководитель:* <sup>2</sup>Тусупбаев Н.К. зав.лаб. д.т.н., профессор, член-корр. КазНАЕН

<sup>1</sup>Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан

### **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТ УГОЛЬНОГО ШЛАМА МЕТОДОМ УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИИ**

**Аннотация.** При оптимальной дозе всех изученных флокулянтов равной 10 г/т скорость осаждения угольного шлама в присутствии эффективного анионного флокулянта А-150-7 в 1,5 раза больше, чем анионного флокулянта марки А-150-15 и 2 раза больше, чем катионный флокулянт С-496-80 и фабричный анионный флокулянт MF-156. При оптимальной скорости сдвига среды равной 1000 с<sup>-1</sup>, осуществляющего с помощью прибора Ультрафлуктестер и времени обработки 10 сек скорость осаждения шлама увеличивается в 5 раз в присутствии флокулянта А-150-7, а его расход уменьшается в 2 раза.

Установлено, что анионный флокулянт А-150-7 также в 2-3 раза снижает концентрацию твердого вещества в сливной воде, по сравнению выше названных флокулянтов. Лучшие результаты получаются при использовании Ультрафлуктестера: при скорости сдвига 1000 с<sup>-1</sup> концентрация твердого в сливной воде снижается почти в 6 раз, а расход анионного флокулянта А-150-7 уменьшается в 2 раза.

**Ключевые слова:** угольный шлам, флокулянты, Ультрафлуктестер, седиментация, гидродинамическая скорость среды (G).

Шламовые воды являются дисперсными системами, состоящими из дисперсной фазы и дисперсионной среды, в которых дисперсной фазой являются угольные частицы, а дисперсионной средой - технологическая вода. Обычно для этой цели используют высокомолекулярные флокулянты, позволяющие существенно повысить эффективность очистки технологических вод углеобогащения. Успешная реализация этого процесса возможна только при наличии теоретических основ управления агрегативной устойчивостью угольно-глинистых суспензий [1].

Для исследования были выбраны следующие флокулянты:

А-150-7 - полиакриламид, анионный, молекулярная масса 15 млн, рабочий диапазон 5-11 рН, ионная активность 5-7%;

А-150-15- полиакриламид, анионный, молекулярная масса 16 млн, рабочий диапазон 5-11 рН, ионная активность 13-15%;

А-150-50 - сополимер акриламида, анионный, молекулярная масса 16 млн, ионная активность 45-50%;

С-496-80 - катионный сополимер акриламида, катионная активность 80%, молекулярная масса 16 млн.

Угольный шлам, для исследований, была взята непосредственно из технологического процесса обогащения угля с нескольких обогатительных фабрик Карагандинского угольного бассейна. При проведении экспериментальных работ суспензия содержала 15-30 г/л твердой фазы.

При исследовании установлено, что скорость осаждения угольных частиц шламов максимально высокая при использовании анионного флокулянта А-150-7 с молекулярной массой 15 млн, а наиболее низкая флокуляционная способность установлена для катионного флокулянта С-496-80 с молекулярной массой 16 млн.

Широкое применение обогащения тонких угольных шламов флотацией способствовало практически повсеместному внедрению на углеобогатительных фабриках замкнутого водно-шламового цикла водоснабжения с флокуляцией отходов флотации [1, 2]. Обычно тонкодисперсные угольные шламы в виде суспензии с содержанием твердой фазы 30-60 г/л поступают на осветление в радиальные сгустители. Осветленную шламовую воду (слив сгустителей) направляют в бак оборотной воды и далее – в оборотный технологический цикл фабрики.

Для повышения скорости отстаивания частиц тонких шламов и практически полного их удаления из осветленной воды, направляемой в оборотный цикл, в суспензию, поступающую в радиальный отстойник, добавляют реагенты: чаще всего синтетические полимеры. При этом, как правило, применяют флокулянты с зарядом от нейтрального до средне анионного [3] или же их комбинацию с катионным коагулянтом.

В лабораторных условиях проведены исследования влияния различных флокулянтов на эффективность осветления шламовых вод и сгущения отходов флотации в условиях радиальных сгустителей на углеобогатительной фабрике, обогащающей коксующиеся угли Карагандинского угольного бассейна, и выбор оптимального режима реагентной обработки. В настоящее время на фабрике применяют анионный полимер MF-156, дозировка которого составляет 10 г/т суспензии, поступающей в радиальные сгустители.

Для интенсификации процесса отстаивания и снижения твердого в сливе лабораторных условиях были испытаны флокулянты различных марок.

В стеклянные мерные цилиндры объемом 0,5 дм<sup>3</sup>, шламовой водой до определенной метки - 500 мл, подавали 0,05% водный раствор флокулянта при различных значениях его расхода. После тщательного перемешивания пульпы в цилиндрах вводился заданный объем флокулянта, и после дополнительного перемешивания мешалкой включался секундомер, и осуществлялось наблюдение за скоростью оседания границ раздела твердой и водной фазы.

На первом этапе лабораторное тестирование проводили для выбора наиболее эффективного флокулянта. Наилучшие результаты по качеству осветленной шламовой воды были получены при добавлении флокулянта А-150-7 (таблица 1).

Как видно из таблиц 1 приблизительно при одинаковой молекулярной массе анионные флокулянты А-150-7 и А-150-15, но различающиеся по заряду полимеры влияют на скорость осаждения угольного шлама совершенно по-разному. Например, при оптимальной дозе флокулянтов равной 10 г/т скорость осаждения шлама в присутствии анионного флокулянта А-150-7 превышает в 2 раза, анионного флокулянта марки А-150-15, и 3 раза катионного флокулянта С-496-80 и фабричного флокулянта MF-156. Это можно объяснить тем, что у анионного флокулянта функциональной группой является карбоксильная группа, при минимальном количестве которой полимерная цепь является более гибкой и может захватить

большое количество частиц за счет мостичной связи. При большом количестве карбоксильной группы в полимерной цепи отрицательно заряженные группы взаимно отталкиваются и частично теряют гибкость цепи, что приводит к меньшему захвату шламовых частиц. Сильнозаряженный катионный флокулянт С-496-80 практически полностью теряет гибкость полимерной цепи, т.е. образует жесткую цепь что значительно ухудшает процесс флокуляции.

Таблица 1 - Результаты скорости осаждения (см/мин) угольного шлама с концентрацией твердого 30 г/л в присутствии различных флокулянтов

Расход, флокулянта, г/г	Наименование флокулянта			
	А-150-15, см/мин	А-150-7, см/мин	С-496-80, см/мин	Фабричный MF-156, см/мин
2	0,27	0,31	0,11	0,15
5	0,45	0,65	0,35	0,9
10	0,98	1,63	0,72	0,83
20	0,89	1,1	0,57	0,68
30	0,84	0,87	0,51	0,61

Далее для улучшения технологических параметров сгущения шламовой воды исследования проводили на приборе Ультрафлуктестер изменяя скорости гидродинамической обработки суспензии, которая позволяет добиться высокого уровня осветления воды при минимальном расходе флокулянта в короткий промежуток времени.

Все эксперименты осуществлялись с помощью прибора "УльтрафлукТестер" производства фирмы «Турбофлотсервис», функциональная схема которого представлена на рисунке 1.

Данный аппарат работает следующим образом: исследуемая суспензия и раствор флокулянта с помощью дозирующих насосов непрерывно смешиваются и подаются во флокулятор, где они подвергаются интенсивной гидродинамической обработке в течение 5-7 сек, затем проходя через оптический датчик данные обрабатываются и сигнал поступает в блок управления. Здесь он обрабатывается и высвечивается в виде двухзначного числа на цифровом табло прибора, показывая эффективность флокуляции. Другое табло прибора показывает частоту вращения ротора флокулятора, регистрируемую с помощью оптоэлектронного тахометра.

Исследуемая суспензия и раствор флокулянта с помощью имеющихся в приборе дозирующих насосов непрерывно смешивались в заданном соотношении и пропускались через цилиндрический флокулятор Куэтта (диаметр и высота ротора – 28 мм, ширина зазора -1,5 мм), где они подвергались гидродинамической обработке заданной интенсивности в течение заданного времени. Для оценки относительного размера флокул, формирующихся за время обработки суспензии во флокуляторе, в приборе применен метод, впервые предложенный и теоретически обоснованный J. Gregory and D.W. Nelson [4]. В соответствии с этим методом, суспензия, выходящая из флокулятора, сразу же пропусклась через оптоэлектронный датчик, который регистрировал флуктуации интенсивности светового луча, пропускаемого сквозь непрерывный поток суспензии, движущейся в прозрачном круглом канале диаметром 3 мм.



Рисунок 1 - Ультрафлок-Тестер

Фотоэлектрический сигнал от оптического датчика обрабатывался и высвечивался в виде двузначного числа на цифровом табло, показывая в относительных единицах величину «эффективности флокуляции», которая, в первом приближении, пропорциональна осредненному размеру флокул. На лицевой панели блока управления имелось также табло, на котором отражалась частота вращения ротора флокулятора, по которой (с помощью соответствующей калибровочной зависимости) определялся осредненный градиент скорости среды  $G$ .

В таблице 2 представлены результаты скорости осаждения угольного шлама в присутствии эффективного флокулянта А-150-7 разного расхода и различной скоростью гидродинамической обработки с помощью прибора Ультрафлоктестер. Время обработки составило 10 сек. Как видно из таблицы 2 с увеличением интенсивности скорости гидродинамической обработки от  $500 \text{ с}^{-1}$  до  $1500 \text{ с}^{-1}$  во всех случаях скорость осаждения шлама растет, а при значении  $G = 1500 \text{ с}^{-1}$  падает, что может быть обусловлено частичным разрушением агрегатов флокул. Поэтому оптимальным значением скорости гидродинамической обработки шламовую воду указанным флокулянтom является  $1000 \text{ с}^{-1}$ . При оптимальной скорости гидродинамической обработки равной  $1000 \text{ с}^{-1}$  скорость осаждения шлама в присутствии флокулянта А-150-7 при времени обработки 10 сек скорость осаждения увеличивается при оптимальном расходе флокулянта 5 г/т в 5 раз, а расход флокулянта уменьшается в 2 раза (сравни таблицы 1 и 2) по сравнению без обработки на Ультрафлоктестера.

Таблица 2 - Изменение скорости осаждения (см/мин) угольного шлама с концентрацией твердого 30 г/л с помощью прибора Ультрафлоктестер в присутствии флокулянта А-150-7

Расход флокулянта А-150-7, г/т	Скорость гидродинамической обработки, $G, \text{ с}^{-1}$		
	$500 \text{ с}^{-1}$ , см/мин	$1000 \text{ с}^{-1}$ , см/мин	$1500 \text{ с}^{-1}$ , см/мин
2	0,2	0,5	0,7
5	1,5	8,1	3,8
10	2,7	6,9	3,6
20	2,5	5,5	2,4
30	2,1	4,9	2,0

Еще одним важным показателем эффективности флокуляции является содержание твердого в сливе, т.е чистоты очистки оборотной воды от шламовых частиц. Полученные результаты с помощью изученных флокулянтom представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты содержания твердого в сливе, мг/л, при сгущении угольного шлама с концентрацией твердого 30 г/л в присутствии различных флокулянтов

Расход, флокулянта А-150-7, г/т	Наименование флокулянта			
	А-150-7, мг/л	А-150-15, мг/л	С-496-80, мг/л	Фабричный MF-156, мг/л
2	168	396	410	430
5	114	224	382	385
10	105	218	328	338
20	110	172	395	393
30	125	176	408	406

Установлено, что анионный флокулянт А-150-7 в 2 раза меньше содержит твердого в сливе, чем флокулянт А-150-15 и 3 раза меньше, чем флокулянты 496-80 и MF-156 (таблица 3).

Лучшие результаты получаются при использовании Ультрафлотестера: при скорости сдвига  $1000 \text{ с}^{-1}$  существенно снижается содержание твердого в сливе почти в 6 раз, а расход анионного флокулянта А-150-7 в 2 раза меньше (сравни таблицы 3 и 4). Время обработки - 10 сек.

Таблица 4 - Результаты содержания твердого в сливе, мг/л, при сгущении угольного шлама с концентрацией твердого 30 г/л с помощью прибора Ультрафлотестер в присутствии флокулянта А-150-7

Расход, флокулянта А-150-7, г/т	Скорость гидродинамической обработки, $\text{Г, с}^{-1}$		
	$500 \text{ с}^{-1}$ , мг/л	$1000 \text{ с}^{-1}$ , мг/л	$1500 \text{ с}^{-1}$ , мг/л
2	95	67	104
5	73	18	96
10	61	22	105
20	101	44	116
30	121	57	136

Таким образом, в лабораторных условиях было проведено тестирование порошкообразных анионных флокулянтов, различающихся молекулярной массой и зарядом, с целью выбора оптимального режима обработки тонкодисперсных угольных шламов при осветлении оборотной воды в радиальных сгустителях. Флокулянт А-150-7 позволяет интенсифицировать процесс разделения жидкой и твердой фаз без ухудшения качества осветленной шламовой воды.

Наилучшие результаты степени осветления водной фазы от угольных шламов, дает технология, при которой последовательно обрабатывают в ультрафлокуляторе с применением анионного флокулянта А-150-7.

## Литература:

- 1 Байченко А.А., Иванов Г.В. Флокулярная флотация тонких угольных шламов // Материалы научно-технической конференции.-1999.Кемерово.- С.9-29.
- 2 Берлинтейгер Е.С. Использование флокулянтов для обезвоживания угольных шламов. Химическая промышленность.- 2004.- Т.81.- №11.-С.65-68.
- 3 Субботин В.В., Петухов В.Н. Исследование влияния эффективности флокулянтов при обогащении угольного шлама // Технология переработки и утилизации техногенных образований и отходов. Вестник МГТУ им. Г.И. Носова.- 2014.- № 2.-С.20-24.
- 4 Gregory J. and Nelson D.W. A new method for flocculation monitoring. Solid-Liquid Separation. Ellis Harwood. Chichester. - 1984.- P. 172-182.

### Н.Б. Әбжамиева, М.Б. Рыспаева

#### Ультрафлокуляция әдісімен ағынды суды көмір шламынан газарту процестерін қарқындату

Барлық зерттелген флокулянттардың оңтайлы дозасы 10 г/т тең болған кезде А-150-7 тиімді анионды флокулянттың қатысуымен көмір шламының тұндыру жылдамдығы А-150-15 маркалы анионды флокулянттан 1,5 есе және С-496-80 катионды флокулянттынан және MF-156 фабрикалық анионды флокулянттынан 2 есе артатыны көрсетілді. Ультрафлуктестер аспабының көмегімен жүзеге асырылатын ортаның оңтайлы ығысу жылдамдығы 1000 с<sup>-1</sup> тең және өңдеу уақыты 10 сек болғанда шламның тұндыру жылдамдығы А-150-7 флокулянттының қатысуымен 5 есе артады, ал оның шығыны 2 есе азаяды.

А-150-7 анионды флокулянтты жоғарыда аталған флокулянттармен салыстырғанда ағылатын сулардағы қатты заттың концентрациясын 2-3 есе төмендейтіні анықталды. Ультрафлуктестерді қолдану арқылы жақсы нәтижелер алынды: ығысу жылдамдығы 1000 с<sup>-1</sup> болған кезде, ағылатын судағы қатты заттың концентрациясы 6 есе, ал А-150-7 анионды флокулянттың шығыны 2 есе азаяды.

**Түйінді сөздер:** көмір шламы, флокулянттар, ультрафлуктестер, тұндыру, ортаның гидродинамикалық жылдамдығы (G).

### N.B. Abzhamieva., M.B. Ryspaeva

#### Intensification of wastewater treatment processes from coal sludge by ultraflocculation

At the optimal dose of all the studied flocculants equal to 10 g/t, the deposition rate of coal sludge in the presence of an effective anionic flocculant A-150-7 is 1.5 times greater than the anionic flocculant A-150-15 and 2 times greater than the cationic flocculant C-496-80 and the factory anionic flocculant MF-156. When the optimal shear rate of the medium is 1000 s<sup>-1</sup>, which is carried out with the help of an Ultrafloktester device and the processing time is 10 seconds, the sludge deposition rate increases by 5 times in the presence of flocculant A-150-7, and its consumption decreases by 2 times.

It was found that the anionic flocculant A-150-7 also reduces the concentration of solid matter in the drain water by 2-3 times, compared to the above-mentioned flocculants. The best results are obtained when using an Ultrafloktester: at a shear rate of 1000 s<sup>-1</sup>, the concentration of solid in the drain water is reduced by almost 6 times, and the consumption of anionic flocculant A-150-7 is reduced by 2 times.

**Keywords:** coal sludge, flocculants, Ultrafloktester, sedimentation, hydrodynamic velocity of the medium (G).

УДК 622.7

\*Д.Н. Агибаева<sup>1,2</sup>, И.Ю. Мотовилов<sup>1</sup>, Э.М. Ли<sup>2</sup>

*Научный руководитель - И.Ю. Мотовилов, доктор PhD, ассистент профессор*

*<sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)*

*<sup>2</sup>Филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр»*

*(г. Алматы, Казахстан)*

*[dina\\_a\\_90@mail.ru](mailto:dina_a_90@mail.ru)*

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФЛОТАЦИИ СВИНЦОВОГО ЦИКЛА ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДЫ

**Аннотация.** В настоящее время флотация является основным и определяющим процессом обогащения свинцово-цинковых руд. Совершенствование и оптимизация флотационного процесса на действующих фабриках является основным резервом повышения извлечения металлов и комплексного использования сырья.

В данной работе приведены результаты исследования кинетики флотации свинцового цикла полиметаллической руды, цель которых достигнуть максимального извлечения свинца в свинцовый концентрат и минимизировать засорение данного концентрата цинком.

Исследования проведены на керновой пробе, отобранной с различных выработок на различных интервалах крупностью 70-80 мм, характеризующая сульфидную руду месторождения «Шокпар».

Кинетика флотации изучалась по экспериментально полученной кривой характеризующей извлечение полезного компонента от времени флотации.

**Ключевые слова:** флотация, фракционный съем пены, кинетика, свинец, цинк, выход, содержание, извлечение.

Практически скорость флотации характеризуется ее продолжительностью (в минутах), необходимой для получения определённого процента извлечения, или удельной производительностью флотационных машин.

Для определения скорости флотации предложено много эмпирических формул. Имеются попытки теоретического обоснования формул, определяющих скорость флотации [1].

Надо отметить, что огромное число работ по кинетике флотации и выведенные в них уравнения не имеют того практического значения, как, например в химической технологии, и по ним нельзя предсказать течение процесса, так как константы скорости флотации – переменные величины, зависящие от многих не учитываемых факторов, и могут быть определены только опытным путем по результатам проведенного процесса или опыта в данных условиях.

Наиболее подходящее из уравнений может быть использовано для сравнительной оценки результатов опытов как лабораторных, так и промышленных, но все эти уравнения для практики не дают больше того, что дает обычная, экспериментально полученная кривая  $\varepsilon = f(\tau)$  (где  $\varepsilon$  – извлечение полезного компонента от времени –  $f(\tau)$ ) [2].

На получение данной зависимости ( $\varepsilon = f(\tau)$ ) проведены исследования, изложенные в данном докладе.

В качестве объекта исследований использована полиметаллическая руда месторождения Шокпар.

Месторождение Шокпар находится в Кордайском районе Жамбылской области в 30 км к северо-западу от п. Курдай. Открыто оно в 60-х годах при проведении геолого-поисковых работ. Оно контролируется зоной разломов, секущих породы рудного поля. Размещается в экзоконтакте гранитного массива и находится среди карбонатно-терригенных пород нижне-среднего ордовика. Оно приурочено к субширотной зоне брекчирования среди окварцованных песчаников.

Рудные тела представлены зонами золото-барит-полиметаллической сульфидной минерализации.

В таблице 1 приведен химический анализ пробы руды.

Таблица 1 – Химический, пробирный анализы пробы руды

Элементы и соединения	Содержания, %	Элементы и соединения	Содержания, %
Свинец	0,64 - 0,68	Мышьяк	1,04
Цинк	0,74 - 0,78	Диоксид кремния	55,41
Железо <sub>общее</sub>	6,50	Оксид магния	5,04
Медь	0,039	Оксид кальция	2,70
Сера <sub>общая</sub>	4,85	Оксид алюминия	8,79

Сера <sub>сульфидная</sub>	4,69	Фосфор	0,06
Сера <sub>сульфатная</sub>	0,16	Оксид натрия	0,154
Золото, г/т	4,30-4,60	Оксид калия	1,88
Серебро, г/т	43,0-46,0	ППП	9,46

Из таблицы 1 следует, что основными ценными компонентами пробы являются свинец, цинк, золото, серебро, содержание которых составляет: свинца 0,64 - 0,68 %, цинка 0,74 - 0,78 % золота 4,30-4,60 г/т, серебра 43,00 - 46,00 г/т.

Также в пробе содержится сера<sub>общ.</sub> 4,85 %, в том числе серы<sub>сульфидной</sub> 4,69 %, серы<sub>сульфатной</sub> 0,16 %, железо<sub>общ.</sub> 6,50 %, диоксид кремния 55,41 %, триоксид алюминия 8,79 %, оксид магния 5,04 %, оксид кальция 2,70 %, оксид натрия 0,154 %, оксид калия 1,88 %, фосфор 0,06 %. Вредной примесью в пробе является мышьяк 1,04%.

После подбора оптимальных расходов реагентов [3,4] в свинцовом цикле флотации уточнялось время основной и контрольной флотации. Пену снимали фракционно по времени: в основной флотации через каждую минуту; время контрольной флотации – через каждые две минуты при следующих расходах реагентов:

- основная свинцовая флотация: сода – 800 г/т, жидкое стекло – 150 г/т, цианид – 20 г/т, цинковый купорос – 300 г/т, РАХ – 50 г/т, МИБК – 30 г/т;
- контрольная свинцовая флотация: РАХ – 30 г/т, МИБК – 15 г/т.

Опыты по уточнению времени флотации проводили по схеме, приведенной на рисунке 1, результаты кинетики приведены на рисунке 2 и в таблице 2.

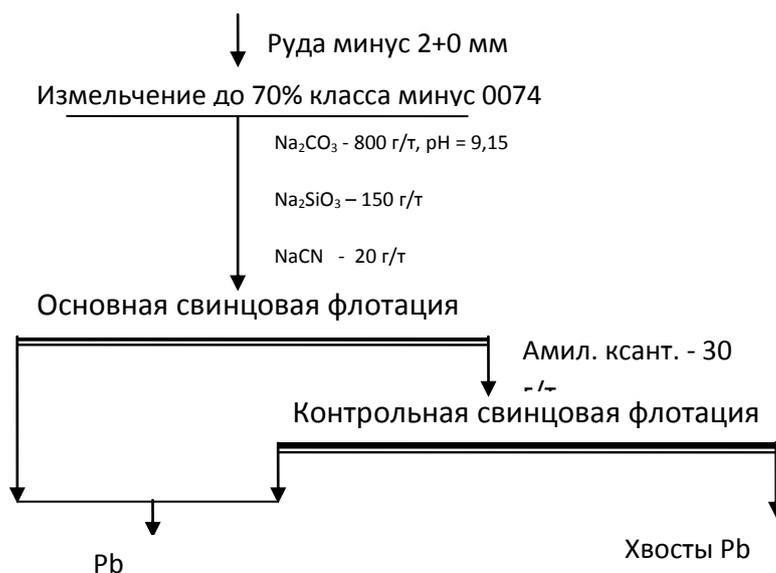


Рисунок 1 – Схема проведения опыта по кинетике свинцового цикла флотации

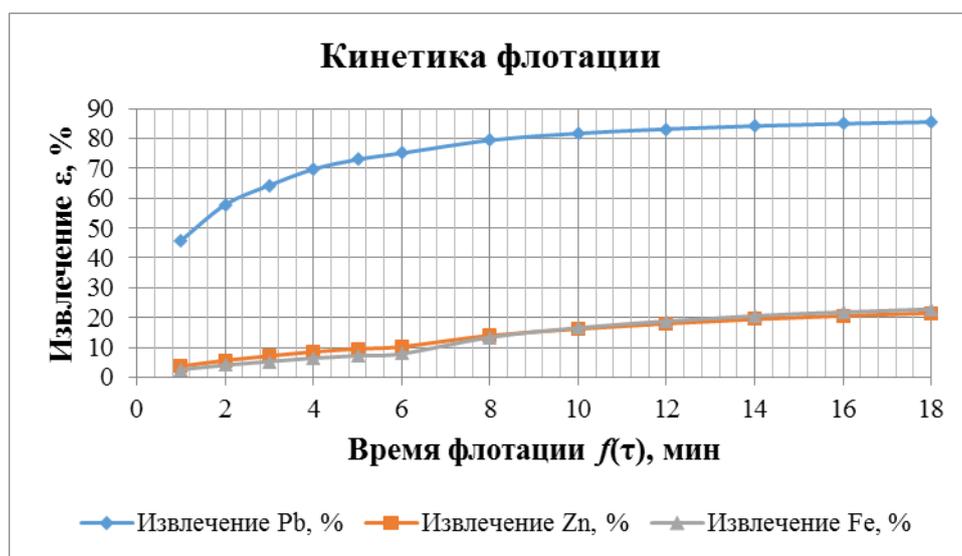


Рисунок 2 – График зависимости  $\epsilon = f(\tau)$ , по свинцу, цинку и железу  
 В таблице 3 приведены сводные результаты фракционного анализа.

Таблица 3 – Сводные результаты фракционного анализа

Продукты	Выход, %	Содержание, %			Извлечение, %			Время флотации, мин
		Pb	Zn	Fe	Pb	Zn	Fe	
Основной Pb продукт	4,50	11,353	1,733	11,03	75,13	10,25	7,87	t <sub>осн.флот.</sub> - 6 t <sub>контр.флот</sub> - 12 K <sub>Pb</sub> = 0,325
Контрольный продукт	6,35	1,118	1,35	14,83	10,44	11,26	14,93	
<b>Итого Pb продукта</b>	<b>10,85</b>	<b>5,363</b>	<b>1,51</b>	<b>13,25</b>	<b>85,57</b>	<b>21,51</b>	<b>22,80</b>	
Хвосты Pb флотации	89,15	0,11	0,67	5,46	14,43	78,49	77,20	
<b>Руда</b>	<b>100,0</b>	<b>0,68</b>	<b>0,76</b>	<b>6,305</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Основной Pb продукт	4,50	11,353	1,733	11,03	75,13	10,25	7,87	t <sub>осн.флот.</sub> - 6 t <sub>контр.флот</sub> - 10 K <sub>Pb</sub> = 0,330
Контрольный продукт	5,76	1,165	1,37	15,28	9,87	10,33	13,96	
<b>Итого Pb продукта</b>	<b>10,26</b>	<b>5,633</b>	<b>1,526</b>	<b>13,42</b>	<b>85,00</b>	<b>20,58</b>	<b>21,83</b>	
Хвосты Pb флотации	89,74	0,114	0,674	5,49	15,00	79,42	78,17	
<b>Руда</b>	<b>100,0</b>	<b>0,68</b>	<b>0,76</b>	<b>6,305</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Основной Pb продукт	4,50	11,353	1,733	11,03	75,13	10,25	7,87	t <sub>осн.флот.</sub> - 6 t <sub>контр.флот</sub> - 8 K <sub>Pb</sub> = 0,337
Контрольный продукт	5,07	1,223	1,38	15,81	9,12	9,20	12,71	
<b>Итого Pb продукта</b>	<b>9,57</b>	<b>5,986</b>	<b>1,547</b>	<b>13,56</b>	<b>84,25</b>	<b>19,45</b>	<b>20,58</b>	
Хвосты Pb флотации	90,43	0,118	0,678	5,538	15,75	80,55	79,42	
<b>Руда</b>	<b>100,0</b>	<b>0,68</b>	<b>0,76</b>	<b>6,305</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	
Основной Pb продукт	4,13	12,02	1,753	11,02	73,01	9,51	7,22	t <sub>осн.флот.</sub> - 5 t <sub>контр.флот</sub> - 9 K <sub>Pb</sub> = 0,337
Контрольный продукт	5,44	1,40	1,39	15,49	11,24	9,94	13,36	
<b>Итого Pb продукта</b>	<b>9,57</b>	<b>5,986</b>	<b>1,55</b>	<b>13,56</b>	<b>84,25</b>	<b>19,45</b>	<b>20,58</b>	
Хвосты Pb флотации	89,74	0,119	0,683	5,58	15,75	80,55	79,42	
<b>Руда</b>	<b>100,0</b>	<b>0,68</b>	<b>0,761</b>	<b>6,305</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

Из сводных результатов фракционного съема пены, приведенных в таблице 3 следует, что:

- при времени основной флотации 6 минут и контрольной 12 минут в свинцовый продукт извлекается 85,57 % свинца при содержании свинца 5,363 %, цинка 1,51 %, железа 13,25 %. Потери цинка в свинцовом продукте составляют 21,51 % при выходе 10,85%. Критерий эффективности флотации составляет  $K = 0,325$ ;

- при времени основной флотации 6 минут и контрольной 10 минут в свинцовый продукт извлекается 85,00 % свинца при содержании свинца 5,633 %, цинка 1,526 %, железа

13,42 %. Потери цинка в свинцовом продукте составляют 20,58 % при выходе 10,26 %. Критерий эффективности флотации составляет  $K = 0,330$ ;  
- при времени основной флотации 6 минут и контрольной 8 минут в свинцовый продукт извлекается 84,25 % свинца при содержании свинца 5,986 %, цинка 1,547 %, железа 13,56 %. Потери цинка в свинцовом продукте составляют 19,45 % при выходе 9,57 %. Критерий эффективности флотации составляет  $K = 0,337$ .

Таким образом, изучив кинетику флотации свинца можно сделать следующие выводы - уменьшение времени флотации приводит к:

- снижению извлечения свинца в суммарном концентрате на 1,32% (с 85,57% до 84,25%) при повышении качества на 0,623% (с 5,363% до 5,986%);  
- снижению потери цинка в свинцовом продукте на 2,06% (с 21,51% до 19,45%).

На основании результатов фракционного анализа и критерий эффективности флотации устанавливаем время основной флотации 6 минут, время контрольной флотации – 8 минут или время основной флотации 5 минут, время контрольной флотации – 9 минут.

### Литература

- 1 Белоглазов И.Н. Уравнение кинетики флотационного процесса. СПб.: ФГБОУВО «Санкт-Петербургский университет». 2008. – С. 129 – 132
- 2 Митрофанов С.И. Селективная флотация. М.: Недра. 1967. – С. 583
- 3 Митрофанов С.И. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962.
- 4 Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Интерметинжиниринг, 2001.

**Д.Н. Агибаева, И.Ю. Мотовилов, Э.М. Ли**

#### **Полиметалл кендерінің қорғасын циклының флотация кинетикасын зерттеу**

**Аңдатпа.** Бұл жұмыста полиметалл кенінің қорғасын циклінің флотация кинетикасын зерттеу нәтижелері келтірілген, оның мақсаты қорғасын концентратына қорғасынның максималды алынуына қол жеткізу және осы концентраттың мырышпен бітелуін азайту.

Зерттеулер "Шокпар" кен орнының сульфидтік кенін сипаттайтын ірілігі 70-80 мм әртүрлі аралықтарда әртүрлі қазбалардан іріктелген кендік сынамада жүргізілді.

Флотация кинетикасы флотация уақытынан пайдалы компоненттің алынуын сипаттайтын эксперименттік қисық арқылы зерттелді.

**Түйінді сөздер:** флотация, көбікті фракциялық алу, кинетика, қорғасын, мырыш, шығым, бағалы зат үлесі, бөліп алу дәрежесі.

**D.N. Agibayeva, I.Yu. Motovilov, E.M. Lee**

#### **Study of the kinetics of flotation of the lead cycle of polymetallic ore**

**Annotation.** This paper presents the results of studying the kinetics of the flotation of the lead cycle of polymetallic ore, the purpose of which is to achieve the maximum extraction of lead into the lead concentrate and to minimize the contamination of this concentrate with zinc.

The studies were carried out on a core sample taken from various workings at different intervals with a size of 70-80 mm, which characterizes the sulfide ore of the Shokpar deposit.

The kinetics of flotation was studied using an experimentally obtained curve that characterizes the recovery of a useful component from the flotation time.

**Key words:** flotation, fractional foam removal, kinetics, lead, zinc, yield, content, recovery.

УДК 575

**А.Д. Алтынбек<sup>1</sup>, Е.К. Бектай<sup>2</sup>, Г.С.Турсыбекова<sup>2</sup>, Б.Н.Шидерин<sup>2</sup>**  
*научный руководитель – к.т.н, профессор-исследователь Е.К. Бектай<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ТОО «Семизбай-У» Казахстан, г. Нур-Султан ;

<sup>2</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

## КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В УРАНОВЫХ РАСТВОРАХ

**Аннотация.** В статье приведены сведения о проведенной научно-исследовательской работе магистранта А.Д. Алтынбек по бактериальному окислению двухвалентного железа в выщелачивающих растворах уранового рудника. Выполнен обзор доступных технологий бактериального выщелачивания золота, меди, урана и других металлов. Исследована кинетика окисления двухвалентного железа в выщелачивающих растворах в условиях добавления серной кислоты и исходном состоянии выщелачивающих растворов. Исследования проведены на нескольких биореакторах промышленного образца объемом 1 м<sup>3</sup>. Показана зависимость кинетики бактериального окисления железа от pH среды. Установлено, что добавление кислоты в выщелачивающие растворы многократно увеличивает скорость окисления двухвалентного железа до трехвалентного состояния.

**Ключевые слова.** Бактериальное выщелачивание, железоокисляющие бактерии, двухвалентное железо, трехвалентное железо, окисление, уран, серная кислота.

**Актуальность:** Бактериальное выщелачивание - известный процесс и применяется для извлечения различных видов металлов; золота, меди, урана и других. Применение биотехнологических методов интенсифицирует процессы добычи минерального сырья, снижает себестоимость и применение экологически эффективно, т.к. снижает использование токсичных, вредных для окружающей среды химических реагентов.

Промышленное применение бактериального выщелачивания начато в 60-х годах с кучного и подземного извлечения металлов из бедных забалансовых медных и урановых руд и отвалов в США, Канаде, Болгарии, СССР и других странах. В СССР в 70-х годах кучное бактериальное выщелачивание медно-цинковых руд испытывалось на Николаевском руднике, подземное выщелачивание на Блявинском руднике (Урал). С использованием бактериально-химического метода добывается около 20% меди и значительная часть урана (США, Канада, Мексика, Перу, Испания, Австралия, Югославия и др.), работают два предприятия по кучному выщелачиванию никелевых руд (Австралия и Финляндия). Свыше 20 предприятий в мире используют бактериальное выщелачивание различных видов руд.

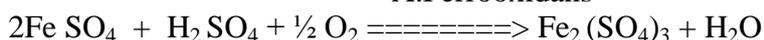
Процесс бактериального выщелачивания применяют для получения меди и золота. Этот метод применяется и для интенсификации процесса выщелачивания урана. На основании многочисленных исследований установлено, что бактериальное выщелачивание является перспективным процессом для внедрения в горнодобывающую промышленность.

Для бактериального окисления железа используются железоокисляющие бактерии *Thiobacillus ferrooxidans*. Они окисляют сульфиды и другие минералы, что приводит к растворению металлов. Гидрометаллургический метод окисления проходит в низкотемпературном режиме, при этом отсутствуют высокотемпературные выбросы характерные при обжиге (окислительный обжиг). Выделены и описаны другие микроорганизмы, участвующие в процессах окисления сульфидных минералов.

Бактерии *Thiobacillus ferrooxidans* очень широко распространены в природе, они встречаются там, где идут процессы окисления железа или минералов.

Уравнение описывающее бактериальное окисление двухвалентного железа:

A.Ferrooxidans



В соответствии с данным уравнением для окисления двух молекул двухвалентного сульфата железа требуется одна молекула серной кислоты.

### **Материалы и результаты исследований:**

В 2020 г. проведено исследование скорости окисления двухвалентного железа до трехвалентного состояния в выщелачивающих растворах на одном из месторождений урана расположенного в северной части Казахстана. Исследования проведены в биореакторах объемом 1 м<sup>3</sup> без и с добавлением серной кислоты в выщелачивающие растворы.

В выщелачивающих растворах исследованного уранового месторождения концентрация двухвалентного железа составляет до 2,3 г/л. Остаточное содержание серной кислоты в выщелачивающих растворах составляет в среднем 3,5 г/л. При полноте реакции окисления двухвалентного железа в выщелачивающих растворах практически не останется серной кислоты (1,2 г/л).

Таблица 1 – Исследования в биореакторе без добавления серной кислоты

Технологические параметры по биореактору В-3							
Дни	pH	ОВП, мВ	Кислотность, г/л	Fe <sup>2+</sup> , г/л	Fe <sup>3+</sup> , г/л	T, °C	Примечание
1-день	1,6	377	3,72	2,34	0,2	12	Исходный раствор
5-день	1,5	380				13	
22-день	1,6	399	3,63	2,14	0,35	13	
24-день	1,6	419	3,53	1,93	0,66	13	
37-день	1,7	429	2,65	1,62	0,85	13	
38-день	1,8	434	2,35	1,61	1	13	
39-день	1,8	444	2,55	1,35	1,27	13	
40-день	1,8	532	2,55	0,06	2,42	13	

Таблица 2 – Исследования в биореакторе с добавлением серной кислоты

Технологические параметры по биореактору А-4							
Дни	pH	ОВП, мВ	Кислотность, г/л	Fe <sup>2+</sup> , г/л	Fe <sup>3+</sup> , г/л	T, °C	Примечание
1-день	1,51	398	3,63	2,19	0,31	14	Исходный раствор
1-день	1,18	409	7,06	2,12	0,39	14	Добавлена серная кислота
2-день	1,26	447	7,55	1,48	1,04	14	
3-день	1,28	463	6,57	0,78	1,79	14	
4-день	1,34	520	7,45	0,13	2,44	14	
5-день	1,36	628	6,47	0	2,66	14	

Известно, что при значении ОВП выщелачивающих растворов 409 мВ и выше происходит интенсификация добычи урана, так как при данном значении окисное железо переводит трудноизвлекаемый четырехвалентный уран в растворимую шестивалентную форму.

Как видно, по сведениям, указанным в Таблице 1, процесс окисления двухвалентного железа без добавления серной кислоты и повышение ОВП среды до приемлемых значений (419 мВ) происходит в течение 24 дней, и, этот процесс сопровождается снижением кислотности и повышением pH растворов.

По Таблице 2 видно, что в биореакторе, где была добавлена серная кислота и pH среды составил 1,18 (после добавления серной кислоты) наблюдается многократное увеличение кинетики окисления закисного железа, при этом этот процесс также сопровождается расходом серной кислоты на образование сульфата трёхвалентного железа. Таким образом можно утверждать, что добавленная серная кислота в исходный раствор с остаточной кислотой создаёт благоприятные условия для размножения и развития железобактерии *Thiobacillus ferrooxidans*.

#### Выводы:

Полученные данные подтверждают, что чем больше двухвалентного железа переходит в трехвалентное состояние, тем выше ОВП раствора, при этом содержание серной кислоты снижается. В этой связи требуется добавление «дополнительной» серной кислоты для ускорения процесса бактериального окисления железа.

#### **Литература:**

Турысбекова Г.С., Меретуков М.А., Бектай Е.К. «Золото: Инновации в химии и металлургии», Алматы, НАО «КазНИТУ им.К.И.Сатпаева», 2015, 632 стр.

Pronk J.T., Meylenberg R., Hasey W. et.al. Oxidation of reduced inorganic sulphur compounds by acidophilic thiobacilli // FEMS. Microbiological Rev. – 1990 – Vol.75 – P.292

Millero F.J., Hersley J.P. Biogenic sulfur in environments // ACS Symposium / - 1989/ - Vol.393

Геохимия урана / Бектай Е.К., Турысбекова Г.С., Алтынбек А.Д., Шидерин Б.Н. – Алматы: КазНИТУ, 2020. – 417с.

Гидрометаллургия урана: Монография / Турысбекова Г.С., Бектай Е.К., Меретуков М.А., Бектаев М.Е. – Алматы: КазНИТУ, 2020. – 264с.

#### **А.Д. Алтынбек, Е.К. Бектай, Г.С. Турысбекова, Б.Н. Шидерин Уран ерітінділеріндегі темірдің тотығу кинетикасы**

**Аннотация.** Мақалада магистрант А.Д. Алтынбек жүргізген ғылыми-зерттеу жұмысында уран кенішінің шаймалау ерітінділеріндегі екі валентті темірдің бактериялық жолмен тотығуы туралы ақпарат берілген. Алтын, мыс, уран және басқа металдарды бактериялық жолмен шаймалау жөнінде қолжетімді технологияларға шолу жасалған. Күкірт қышқылын қосу және шаймалау ерітінділерінің бастапқы күйі жағдайында ерітінділеріндегі темірдің темір тотығу кинетикасы зерттелді. Зерттеулер көлемі 1 м<sup>3</sup> болатын бірнеше өндірістік үлгідегі биореакторларда жүргізілді. Темірдің бактериялық тотығу кинетикасы ортаның рН-на тәуелділігі көрсетілген. Шаймалау ерітінділеріне қышқылдың қосылуы темірінің үш валентті күйге дейін тотығу жылдамдығын бірнеше есе арттыратындығы анықталды.

**Кілт сөздер.** Бактериалды шаймалау, темір тотықтырғыш бактериялар, екі валентті темір, үш валентті темір, тотығу, уран, күкірт қышқылы.

#### **A.D. Altynbek, E.K. Bektay, G.S. Turysbekova, B.N. Shiderin Kinetics of iron oxidation in uranium solutions**

**Annotation.** The article provides information about the research work carried out by master student A.D. Altynbek on bacterial oxidation of ferrous iron in leaching solutions of a uranium mine. The available technologies for bacterial leaching of gold, copper, uranium and other metals are reviewed. The kinetics of ferrous iron oxidation in leaching solutions under the conditions of adding sulfuric acid and the initial state of leaching solutions has been investigated. The studies were carried out on several industrial bioreactors with a volume of 1 m<sup>3</sup>. The dependence of the kinetics of bacterial iron oxidation on the pH of the medium is shown. It was found that the addition of acid to the leaching solutions multiplies the rate of ferrous iron oxidation to the trivalent state.

**Keywords.** Bacterial leaching, iron-oxidizing bacteria, bivalent iron, trivalent iron, oxidation, uranium, sulfuric acid.

УДК 622.7

<sup>1</sup>**А.А. Арстанова\***, <sup>1</sup>**Ш.А. Телков**, <sup>1</sup>**И.Ю. Мотовилов**, <sup>1</sup>**М.Б. Барменшинова**  
*Научный руководитель – Телков Ш.А., профессор, кандидат технических наук, доцент*  
*ВАК*

<sup>1</sup>*Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)*  
*arstanovaanara29gmail.com*

#### **ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ШАЛКИЯ**

**Аннотация.** В данной работе приведены результаты изучения вещественного и гранулометрического состава свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия.

В ходе данной работы был рассмотрен гранулометрический, химический и минеральный состав руды, путем проведения ситового, фазового, дифрактометрического анализов.

Минералогическим анализом установлено, что свинцово-цинковая руда представлена такими минералами как - сульфиды железа (пирит, пирротин), сфалерит и галенит. Содержание железа в пробе по результатам химического анализа находится на уровне 2,24 %, свинца - 0,8 % и цинка - 3,50 %. В незначительном количестве отмечаются окисленные минералы свинца и цинка, а также сульфиды меди. Основным минералом пустой породы является кварц со средним содержанием 49,63 %, второстепенным: оксид кальция с содержанием 10,81 %.

Ситовым анализом установлено, что в пробе руды дробленной до 50 мм основное количество цинка, свинца, диоксида кремния, оксида кальция и углерода сосредоточено в трех крупных классах крупности -50+20 мм, -20+13 мм и -13+8 мм.

**Ключевые слова.** Шалкия, свинец, цинк, кварц, выход, содержание, извлечение.

Месторождение Шалкия, по общим запасам руды в настоящее время является одним из важнейших источников сырья для цветной металлургии Республики Казахстан, состоящее из двух участков – Северо-Западного и Юго-Восточного, Данное месторождение представлено свинцово-цинковыми рудами. Максимальное суммарное содержание ценных компонентов составляет не более 4,5 %, где 70 – 80 % составляет цинк и 30–20 % свинец. По общему содержанию металлов Шалкиинское месторождение можно отнести к категории бедных [1].

Месторождение Шалкия представлено следующими минералами: сфалерит, галенит и пирит, характеризующиеся очень тонкой вкрапленностью, от пылевидной до 0,1 мм и тесным взаимопроращением между собой, а также с вмещающими минералами пустой породы, в частности с кварцем и карбонатами.

Учитывая особенности Шалкиинской руды, проба полиметаллической руды была подготовлена к проведению исследований посредством ее дробления до крупности -50+0,0 мм, а затем усреднена с использованием метода «кольца и конуса» и отбором представительных проб на изучение вещественного, гранулометрического составов и проведения технологических исследований [2,3].

*Химический анализ пробы исходной руды*

Химический состав пробы руды представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав проб руды месторождения «Шалкия»

Элементы, компоненты	Массовая доля, %	Элементы, компоненты	Массовая доля, %
SiO <sub>2</sub>	49,7	As	0,0055
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,36	Pb <sub>общ</sub>	0,8
CaO	10,1	Zn <sub>общ</sub>	3,50
K <sub>2</sub> O	0,58	Cu	0,0087
Na <sub>2</sub> O	<1,0	Ni	0,0018
MgO	9,4	Sb	<0,0050
MnO	0,067	Cd	0,0067
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,044	Cr	0,0015
TiO <sub>2</sub>	0,048	Co	0,0007
C <sub>общ</sub>	5,90	Mo	0,0011
CO <sub>2</sub>	16,4	Ba	0,0036
C <sub>орг</sub>	1,41	Sn	<0,0050
Fe <sub>общ</sub>	2,24	Sr	0,0065
Fe <sub>окисл</sub>	0,1	W	<0,0050
Fe <sub>сульфид</sub>	2,14	Bi	<0,0020
S <sub>общ</sub>	4,66	Hg	<0,0030
S <sub>сульфат</sub>	<0,25	Ag, г/т	4,13

По данным таблицы 1, химический состав пробы представлен литофильными компонентами, в особенности преобладает кремнезем. Его количество составляет 49 %.

*Фазовый анализ свинца и цинка*

Для свинца и цинка выполнен фазовый анализ. Результаты анализа представлены в таблице 2, анализ которой позволяет сделать вывод, что свинец и цинк в руде представлены преимущественно в сульфидной форме.

Таблица 2 - Результаты фазового анализа свинца и цинка в пробе руды

Величина	Формы нахождения/массовая доля, %					
	Свинец			Цинк		
	Общее количество	Окисленная	Сульфидная	Общее количество	Окисленная	Сульфидная
Абс.	0,8	0,079	0,721	3,50	0,11	3,39
Отн.	100,0	9,85	90,15	100,0	3,24	96,76

*Минеральный состав пробы исходной руды*

Для определения минерального состава исходной пробы руды месторождения «Шалкия» выполнен дифрактометрический анализ, который позволяет определить состав пробы по основным минералам, доля которых в пробе более 1 %. Минеральный состав, определенный по результатам комплексного исследования проб, приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Минеральный состав проб руды месторождения «Шалкия»

Элементы, компоненты	Массовая доля, %
Породообразующие минералы	
Кварц	46,0
Доломит	30,0
Кальцит	7,0
Мусковит	2,0
КППШ	1,0
Угlistое вещество	1,4
Рудообразующие минералы	
Сфалерит	5,3
Вторичные Zn минералы (смитсонит, виллемит)	0,2
Пирит, пирротин	5,2
Галенит	1,0
Вторичные минералы (англезит-церрусит)	0,1

Анализ данных таблицы 3 показывает, что проба руды представлена породообразующими минералами, среди которых существенно преобладают кварц и карбонаты. Доля кварца в пробе находится на уровне 46 %. Суммарная доля карбонатов, представленных кальцитом и доломитом, составляет 35 - 37 %.

Рудная минерализация в пробах руды представлена сульфидами железа (пирит, пирротин), сфалеритом и галенитом. В незначительном количестве отмечаются окисленные минералы свинца и цинка, а также сульфиды меди.

*Ситовый состав исходной руды, дробленной до 50 м*

Гранулометрический состав, полученный проведением ситового анализа, с распределением содержаний цинка и свинца по классам крупности приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Гранулометрический состав исходной руды с распределением содержаний цинка и свинца по классам крупности

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание, %					Извлечение, %				
		Pb	Zn	SiO <sub>2</sub>	CaO	C	Pb	Zn	SiO <sub>2</sub>	CaO	C

-50+20	22,74	0,58	2,81	46,71	12,79	6,25	17,55	18,41	21,4	26,91	23,73
-20+13	22,86	0,69	3,17	50,76	12,17	5,66	20,98	20,88	23,37	25,74	21,60
-13+8	19,18	0,65	3,29	51,44	10,61	5,70	16,56	18,19	19,88	18,83	18,25
-8+2,5	11,30	0,71	3,62	52,35	9,83	5,56	10,65	11,79	11,92	10,29	10,49
-2,5+1,25	7,18	0,77	3,77	52,44	9,54	6,31	7,32	7,80	7,59	6,34	7,56
-1,25+0,63	5,99	0,85	4,21	52,54	9,63	6,75	6,74	7,28	6,34	5,34	6,75
-0,63+0,315	3,11	0,86	4,62	45,53	7,46	6,44	3,53	4,14	2,85	2,15	3,34
-0,315+0,16	2,39	0,96	4,37	44,25	6,86	6,52	3,02	3,01	2,13	1,52	2,60
-0,16+0,074	1,68	1,19	6,00	43,66	6,09	6,45	2,63	2,90	1,48	0,95	1,81
-0,074+0,0	3,57	2,32	5,43	42,24	5,85	6,49	11,02	5,60	3,04	1,93	3,87
Итого	100,0	0,75	3,47	49,63	10,81	5,99	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Средневзвешенное содержание, свинца, цинка, кварца, оксида кальция и углерода по результатам ситового анализа, составило 0,75 %, 3,47 %, 49,63 %, 10,81 % и 5,99 %.

Основная часть пробы руды, дробленной до 50 мм, представлена тремя классами крупности -50+20 мм, -20+13 мм и -13+8 мм, суммарный выход которых составил 64,78 %.

Выход класса крупностью -8+0,0 мм составил 35,22 %. Выход самого тонкого класса крупностью -0,074+0,0 мм составил 3,57 %.

Анализ распределения содержания свинца по классам крупности показывает, что содержание свинца в самом крупном классе -50+20 мм составило 0,58 % и повышается до 1,19 % в мелком в классе -0,16+0,074 мм. Содержание свинца в самом тонком классе крупностью -0,074+0,0 мм возрастает до 2,32 %.

Распределение содержания диоксида кремния по классам крупности имеет неравномерный характер. В самом крупном классе крупностью -50+20 мм содержание кремния составляет 46,71 % и повышается до 52,54 % в классе -1,25+0,63 мм и далее снижается до 42,24 % в классе крупностью -0,074+0,0 мм.

Содержание оксида кальция в крупных классах крупностью -50+20 мм и -20+13 мм составило 12,79 % и 12,17 % и постепенно уменьшается с понижением крупности до 5,85 %, в классе крупностью -0,074+0,0 мм.

Содержание углерода по всем классам крупности распределяется практически равномерно и изменяется в пределах 6,25– 6,75 %, за исключением классов крупности -20+13 мм, -13+8 мм и -8+2,5 мм, где содержание углерода колеблется от 5,56 % до 5,7 %. В целом, содержание углерода в руде высокое и составляет 5,99 %.

#### **Выводы по результатам изучения вещественного и гранулометрического состава пробы руды**

Рудообразующие элементы представлены, главным образом, железом, свинцом и цинком. Доля железа в пробе находится на уровне 2,24 %. Преобладает железо в сульфидной форме. Среднее содержание свинца в пробе составило 0,8 %, а цинка - 3,50 %.

Минералы свинца и цинка в пробе представлены преимущественно в сульфидной форме:

- доля свинца в сульфидах составляет 90,15 % от общей массы элемента;
- доля цинка 96,76 % от общей массы элемента.

Рудная минерализация в пробах руды представлена сульфидами железа (пирит, пирротин), сфалеритом и галенитом.

В незначительном количестве отмечаются окисленные минералы свинца и цинка, а также сульфиды меди.

На основании результатов полученных при изучении гранулометрического состава и характера распределения основных металлов по классам крупности, можно утверждать, что основным машинным классом для предварительного гравитационного обогащения является класс крупностью -50+8 мм.

## Литература

1 Студенцов В.В. Клец А. Вопросы теории и практики обогащения руд. / Кн. 2. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан // Анализ, запасы, технологии. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1997.

2 Митрофанов С.И. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962.

3 Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Интерметинжиниринг, 2001.

<sup>1</sup>А.А. Арстанова \*, <sup>1</sup>Ш.А. Телков, <sup>1</sup>И. Ю. Мотовилов, <sup>1</sup>М.Б. Барменшинова

**Шалкия кен орнының қорғасын-мырыш кенінің материалы мен гранулометриялық құрамын зерттеуі**

**Аннотация.** Бұл жұмыста Шалкия кен орнының қорғасын-мырыш кенінің материалы мен гранулометриялық құрамын зерттеу нәтижелері келтірілген.

Осы жұмыс барысында елеуіш, химиялық, фазалық, дифрактометриялық анализдер жүргізу арқылы кеннің гранулометриялық, химиялық және минералды құрамы қарастырылды.

Бөлшектер мөлшерінің үлестірілуін және негізгі металдардың мөлшер кластары бойынша таралу сипатын зерттеу барысында алынған нәтижелерге сүйене отырып, алдын-ала ауырлық күші концентрациясы үшін -50 + 8 мм өлшемдері класы болып саналады.

**Түйінді сөздер.** Шалкия, қорғасын, мырыш, кварц, шығымдылығы, мазмұны, алынуы.

<sup>1</sup>A.A. Arstanova \*, <sup>1</sup>Sh.A. Telkov, <sup>1</sup>I. Yu. Motovilov, <sup>1</sup>M.B. Barmenshinova

**The research of the material and granulometric composition of the lead-zinc ore of the Shalkiya deposit**

**Annotation.** This research presents the results of studying the material and granulometric composition of the lead-zinc ore of the Shalkiya deposit.

In the course of this work, the granulometric, chemical and mineral composition of the ore was considered by carrying out sieve, chemical, phase, diffractometric analyzes.

Based on the results obtained in the study of the particle size distribution and the nature of the distribution of base metals by size classes, it can be argued that the main machine class for preliminary gravity concentration is the size class -50 + 8 mm.

**Keywords.** Shalkiya, lead, zinc, quartz, yield, content, extraction.

УДК 622.7.

**А.К. Бекишев, М.Б. Барменшинова**

*Научный руководитель – М.Б. Барменшинова, зав.кафедрой*

*«Металлургия и обогащение полезных ископаемых», к.т.н*

*Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)*

*bmadinab@mail.ru*

## ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОЙ ПРОБЫ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОСМУРУН

**Аннотация.** В лабораторных условиях пикнометрическим методом определен удельный вес и насыпная масса медно-цинковой руды месторождения Космурун. Определена насыпная плотность руды; прочность на сжатие, крепости по шкале Протодьяконова. Определены индексы дробления Бонда ( $CWi$ ) и шарового измельчения Бонда ( $BWi$ ), абразивность ( $Ai$ ) руды.

**Ключевые слова:** медно-цинковая руда, проба, гранулометрический состав, характеристики, дробление, измельчение.

Исследования проводились на технологической пробе массой 200 кг, с максимальной крупностью кусков 50 мм. По данным паспорта и акта отбора пробы технологическая проба характеризует сульфидный тип руды из Верхней рудной зоны месторождения Космурун. Проба представлена материалом штокверкового и массивно-колчеданного типа рудной минерализации из медных и медно-цинковых руд месторождения Космурун. Среднее

содержание меди по данным паспорта составляет 3,88 %. Попутные компоненты: цинк - 0,50 %; свинец - 0,17 %; золото - 0,67 г/т; серебро - 2,92 г/т; железо - 34,80 %; оксид меди - 0,30 %.

Дробление осуществлялось в несколько стадий в дробилках до крупности -20 и -3 мм. После дробления проба перемешивалась и сокращалась в соответствии со стандартной методикой.

*Определение удельного веса* осуществлялось пикнометрическим методом [1] и удельный вес пробы руды месторождения Кусмурун составил 4,27 – 4,32 г/см<sup>3</sup>, среднее значение 4,30 г/см<sup>3</sup>.

*Определение насыпной плотности руды месторождения Космурун дробленной до 3 мм*

Для определения насыпной плотности руды брался литровый металлический сосуд, в который через воронку наполнялся до краев дробленой рудой крупностью 3 – 0,0 мм. После наполнения сосуда рудой избыток ее осторожно срезался линейкой [1]. Сосуд с рудой взвешивался.

Насыпная плотность определялась по формуле как отношение массы (m, г) к объему (V, см<sup>3</sup>):  $\delta_H = \frac{m}{V}$ .

Коэффициент разрыхления «μ» определялся как отношение насыпной плотности (δ<sub>н</sub>) к плотности руды (δ<sub>т</sub>):  $\mu = \frac{\delta_H}{\delta_T}$ .

Насыпная плотность руды месторождения Кусмурун, дробленной до 3,0 мм, составила 2,37 г/см<sup>3</sup>, а коэффициент разрыхления руды составил 0,55.

*Определение прочности на сжатие, крепости по шкале Протождьяконова*

Крепость руды месторождения Космурун определялась удельной работой дробления (метод толчения) на образование частиц крупностью минус 0,63 мм. Для этого на дно стального стакана в один слой укладывались 6 – 10 кусков руды крупностью 20 – 40 мм. На куски с высоты h = 1 м сбрасывали гирию массой m = 2 кг. Число сбрасываний n = 3-20 раз, объем образованной мелочи должен составлять около V<sub>м</sub> = 20 % массы уложенных кусков. Опыт выполнялся 5 раз [2].

Затраченная на дробление работа определялась по формуле:

$A = h \cdot g \cdot m \cdot n$ , где: g – ускорение свободного падения (9,8).

Удельная работа дробления определялась по формуле:  $A_{уд} = A / V_m$ , Па

Коэффициент крепости определялся по формуле:  $f = 10^{-7} \cdot A_{уд}$

Крепость руды месторождения Космурун по шкале Протождьяконова [2] составила 14,036 · 10<sup>-7</sup> Па. Данную руду можно отнести к категории средней твердости.

*Определение индекса дробления Бонда (CWi)*

Дробимость руды исследовалась в лабораторной щековой дробилке 160x100 мм стандартной конструкции. В качестве критерия дробимости был принят индекс чистой работы дробления по Бонду Wi, кВт·ч/т мкм<sup>0,5</sup>.

Опыты дробления в щековой дробилке проводились при ширине выходной щели в пределах 7-8 мм в замкнутом цикле с грохотом для получения готового продукта крупностью -10 + 0 мм. Крупность исходной руды составляла 50 – 0 мм [3].

Индекс чистой работы по Бонду определялся по формуле:

$$Wi = \frac{E \sqrt{F_{80}}}{10 \left( \sqrt{\frac{F_{80}}{P_{80}}} - 1 \right)}, \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}} \text{мкм}^{0,5}$$

где E – затраты полезной энергии на дробление 1 т исходного питания кВт·ч/т мкм<sup>0,5</sup>;

F<sub>80</sub>, P<sub>80</sub> – размеры квадратных отверстий сит, через которые проходит 80 % исходного питания и разгрузки дробилки мкм.

На основании гранулометрического состава исходной руды крупностью 50–0 мм построена ситовая характеристика исходной руды по «минусу», которая представлена на рисунке 1.

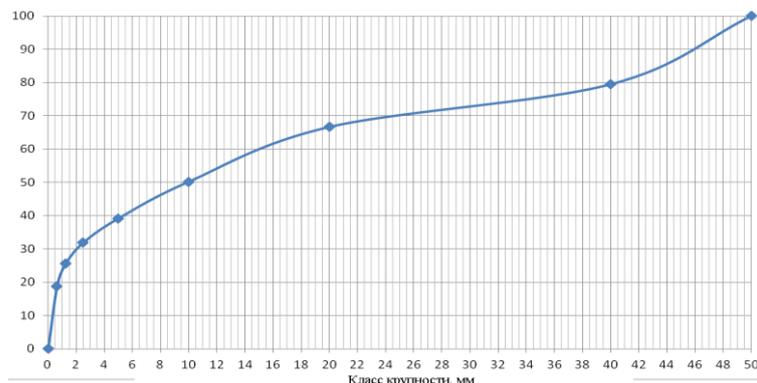


Рисунок 1 - Ситовая характеристика исходной руды крупностью 50–0 мм

Согласно графику ситовой характеристики руды, крупностью 50–0 мм, ячейка через которое проходит 80 % исходного питания соответствует  $F_{80} = 40,5$  мм или 40500 мкм.

На основании гранулометрического состава дробленой руды крупностью 10–0 мм построена ситовая характеристика исходной руды по «минусу», которая представлена на рисунке 2.

Согласно графику ситовой характеристики руды, крупностью 10–0 мм, ячейка через которое проходит 80 % исходного питания соответствует  $P_{80} = 6,5$  мм или 6800 мкм. Затраты полезной энергии на дробление 1 т руды составили 1,528 кВт.

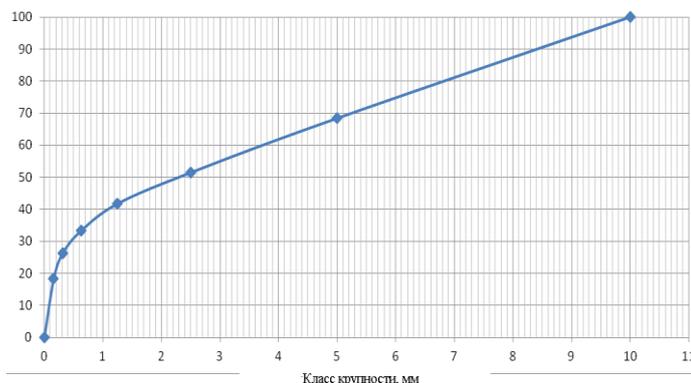


Рисунок 2 - Ситовая характеристика дробленой руды крупностью 10–0 мм

Расчитываем индекс дробления по Бонду:

$$Wi = \frac{1,528\sqrt{40500}}{10\left(\sqrt{\frac{40500}{P_{80}6800}} - 1\right)} = 21,35 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}} \text{мкм}^{0,5}$$

Индекс чистой работы дробления по Бонду для медно-цинковой руды месторождения Кусмурун равен  $21,35 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}} \text{мкм}^{0,5}$ .

*Определение индекса шарового измельчения Бонда (BWi)*

По гранулометрическому составу готовых продуктов и исходной руды графическим способом определялись 80 %-ная крупность продуктов и рассчитывался «индекс чистой работы  $Wi$ » для шарового измельчения по эмпирической формуле [2]:

$$Wi = 1,1 \times 44,5 / ((d)^{0,23} \times (G) \times \left( \frac{10}{\sqrt{P}} - \frac{10}{\sqrt{F}} \right))$$

где: d – размер ячейки сита, на котором проводилось выделение готового продукта, мкм;  
G - количество вновь образованного продукта «минус А» за один оборот барабана, грамм/оборот;

F и P – 80 %-ная крупность исходного и готового продуктов, мкм.

Подготовка проб исследуемой руды осуществлялась дроблением руды до крупности 100 % минус 3,0 мм. Для каждого цикла измельчения до требуемой крупности использовалось навеска весом 10 кг. Определение гранулометрического состава мелкодробленой руды проводилось на стандартном наборе сит (2,5 мм, 1,25 мм, 0,63 мм, 0,315 мм, 0,15 мм, 0,10 мм, 0,074 мм и 0,044 мм).

По графику ситовой характеристики крупности руды, дробленной до 2,5 мм по «минусу» 80 %-ная крупность исходного продукта составляет  $F_{80} = 1760$  мкм (рисунок 3).

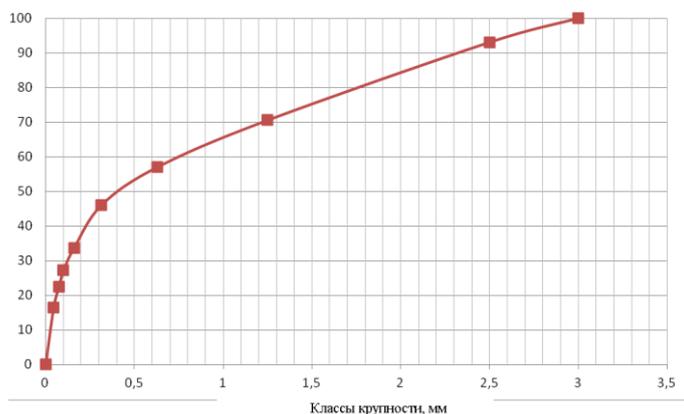


Рисунок 3 - Ситовая характеристика руды, дробленной до 2,5 мм

Ситовая характеристика крупности измельченного продукта по «минусу» представлена на рисунке 4.

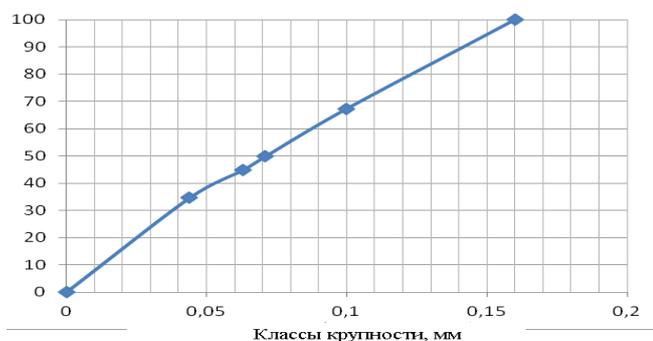


Рисунок 4 - Ситовая характеристика измельченного продукта

По графику 80 %-ная крупность готового продукта  $P_{80} = 118$  мкм.

Расчитываем индекс «чистой работы  $Wi$ » по формуле:

$$Wi = 1,1 \times 44,5 / ((150)^{0,23} \times (4,34) \times \left( \frac{10}{\sqrt{118}} - \frac{10}{\sqrt{1760}} \right)) = 6,8 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$$

Индекс шарового измельчения по Бонду для медно-цинковой руды месторождения Кусмурун составил  $6,8 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$ .

*Определение абразивности ( $A_i$ )*

Абразивность руды оценивали по износу образца материала футеровки. Желоб испытательной машины заполняли материалом пробы. В работающую машину помещали образец, который перемещался в материале пробы по окружности со скоростью 0,48 м/с.

Продолжительность испытаний 8 ч. Износ, 1 м<sup>2</sup> площади образца за 8 часов работы, являлся оценкой абразивности [3]. По результатам испытаний абразивность медно-цинковой руды месторождения Кусмурун составила 0,141 г/т.

Таким образом, в данной работе приведены результаты лабораторных исследований по изучению физико-механических свойств медно-цинковой руды месторождения Космурун. Удельный вес пробы руды месторождения Кусмурун составил 4,30 г/см<sup>3</sup>. Насыпная плотность руды месторождения Кусмурун, дробленной до 3,0 мм, составила 2,37 г/см<sup>3</sup>, а коэффициент разрыхления руды равен 0,55. Крепость руды месторождения Космурун по шкале Протодьяконова составила 14,036·10<sup>-7</sup> Па. Данную руду можно отнести к категории средней твердости. Индекс чистой работы дробления по Бонду для медно-цинковой руды месторождения Кусмурун равен  $21,35 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}} \text{МКМ}^{0,5}$ , индекс шарового измельчения по Бонду составил  $6,8 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{т}}$ .

#### **Литература:**

1. Ломтадзе В.Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований. – Л.: Недра, 1990
2. Козин В.З. Исследование руд на обогатимость. Учебное пособие. Урал. Гос. Горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008
3. Кузьмин И.В. Снижение энергоёмкости процесса рудоподготовки при дезинтеграции руды в валковой дробилке высокого давления на примере окисленных железистых кварцитов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). – 2013. – № 5. – 16 с. – М.: издательство «Горная книга».

**А.К. Bekishev, M.B. Barmenshinova**

#### **Study of physical and mechanical properties of a representative sample of ore from the Kosmurun deposit**

**Abstract.** Under laboratory conditions, the specific gravity and bulk mass of copper-zinc ore from the Kosmurun deposit were determined by the pycnometric method. The bulk density of ore; compressive strength, strength on the Protodyakonov scale are determined. The indices of Bond crushing (CWi) and ball grinding of Bond (BWi), the abrasiveness (Ai) of the ore are determined..

**Keywords:** copper-zinc ore, sample, granulometric composition, characteristics, crushing, grinding.

**А.К. Бекишев, М.Б. Барменшинова**

#### **Космурун кен орны кенінің өкілдік сынамаcының физика-механикалық қасиеттерін**

**Аңдатпа** Зерттеу зертханалық жағдайда космурун кен орнының мыс-мырыш кенінің үлес салмағы мен сусымалы массасы пикнометриялық әдіспен анықталды. Кеннің үйілмелі тығыздығы анықталды; сығылуға беріктігі, протодьяконов шкаласы бойынша беріктігі. Бондтың ұсақтау индексі (сwі) және бондтың шарлы ұсақтау индексі (bwi), кендердің абразивтілігі (ai) анықталды

**Түйінді сөздер:** мыс-мырыш кені, сынама, гранулометриялық құрамы, сипаттамалары, ұсақтау, ұнтақтау.

УДК 664.066

**А.С. Беркинбаева, А.Ж. Тагаева**

*Ғылыми жетекші - А.С. Беркинбаева, сениор-лектор, PhD докторы*

*Алматы технологиялық университеті, Алматы қ, Қазақстан*

[Aisulu\\_1989-89@mail.ru](mailto:Aisulu_1989-89@mail.ru)

### **УРАН ӨНДІРУШІ ЖШС «ҚАРАТАУ» КӘСІПОРЫНЫНЫҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ТАБИҒИ-КЛИМАТТЫҚ, ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫҚ СИПАТТАМАСЫ**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада геоэкологиялық зерттеулерді жүргізуді қарастырады, олардың қажеттілігі жер асты ұңғылап шаймалау әдісімен уран өндіру процесіне, экологиялық проблемалардың өзектілігіне байланысты. Геоэкологиялық зерттеулерді орындау нәтижесінде қоршаған ортаның жай-күйін сипаттайтын топырақ, өсімдік

жамылғысының, жер асты сулары мен атмосфералық ауаның ластануы туралы мәліметтер алынатын болады.

**Түйінді сөздер:** жер асты сулары, экологиялық проблемалар, шаймалау әдісі, геоэкология, топырақ, атмосфера, концентрация.

Қазақстан өнеркәсібі дамуының басты бағыты – қазба байлықтарды игеру. Соның ішінде уран өндірісінің өзіндік ерекше орны бар. Қазақстанда табиғи радиактивтіліктің жоғары деңгейін беретін уран беруші алты ірі геологиялық өңір, көптеген шағын кен орындары мен уран байқалатын кеніштер, уран өндіруші кәсіпорындар мен ядролық жарылыстар жасалған жерлерде шоғырланған қалдықтар бар [1].

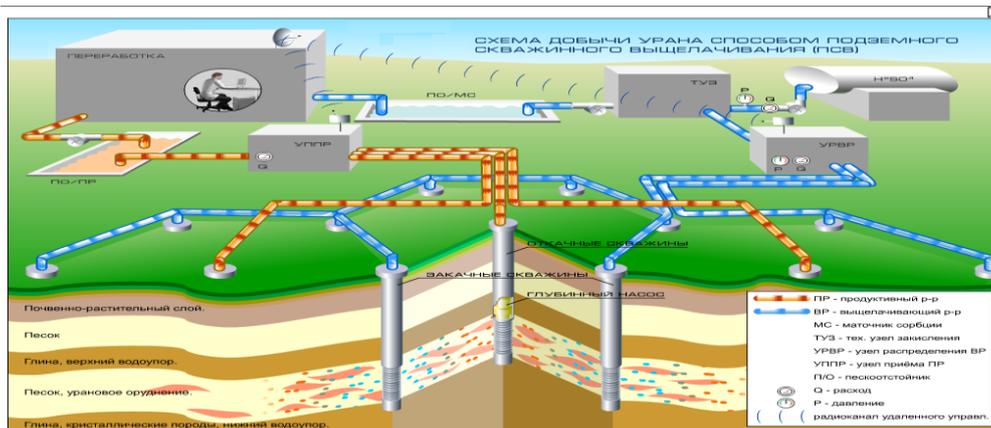
Уранды 1-суретте көрсетілгендей жерасты ұңғымалық шаймалау технологиялық схемасынан тұрады:

өндіру ұңғымалары геотехнологиялық полигонында уранды күкірт қышқылы ерітінділерімен жерасты ұңғымалық шаймалау(ЖҰШ);

сору ұңғымаларынан өнімдік ерітінділерді сораптық ерітінді көтеру;

технологиялық қабылдау және тарату түйіндерінде (ҚТТ) өнімдік ерітінділерді жинау;

технологиялық қабылдау және тарату түйіндерінде (ҚТТ) қайтымды ерітінділерді күкірт қышқылымен қышқылдандыру, олар күкірт қышқылы қоймасының руднигі өндірістік алаңында орналасады.



Сурет 1 - Жерасты ұңғылап шаймалау тәсілімен уран өндіру схемасы

Уранды өнімдік көкжиекте көлденең немесе әлсіз көлбеу жататын пласттары бар, борпылдақ тұнбалы суланған шөгінділерде жатқан рудадан уранды жерасты ұңғымалық шаймалау үшін, жер бетінен бұрғыланған айдау және сору ұңғымалары жүйелерін қолданады.

Рудалық көкжиектен өткенде, күкірт қышқылы ерітінділері урандық минералдармен әрекеттесіп, оны шаймалайды – еритін күйге айналдырады.

Сору ұңғымаларынан өнімдік ерітінділер жер бетіне батырылатын ұңғымалық сораптармен көтеріледі де, технологиялық қабылдау және тарату түйіндеріне (ҚТТ) барады, содан жинаушы коллектор бойынша (магистральды құбырөткізгіш) ЖҰШ руднигі өндірістік алаңында орналасқан өнімдік ерітінділер құм тұндырғышына тасымалданады.

"Қаратау" кәсіпорынында уран өндіру 2-суретте көрсетілгендей Қазақстанның барлық басқа кәсіпорындарындағы сияқты жерасты ұңғылық сілтісіздендіру тәсілі арқылы жүзеге асырылады. Бұл тәсіл экологиялық таза болып саналады. Кен орнындағы радиациялық жағдай үлкен қалалардағы радиациялық жағдайдан ешқандай айырмашылығы жоқ.



Сурет 2 - "Қаратау" кәсіпорынында уран өндіру.

Уранды шаймалау берілген концентрацияға дейін күкірт қышқылымен нығайтылатын сорбция аналығымен жасалады.

Қышқылдандыру және белсенді шаймалау сатысында гидродинамикалық жеке блоктар бойынша және жалпы аймақтарда тепе-теңдікті (айдалатын және сорылатын ерітінділер көлемінің тепе-теңдігін) сақтау керек. Берілген шарт сақталса, блоктар (аймақтар) ұңғымлар жүйесі сүзудің стационарлы режимінде жұмыс істейді, солай ерітінділердің руда сыятын көкжиек қимасында айналым аймағының бөлінуі, өнімдік ерітінділердің минималды сұйылуы және жалпы жақсы басқару қамтамасыз етіледі.

Блоктың жұмысын аяқтау көрсеткіштері - жер қойнауынан уранды шығару жобалық деңгейге жетуі  $-30 \text{ мг/дм}^3$  төмен минималды-рентабельді деңгейден төмендеуі.

Қолдану блоктарын (аймақтарды) өшіру алдында бақылау ұңғымалары бұрғыланады, олар жеке блоктар бойынша таңдалатын аймақтарды тексеру нәтижелерін талдау негізінде белгіленеді, бір уақытта геофизикалық, гидрогеологиялық және зертханалық зерттеулер кешенін өткізеді, оның мақсаты келесі [2]:

Қолдану аймағының уран қорын өңдеу толықтығын бекіту;

Жер қойнауында өнімдік ерітінділері сақталған алаңдарды ерекшелеу;

Аралық су тасушы көкжиектерге қышқыл ерітінділер мен уранның ену дәрежесін анықтау.

Қарастырылған шаралар оларды орындау мерзімі және физикалық көлеміне сәйкес кәсіпорынның негізгі жұмысының жылдық жобаларына кіреді. Төменде геотехнологиялық полигондағы технологиялық үрдістердің есептік көрсеткіштері келтірілген (1-кесте).

Кесте 1 – ГТП технологиялық үрдістерінің есептік көрсеткіштері

№ р	Сипаттама	2013	2014	2015	2016	2017	Барлығы
1	Өндірістік бағдарлама, т	2030	2030	2030	2030	2030	10150
2	Жұмыс істейтін блоктар саны, дн	39	48	49	52	41	
3	Жыл басындағы қор күйі, соның ішінде						
4	Ашылған, т	4167	4542	4562	4869	5486	
5	Дайындалған, т	3347	3775	3700	4478	4011	
6	Өндіруге дайын, т	2933	2792	3008	3684	2353	
7	Қор өсуі, т	-	-	-	-	-	-
7.1	Ашылған, т	2634	2276	2563	2873	509	10855
7.2	Дайындалған, т	2687	2181	3034	1789	1746	11437
7.3	Өндіруге дайын, т	2118	2472	2932	925	2881	11328
8	Қорлардың жыл соңындағы күйі						
9	Ашылған, т	4542	4562	4869	5486	3739	
10	Дайындалған, т	3775	3700	4478	4011	3501	
11	Өндіруге дайын, т	2792	3008	3684	2353	2978	
12	Қышқылдандыру						
13	Қышқылдандыру орташа ұзақтығы, күн	45-55	45-55	45-55	45-55	45-55	45-55
14	Қышқылдандыру кезіндегі қышқылдың орташа концентрациясы, г/дм <sup>3</sup>	18-20	18-20	18-20	18-20	18-20	18-20
15	Қышқылдандыруға берілген ерітінділер, м <sup>3</sup>	1177	1240,1	2283	1217	532	6449
16	92,5% күкірт қышқылы шығыны, т	21193	24129	41100	21906	9578	117906
16.1	92,5% күкірт қышқылының 1кг уранға меншікті шығыны, кг/кг	10,0	9,8	14,0	23,7	3,3	10,4
16.2	92,5% күкірт қышқылының 1т ГРМ меншікті шығыны, кг/кг	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
17	Белсенді шаймалау мен шаймалау						
18	Өнімдік ерітінділер көлемі, мың м <sup>3</sup>	12528,7	13161,4	13601,7	13601,7	13601,7	66495
19	ӨЕ уран мөлшері, т	2059,6	2059,3	2059,3	2059,3	2059,3	10296,8
20	ӨЕ уран орташа концентрациясы, г/л	164	156	151	151	151	155

Шаймалаудың қышқылдық әдісінде реагент шығыны негізінен руданың урандық емес минералдарымен анықталады. Қышқылдың негізгі бөлігі кальций, магний, темір карбонаттарын ерітуге шығындалады, олар сұйылтылған қышқылдармен оңай әрекеттеседі. Карбонаттар мөлшері жоғары болса (2% аса), шаймалаудың қышқылдық әдісі экономикалық тиімсіз болады [3]. Технологиялық режим нормалары 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Технологиялық режим нормалары

Технологиялық операция атауы	Технологиялық көрсеткіштер атауы					Қосымша
	Күкірт қышқылының меншікті шығыны, кг/г	С/Қ қатынасы	Қышқылдығы, г/дм <sup>3</sup>	Бөліп шығару дәрежесі, %	Уақыт, ай	

	ТРМ					
Қышқылдандыру	3,24*	0-0,14	20-25	0	1-2	
Белсенді шаймалау мен шаймалау	-	0,14-1,60	6-10-20	35-75	4-12	
Қосымша тексеру	-	1,60-2,5	3-6	75-85	22-25	
Қолданудан шығару	-	2,5-3,0	1-ден аспайды	90	4-5	Ерітіндідегі уранның минималды құрамы 30 мг/дм <sup>3</sup>

берілген көрсеткіш руданың және жыныстардың қышқыл сыйымдылығына байланысты Технологиялық блокты қолданудың басындағы камсыздандыру ұсынылған коэффициенті құрау керек:

- 1) ашылған үшін – 2,0;
- 2) дайындалған үшін – 1,64;
- 3) дайыны үшін – 1,33.

Ұңғымалы шаймалау әдісімен пайдалы қазбалардың кен орындарын игеру қоршаған ортаға аз әсер ететіндігі көрсетілген, және де жерасты шаймалау процесінде жыныстар мен қалдық қоймалары пайда болмайды, геологиялық құрылымдардың тұтастығы бұзылмайды. Бүгінде уран тек тапсырыспен ғана өндіріледі. Жаңа кен орындарын игеру өтінімдер пакетін қалыптастыру шартымен басталады.

### Әдебиеттер тізімі

ҚР Қоршаған ортаны қорғау министрінің бұйрығы 2008 жылғы 18 сәуірдегі № 100-тармағы «Қоршаған табиғи ортаны қорғау саласында белгілі бір әдіснамалық құжаттарды бекіту туралы».

Тараборин Г.В., Демина Т.Я. Сырдария және Шу-Сарысу уранрудалық провинциясының уран кенорындарының ашылуына. Перм университетінің Хабаршысы. Геология. №. 4(17), 2012. – Б. 21,75-84.

Bargar J.R., Reitmeyer R.C., Davis J.A. Spectroscopic confirmation of uranium (VI) – carbonato adsorption complexes on hematite // Environ. Sci. Technol. 2010. – Vol.3. – P. 21618-20.

**А.С. Беркинбаева, А.Ж. Тагаева**

#### **Оценка воздействия на окружающую среду и природно-климатические, геоэкологические характеристики уранодобывающих предприятий ТОО «Каратау»**

**Резюме.** В данной статье рассматривается проведение геоэкологических исследований, необходимость которых зависит от процесса добычи урана методом подземного скважинного выщелачивания, актуальности экологических проблем. В результате выполнения геоэкологических исследований будут получены сведения об загрязнении почвенного, растительного покрова, подземных вод и атмосферного воздуха, характеризующие состояние окружающей среды.

**Ключевые слова:** подземные воды, экологические проблемы, метод выщелачивания, геоэкология, почва, атмосфера, концентрация.

**A.S. Berkinbayeva, A.Zh. Tagayeva**

#### **Environmental impact assessment and natural-climatic, geocological characteristics of uranium mining enterprises of Karatau LLP»**

**Summary.** This article discusses the conduct of geocological research, the need for which depends on the process of uranium mining by underground well leaching, the relevance of environmental problems. As a result of geocological studies, data on soil, vegetation cover, underground water and atmospheric air pollution will be obtained, which characterize the state of the environment.

**Key words:** ground water, environmental problems, the method of leaching, Geoecology, soil, the atmosphere, the concentration.

УДК 622.7

<sup>1</sup>А.К. Букпанов, <sup>1</sup>Ш.А. Телков, <sup>1</sup>И.Ю. Мотовилов\*

*Научный руководитель – И.Ю. Мотовилов, ассистент профессор, доктор PhD*

*<sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)*

*[motovilov88@inbox.ru](mailto:motovilov88@inbox.ru)*

## **ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ОКИСЛЕННОЙ СВИНЦОВО-ЦИНКОВО-БАРИТОВОЙ РУДЫ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ КАРЬЕРА ЗАПАДНЫЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

***Аннотация.** В работе представлены результаты фракционного анализа и исследования по отработке технологии предварительного обогащения окисленной свинцово-цинково-баритовой руды открытой добычи карьера Западный с использованием гравитационных процессов.*

*Фракционным анализом установлено, что руда с гравитационной точки зрения является контрастной и легкообогатимой.*

*Исследование по отработке технологии предварительного обогащения проведены по двум технологическим схемам. По первой схеме, обогащению подвергали машинные классы -80+14 мм, -14+1,5 мм и -1,5+0,0 мм. Вторая схема является аналогом первой схемы, и отличается тем, что машинный класс -1,5+0,0 мм не подвергается обогащению и напрямую подшихтовывается к черновым концентратам классов -80+14 мм и -14+1,5 мм.*

*Полученные результаты исследований по обогащению свинцово-цинково-баритовой руды окисленного сорта карьера Западный, показали, что по 2 технологической схеме технологические показатели выше, но при этом по 1 технологической схеме выход итогового концентрата меньше. Для обогащения свинцово-цинково-баритовой руды окисленного сорта карьера Западный, можно использовать обе технологические схемы обогащения.*

***Ключевые слова:** фракционный анализ, отсадка, концентрационный стол, свинец, цинк, выход, содержание, извлечение*

Месторождение «Жайрем» расположено на территории Жана-Аркинского района Карагандинской области в 340 км к юго-западу от г. Караганда и в 10 км к югу от поселка Жайрем. «Жайремский ГОК» – предприятие по добыче и переработке барит-полиметаллических руд на базе Жайремского месторождения. В 1976 г. началась добыча свинцово-цинково-баритовых руд месторождения Жайрем на участках Западный и Дальнезападный. Добытая свинцово-цинково-баритовая руда транспортировалась на расстояние более 1000 км на обогатительные фабрики, расположенные в городах Кентау и Текели [1].

В настоящее время намечено осуществлять предварительное гравитационное обогащение руд карьера Западный, с получением тяжелых концентратных фракций и их дальнейшей доводкой флотационным методом с получением кондиционных концентратов.

Авторами работы выполнены исследования по отработке технологии предварительного обогащения окисленной свинцово-цинково-баритовой руды открытой добычи карьера Западный с использованием гравитационных процессов.

Авторами доклада ранее был изучен минералогический, химический и гранулометрический состав окисленной свинцово-цинково-баритовой руды [2, 3]. При изучении минералогического состава было установлено наличие агрегатной вкрапленности

рудных минералов, что говорит о возможности применения гравитационных методов обогащения.

Проведены исследования по разработке двух вариантов технологических схем обогащения на следующих машинных классах крупности:

- машинные классы крупностью -80+14 мм и -14+1,5 мм – обогащение отсадкой, в воздушно-золотниковой отсадочной машине;

- машинный класс крупностью -1,5+0,0 мм – обогащение концентрацией на столе

Результаты ситового анализа пробы руды показаны на рисунке 1.

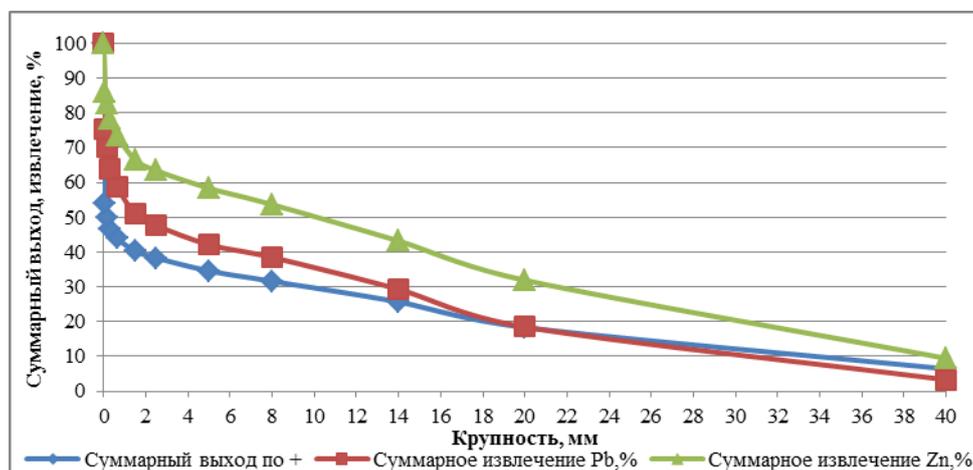


Рисунок 1 – Результаты ситового анализа

По результатам ситового анализа [4]:

Выход класса крупностью -80+14 мм составил 25,64 %, при извлечении свинца 29,29 %, цинка 43,17 %.

Выход класса крупностью -14+1,5 мм составил 14,61 %, при извлечении свинца 21,56 %, цинка 23,25 %. Выход суммарного машинного класса крупностью -80+1,5 мм составил 40,25 %, при извлечении свинца 50,85 %, цинка 66,42 %. Количество класса крупностью -1,5+0,0 мм, по ситовому анализу, составило большую часть 59,75 %, при извлечении свинца 49,15 %, цинка 33,58 %.

*Фракционный анализ окисленной свинцово-цинково-баритовой руды*

Результаты расслоения в тяжелой жидкости пробы руды приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Фракционный состав и распределение содержания свинца, цинка, по фракциям плотностью более 2750 кг/м<sup>3</sup>

Наименование	Выход, %		Содержание, %		Извлечение, % от класса		Извлечение, % от руды	
	Класса	Руды	Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn
-80+0,071 мм фракция +2750 кг/м <sup>3</sup>	27,93	15,20	7,57	8,15	86,3	80,4	65,09	69,86
-80+0,071 мм фракция -2750 кг/м <sup>3</sup>	72,07	38,67	0,48	0,78	13,7	19,6	10,39	17,13
Итого класс -80+0,071 мм	100	53,87	2,48	2,83	100	100	75,48	86,99
Класс -0,071+0,0 мм	-	46,13	0,94	0,5	-	-	24,52	13,01
Руда Pb-Zn-BaSO <sub>4</sub>	-	100,0	1,77	1,77	-	-	100,0	100,0

При разделении суммарного класса крупностью -80+0,071 мм, по плотности 2750 кг/м<sup>3</sup>, выход тяжелой концентратной фракции составил 15,20 % с содержанием свинца 7,57 %, цинка 8,15 %, при извлечении свинца 65,09 % и цинка 69,86 %.

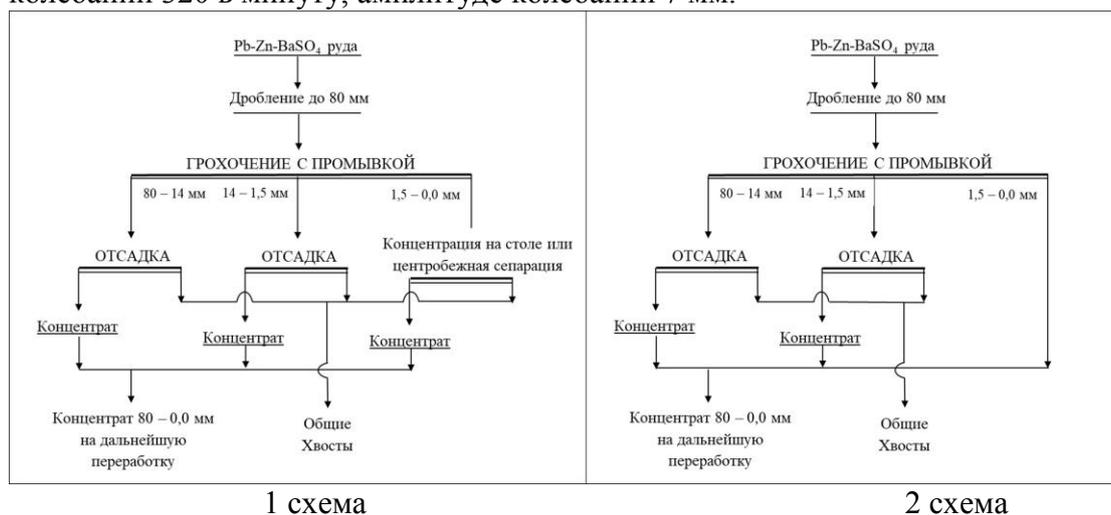
*Исследования по отработке технологии гравитационного обогащения окисленной свинцово-цинково-баритовой руды*

Исследование проводилось по двум технологическим схемам обогащения, рисунок 2.

Параметры отсадки машинного класса крупностью  $-80+14$  мм: частота пульсаций 65 кол/мин, амплитуда колебаний 90–100 мм, цикл пульсаций синусоидальный (50–0–50), высота естественной постели 250 мм, расход подрешетной воды  $6 \text{ м}^3/\text{т}$  и удельная нагрузка  $10 \text{ т/ч}\cdot\text{м}^2$ .

Параметры отсадки машинного класса крупностью  $-14+1,5$  мм: частота пульсаций 72 кол/мин, амплитуда колебаний 70 мм, цикл пульсаций синусоидальный (50–0–50), высота естественной постели 250 мм, расход подрешетной воды  $4 \text{ м}^3/\text{т}$  и удельная нагрузка  $8 \text{ т/ч}\cdot\text{м}^2$ .

Для обогащения класса крупностью  $-1,5+0,0$  мм использовался концентрационный стол типа СКО-0,5 завода «Труд» с удельной производительностью  $0,5 \text{ т/ч}\cdot\text{м}^2$ , при частоте колебаний 320 в минуту, амплитуде колебаний 7 мм.



1 схема  
2 схема  
Рисунок 2 – Технологические схемы обогащения Pb - Zn - BaSO<sub>4</sub> окисленного сорта открытой добычи карьера Западный

В таблицах 2,3 приведены полученные технологические показатели по обрабатываемым схемам обогащения.

Таблица 2 – Баланс металлов по 1 схеме обогащения

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %				Извлечение от руды, %			
		Pb	Zn	BaSO <sub>4</sub>	Ag, г/т	Pb	Zn	BaSO <sub>4</sub>	Ag, г/т
Концентрат класс $-80+14$ мм	10,32	5,63	7,12	1,82	24,29	33,57	47,7	11,14	21,53
Концентрат класс $-14+1,5$ мм	6,47	5,48	4,87	3,72	19,93	20,48	20,45	14,3	11,08
Концентрат класс $-1,5+0,0$ мм	11,95	3,92	2,41	5,29	17,9	27,06	18,69	37,61	18,35
Итого концентрат класс $-80+0,0$ мм	28,74	4,89	4,66	3,69	20,65	81,11	86,84	63,05	50,96
Итого хвосты	71,26	0,46	0,29	0,87	8,02	18,89	13,16	36,95	49,04
Руда $-80+0,0$ мм	100,0	1,73	1,54	1,68	11,65	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 3 – Баланс металлов по 2 схеме обогащения

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %				Извлечение от руды, %			
		Pb	Zn	BaSO <sub>4</sub>	Ag, г/т	Pb	Zn	BaSO <sub>4</sub>	Ag, г/т
Концентрат класс $-80+14$ мм	10,32	5,63	7,12	1,82	24,29	33,57	47,7	11,14	21,53
Концентрат класс $-14+1,5$ мм	6,47	5,48	4,87	3,72	19,93	20,48	20,45	14,3	11,08
Класс $-1,5+0,0$ мм	59,75	1,18	0,72	1,65	11,20	40,72	27,92	58,63	57,45
Итого концентрат класс	76,54	2,14	1,93	1,85	13,70	94,77	96,07	84,07	90,06

-80+0,0 мм									
Итого хвосты	23,46	0,39	0,26	1,14	4,94	5,23	3,93	15,93	9,94
Руда -80+0,0 мм	100,0	1,73	1,54	1,68	11,65	100,0	100,0	100,0	100,0

При обогащении по 1 схеме итоговый выход концентрата составил 28,74 % с содержанием свинца 4,89 %, цинка 4,66 %, при извлечении свинца 81,11 % и цинка 86,84 %, а по 2 схеме итоговый выход концентрата составил 76,54 % с содержанием свинца 2,14 %, цинка 1,93 %, при извлечении свинца 94,77 % и цинка 96,07 %.

*На основании результатов фракционного анализа и гравитационного обогащения свинцово-цинково-баритовой руды можно сделать следующие основные выводы:*

- по результатам фракционного анализа, свинцово-цинково-баритовую руду окисленного сорта карьера Западный, с гравитационной точки зрения, можно отнести к категории легкообогатимых;

- полученные результаты исследований по обогащению свинцово-цинково-баритовой руды окисленного сорта карьера Западный, доказали принципиальную возможность их обогащения с использованием гравитационных процессов, в частности процесса отсадки и концентрации на столах.

### Литература

1 Отчет по результатам исследований на обогатимость пробы окисленной полиметаллической руды месторождения «Западный» АО «Жайремского ГОК», ТОО «Казцинк», Зыряновск, 2011 г.

2 А.К. Букпанов, Ш.А. Телков, И.Ю. Мотовилов. Изучение вещественного и гранулометрического состава окисленной свинцово-цинково-баритовой руды открытой добычи карьера западный. //«Сатпаевские чтения -2020»: И С21 – Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2020. – 492-495 с.

3 Королев Н.А., Венгер М.К., Королев И.А., Возная А.А. Использование технологической минералогии при разработке схем обогащения // Вестник Сибирского государственного индустриального университета, 2018 – С. – 27-35.

4 Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. - М.: Интернет инжииринг, 2001.

<sup>1</sup>А.К. Букпанов, <sup>1</sup>Ш.А. Телков, <sup>1</sup>И.Ю. Мотовилов \*

**Гравитациялық байыту процестерді қолдана отырып, Западный карьерінде ашық кен өндіру әдісімен алынған, тотыққан қорғасын-мырыш-барит кенін алдын-ала байыту технологиясын пысықтау.**

**Аңдатпа.** Жұмыста гравитациялық байыту процестерді қолдана отырып, Западный карьерінде ашық кен өндіру әдісімен алынған, тотыққан қорғасын-мырыш-барит кенін алдын-ала байыту технологиясын пысықтау нәтижелері келтірілген.

Фракциялық талдау кенді гравитациялық тұрғыдан қарама-қарсы және оңай байытылатындығын анықтады.

Алдын ала байыту технологиясын жасау бойынша зерттеу екі технологиялық схема бойынша жүргізілді. Бірінші схема бойынша -80+14 мм, -14+1,5 мм және -1,5+0,0 мм машина сыныптары байытылды. екінші схема бірінші схеманың аналогы болып табылады және -1,5+0,0 мм машина класы байытылмайды және тікелей -80+14 мм және -14+1,5 мм кластардың өрескел концентраттарына қосылады.

**Түйінді сөздер:** фракциялық талдау, отсадка, концентрациялық үстел, қорғасын, мырыш, шығым, пайдалы компонент үлесі, бөліп алу дәрежесі

<sup>1</sup>A.K. Bukpanov<sup>1</sup>Sh.A. Telkov, <sup>1</sup>I.Y. Motovilov \*

**Development of the preliminary metallurgy enrichment technology of lead-zinc-barite ore on surface mining of the Zapadny open pit with using gravity processes**

**Annotation.** The paper presents the results of the preliminary concentration technology of oxidized lead-zinc-barite ore on open pit surface mining “Zapadny” using gravitational processes.

Particle size distribution analysis have found that the ore from the gravitational point of view is contrasting and easy to get.

Research on the development of metallurgy technology was carried out based on two technological schemes. According to the first scheme, machine classes -80 + 14 mm, -14 + 1.5 mm and -1.5 + 0.0 mm were subjected to enrichment. The second scheme is an analogue of the first scheme, and differs in that the machine class -1.5 + 0.0 mm is not subjected to enrichment and is directly fed to rough concentrates of the classes -80 + 14 mm and -14 + 1.5 mm.

**Keywords:** PSD analysis, jigging, concentration table, lead, zinc, recovery, content

УДК 622.765.06

<sup>1</sup>А.А. Дарибаева., <sup>2</sup>А.А. Муханова

*Научный руководитель:* <sup>2</sup>Н.К. Тусунбаев зав.лаб. д.т.н., профессор, член-корр. КазНАЕН

<sup>1</sup>Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО КОНЦЕНТРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОЭМУЛЬСИОННЫХ РЕАГЕНТОВ

**Аннотация.** Проведены исследования по совершенствованию технологии селекции коллективного медно-молибденового концентрата Шорского месторождения с применением микроэмульсионных реагентов. В качестве микроэмульсионных реагентов применяли микроэмульсию смеси дизельного топлива и ТС-7000 (МЭМ-1) и микроэмульсию смеси дизельного топлива и нефти Кумкольского месторождения (реагент МЭМ-2) в массовом соотношении 1:1. Определен оптимальный расход применяемых реагентов, который составил 125 г/т. Исследования показали, что МЭМ-1 позволяет повысить содержание молибдена в концентрате на 1,9 %, извлечение молибдена в концентрат - на 4,5 % по сравнению с базовой технологией с применением керосина. МЭМ-2 позволяет повысить содержание молибдена в концентрате на 7,0 %, извлечение молибдена в концентрат - на 2,9 %.

**Ключевые слова:** обогащение, флотация, руда, извлечение, молибден, собиратель, микроэмульсионные реагенты.

Трудности обогащения молибденсодержащих руд обусловлены особенностями их вещественного состава. К основным из них относятся: необходимость очень тонкого измельчения некоторых продуктов обогащения, недостаточная эффективность отделения сульфидных минералов от минералов породы, необходимость применения сложных технологических режимов разделения сульфидных минералов [1-2]. Поэтому актуальной является проблема изыскания новых технологических методов и схем обогащения молибденсодержащих руд.

Проведены работы по усовершенствованию технологии селекции коллективного медно-молибденового концентрата Шорского месторождения с применением микроэмульсионных реагентов. В качестве исходных веществ для подготовки микроэмульсионных реагентов использовали дизельное топливо, нефть Кумкольского месторождения и реагент ТС-7000 китайского производства. Реагент ТС-7000 в основном используется для флотации молибденовых руд. Его расход близок к расходу керосина (немного меньше), но он помогает увеличить восстановление молибдена.

В качестве реагентов применяли микроэмульсию смеси дизельного топлива и ТС-7000 (реагент МЭМ-1) и эмульсию смеси дизельного топлива и нефти Кумкольского месторождения (реагент МЭМ-2). Произведен подбор оптимального соотношения совместно применяемых реагентов, которое составило 1:1. Результаты селекции коллективного медно-молибденового концентрата в зависимости от различного расхода микроэмульсионного собирателя МЭМ-1 (дизельное топливо : ТС-7000 = 1:1) в сравнении с базовой технологией (с керосином) представлены в таблице 1.

Применение неионогенных собирателей на обогатительных фабриках обусловлено высокой селективностью их действия, а также малой чувствительностью к наличию в водной фазе ионов тяжелых металлов. Так на обогатительной фабрике ГОКа «Эрдэнэт» (Монголия) уже более 10 лет применяются неионогенные собиратели класса аллиловых эфиров алкилксантогеновых кислот [3].

Таблица 1 – Результаты селекции коллективного медно-молибденового концентрата в зависимости от различного расхода микроэмульсионного собирателя МЭМ-1 (дизельное топливо : ТС-7000 = 1:1) в сравнении с базовой технологией (с керосином)

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Mo	Cu	Mo	Cu	
Mo концентрат	1,3	<b>27,4</b>	4,5	<b>68,6</b>	4,86	70°C Na <sub>2</sub> S – 4,5 кг/т Керосин – 140 г/т
Cu продукт	69,1	0,08	1,3	10,7	74,33	
Пр. пр. 1	8,4	0,2	1,1	3,2	7,68	
Пр. пр. 2	5,0	0,4	1,2	3,9	4,98	
Пр. пр. 3	2,1	0,9	1,1	3,7	1,92	
Пр. пр. 4	1,5	1,1	1,0	3,2	1,25	
Пр. пр. 5	1,2	1,2	0,9	2,8	0,90	
Конц. контр.фл.	11,4	0,2	0,4	4,4	3,79	
Cu-Mo концентр.	100	0,52	1,20	100	100	
Mo концентрат	0,9	<b>28,8</b>	4,1	<b>50,4</b>	3,13	
Cu- продукт	70,8	0,12	<b>1,2</b>	16,4	<b>79,2</b>	
Пр. пр. 1	6,5	0,3	1,2	3,8	6,62	
Пр. пр. 2	4,2	0,5	1,1	4,1	3,92	
Пр. пр. 3	1,9	1,0	1,0	3,7	1,61	
Пр. пр. 4	1,2	1,3	1,0	3,0	1,02	
Пр. пр. 5	0,9	1,9	1,2	3,3	0,92	
Конц. контр.фл.	13,6	0,6	0,4	15,8	4,62	
Cu-Mo концент.	100	0,52	1,18	100	100	
Mo концентрат	1,3	<b>31,0</b>	4,0	<b>73,2</b>	4,30	70°C Na <sub>2</sub> S – 4,5 кг/т МЭМ-1– 120 г/т
Cu продукт	70,6	0,07	1,35	9,5	75,81	
Пр. пр. 1	8,5	0,1	1,2	1,6	8,43	
Пр. пр. 2	4,7	0,3	1,1	2,7	4,27	
Пр. пр. 3	2,0	0,8	1,1	3,1	1,82	
Пр. пр. 4	1,4	1,2	0,9	3,2	1,04	
Пр. пр. 5	1,3	1,3	0,9	3,3	0,97	
Конц. контр.фл.	10,2	0,2	0,4	3,9	3,37	
Cu-Mo концент.	100	0,52	1,21	100	100	
Mo концентрат	1,6	<b>23,8</b>	3,8	<b>72,1</b>	4,94	
Cu продукт	67,2	0,08	1,4	10,5	76,47	
Пр. пр. 1	9,1	0,1	1,1	1,8	8,14	
Пр. пр. 2	5,8	0,2	0,9	2,3	4,24	
Пр. пр. 3	3,1	0,4	0,8	2,4	2,02	
Пр. пр. 4	1,8	1,0	0,7	3,5	1,02	
Пр. пр. 5	1,6	1,1	0,6	3,4	0,78	
Конц. контр.фл.	9,8	0,2	0,3	3,8	2,39	
Cu-Mo концент.	100	0,51	1,23	100	100	

Температура в цикле селекции поддерживалась 70°C, расход сернистого натрия составлял 4,5 кг/т. Расход микроэмульсионного флотореагента МЭМ-1 составлял 90, 120, 140 г/т. В результате выполненных исследований показано, что оптимальным расходом МЭМ-1 является 120 г/т. При этом расходе получен молибденовый концентрат с содержанием молибдена 31,0 % при извлечении 73,2 %. По сравнению с базовой технологией, с применением керосина, содержание молибдена в концентрате увеличилось на 3,6 %, извлечение молибдена в концентрат увеличилось на 4,6 %.

Проведены исследования по селекции медно-молибденового концентрата с применением нефти Кумкольского месторождения. Результаты селекции коллективного медно-молибденового концентрата в зависимости от различного расхода нефти в сравнении с базовой технологией (с керосином) представлены в таблице 2. Расход нефти составлял 90, 140, 190 г/т. В результате получен молибденовый концентрат с содержанием молибдена 27,1 % при извлечении 70,3 %. По сравнению с базовой технологией, с применением керосина, содержание молибдена в концентрате осталось на том же уровне, извлечение молибдена в концентрат увеличилось на 2,2 %.

Таблица 2 – Результаты селекции коллективного медно-молибденового концентрата в зависимости от различного расхода нефти в сравнении с базовой технологией (с керосином)

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Mo	Cu	Mo	Cu	
Mo концентрат	1,3	<b>27,4</b>	4,5	<b>68,6</b>	4,86	70°C Na <sub>2</sub> S – 4,5 кг/т Керосин – 140 г/т
Cu продукт	69,1	0,08	1,3	10,7	74,33	
Пр. пр. 1	8,4	0,2	1,1	3,2	7,68	
Пр. пр. 2	5,0	0,4	1,2	3,9	4,98	
Пр. пр. 3	2,1	0,9	1,1	3,7	1,92	
Пр. пр. 4	1,5	1,1	1,0	3,2	1,25	
Пр. пр. 5	1,2	1,2	0,9	2,8	0,90	
Конц. контр.фл.	11,4	0,2	0,4	4,4	3,79	
Cu-Mo концентр.	100	0,52	1,20	100	100	
Mo концентрат	1	<b>29,4</b>	3,8	<b>56,2</b>	3,16	
Cu продукт	76,2	0,14	1,3	20,4	82,26	
Пр. пр. 1	5,1	0,4	1,1	3,9	4,66	
Пр. пр. 2	4,3	0,6	1	4,9	3,57	
Пр. пр. 3	1,3	1,3	0,9	3,2	0,97	
Пр. пр. 4	1	1,5	0,8	2,9	0,66	
Пр. пр. 5	0,7	1,9	0,7	2,5	0,41	
Конц. контр.фл.	10,4	0,3	0,5	6,0	4,32	
Cu-Mo концент.	100	0,52	1,20	100	100	
Mo концентрат	1,3	<b>27,1</b>	4,2	<b>70,3</b>	4,46	70°C Na <sub>2</sub> S – 4,5 кг/т нефть – 140 г/т
Cu продукт	71,1	0,08	1,3	11,3	75,54	
Пр. пр. 1	7,8	0,2	1,3	3,1	8,29	
Пр. пр. 2	4,5	0,4	1,1	3,6	4,05	
Пр. пр. 3	1,9	0,7	1	2,7	1,55	
Пр. пр. 4	1,2	1	0,9	2,4	0,88	
Пр. пр. 5	1	1,1	0,8	2,2	0,65	
Конц. контр.фл.	11,2	0,2	0,5	4,5	4,58	
Cu-Mo концент.	100	0,50	1,22	100	100	
Mo концентрат	1,4	<b>25,3</b>	3,8	<b>69,5</b>	4,29	
Cu продукт	70,8	0,08	1,4	11,1	79,85	
Пр. пр. 1	8,1	0,1	1,1	1,6	7,18	
Пр. пр. 2	5,1	0,4	0,9	4,0	3,70	
Пр. пр. 3	2	0,6	0,8	2,4	1,29	
Пр. пр. 4	1,3	0,7	0,7	1,8	0,73	
Пр. пр. 5	1	0,8	0,6	1,6	0,48	
Конц. контр.фл.	10,3	0,4	0,3	8,1	2,49	
Cu-Mo концент.	100	0,51	1,24	100	100	

Проведены исследования по селекции медно-молибденового концентрата с применением смеси дизельного топлива и нефти Кумкольского месторождения (реагент МЭМ-2). Результаты селекции коллективного медно-молибденового концентрата в зависимости от различного расхода микроэмульсионного собирателя МЭМ-2 (дизельное

топливо : нефть = 1:1) в сравнении с базовой технологией (с керосином) представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты селекции коллективного медно-молибденового концентрата в зависимости от различного расхода микроэмульсионного собирателя МЭМ-2 (дизельное топливо : нефть = 1:1) в сравнении с базовой технологией (с керосином)

Наименование продуктов	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Mo	Cu	Mo	Cu	
Mo концентрат	1,3	<b>27,4</b>	4,5	<b>68,6</b>	4,86	Керосин – 140 г/т
Cu продукт	69,1	0,08	1,3	10,7	74,33	
Пр. пр. 1	8,4	0,2	1,1	3,2	7,68	
Пр. пр. 2	5,0	0,4	1,2	3,9	4,98	
Пр. пр. 3	2,1	0,9	1,1	3,7	1,92	
Пр. пр. 4	1,5	1,1	1,0	3,2	1,25	
Пр. пр. 5	1,2	1,2	0,9	2,8	0,90	
Конц. контр.фл.	11,4	0,2	0,4	4,4	3,79	
Cu-Mo концентр.	100	0,52	1,20	100	100	
Mo концентрат	1,0	<b>35,0</b>	3,4	<b>66,0</b>	2,81	
Cu продукт	74,6	0,08	1,3	11,3	80,29	
Пр. пр. 1	6,9	0,3	1,0	3,9	5,71	
Пр. пр. 2	5,7	0,5	0,9	5,4	4,25	
Пр. пр. 3	1,2	1,1	0,8	2,5	0,79	
Пр. пр. 4	1,1	1,2	0,7	2,5	0,64	
Пр. пр. 5	0,9	1,2	0,7	2,0	0,52	
Конц. контр.фл.	8,6	0,4	0,7	6,5	4,98	
Cu-Mo концентр.	100	0,53	1,21	100	100	
Mo концентрат	1,1	<b>34,1</b>	3,4	<b>71,0</b>	3,17	МЭМ-2 (дизельное топливо : нефть = 1:1) – 120 г/т
Cu продукт	73,1	0,05	1,3	6,9	80,48	
Пр. пр. 1	7,2	0,4	0,9	5,4	5,49	
Пр. пр. 2	5,1	0,4	0,8	3,9	3,46	
Пр. пр. 3	2,4	0,9	0,8	4,1	1,63	
Пр. пр. 4	1,7	1,0	0,7	3,2	1,01	
Пр. пр. 5	1,3	1,0	0,6	2,5	0,66	
Конц. контр.фл.	8,1	0,2	0,6	3,1	4,12	
Cu-Mo концентр.	100	0,53	1,18	100	100	
Mo концентрат	1,2	<b>31,4</b>	4,2	<b>71,4</b>	4,33	
Cu продукт	72,4	0,08	1,3	11,0	80,91	
Пр. пр. 1	7,9	0,1	1,0	1,5	6,79	
Пр. пр. 2	4,8	0,4	0,8	3,6	3,30	
Пр. пр. 3	1,9	0,6	0,7	2,2	1,14	
Пр. пр. 4	1,2	0,7	0,6	1,6	0,62	
Пр. пр. 5	1,0	0,8	0,5	1,5	0,43	
Конц. контр.фл.	9,6	0,4	0,3	7,3	2,48	
Cu-Mo концентр.	100	0,53	1,16	100	100	

Расход микроэмульсионного флотореагента МЭМ-2 составлял 90, 120, 140 г/т. В результате выполненных исследований показано, что оптимальным расходом МЭМ-2 является 120 г/т. При этом получен молибденовый концентрат с содержанием молибдена 34,1 % при извлечении 71,0 %. По сравнению с базовой технологией, с применением керосина, содержание молибдена в концентрате увеличилось на 7,0 %, извлечение молибдена в концентрат увеличилось на 2,9 %.

Таким образом, проведены исследования по усовершенствованию технологии селекции коллективного медно-молибденового концентрата Шорского месторождения с применением микроэмульсионных реагентов. В качестве микроэмульсионных реагентов применяли смесь дизельного топлива и ТС-7000 (реагент МЭМ-1) и смесь дизельного топлива и нефти Кумкольского месторождения (реагент МЭМ-2) в соотношении 1:1. Исследования показали,

что МЭМ-1 позволяет повысить содержание молибдена в концентрате на 3,6 %, извлечение молибдена в концентрат - на 4,6 % по сравнению с базовой технологией с применением керосина. МЭМ-2 позволяет повысить содержание молибдена в концентрате на 7,0 %, извлечение молибдена в концентрат - на 2,9 %.

### Литература

1 Карнаухов С.Н., Плясовица С.С., Вилкова Н.В. Технология переработки молибденсодержащих руд //Горный журнал. – 2011.- №8/9.- С.55-61.

2 Тусупбаев Н.К., Семушкина Л.В., Турысбеков Д.К. Усовершенствование флотационной технологии обогащения бедной молибденсодержащей руды с использованием модифицированных реагентов //Материалы Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья», Екатеринбург, 18-19 апреля 2012. – С. 100-103.

3. Морозов В. В., Пестряк И. В., Эрдэнэзуул Жаргалсайхан. Анализ концентрации неионогенного собирателя при флотации медно-молибденовых руд. Материалы XXV Международной научно-технической конференции. "Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья" Екатеринбург. 2020. С.6-10.

**А.А. Дәрібаева, А.А.Мұханова**

#### **Микроэмульсиялық реагенттерді қолдана отырып, мыс-молибден концентратын селекциялау технологиясын жетілдіру**

**Түйіндеме.** Микроэмульсиялық реагенттерді қолдана отырып, Шорск кенорнының бірікті мыс-молибден концентратын селекцияға ұшырату технологиясын жетілдіру бойынша зерттеулер жүргізілді. Микроэмульсиялық реагенттер ретінде дизель отыны мен ТС-7000 (МЭМ-1 реагенті) қоспасының микроэмульсиясы және Құмкөл кенорнының дизель отыны мен мұнай қоспасының микроэмульсиясы (МЭМ-2 реагенті) 1:1 қатынасында қолданылды. Қолданылатын реагенттердің оңтайлы шығыны анықталды, ол 125 г/т құрады. Зерттеулер нәтижесінде, МЭМ - 1 реагенті концентраттағы молибден мөлшерін 1,9% - ға, молибденнің концентратқа бөлініп шығуы керосинді қолданатын базалық технологиямен салыстырғанда 4,5% - ға артатыны көрсетілді. МЭМ - 2 реагенті концентраттағы молибден мөлшерін 7,0% - ға, молибденнің концентратқа бөлініп шығуы 2,9% - ға артатыны анықталды.

**Түйінді сөздер:** байыту, флотация, кен, бөлініп шығуы, молибден, жинағыш, микроэмульсионды реагенттер.

**A.A. Daribayeva, A.A. Mukhanova**

#### **Improvement of the technology of selection of copper-molybdenum concentrate with the use of microemulsion reagents**

**Abstract.** Studies were conducted to improve the technology of selection of collective copper-molybdenum concentrate of the Shor deposit using microemulsion reagents. Microemulsion of a mixture of diesel fuel and TS-7000 (MEM-1) and microemulsion of a mixture of diesel fuel and oil of the Kumkol field (MEM-2 reagent) in the ratio of 1 were used as microemulsion reagents:1. The optimal consumption of the reagents used was determined, which was 125 g/t. Studies have shown that MEM-1 can increase the content of molybdenum in the concentrate by 1.9 %, and the extraction of molybdenum in the concentrate - by 4.5% compared to the basic technology using kerosene. MEM-2 allows to increase the content of molybdenum in the concentrate by 7.0 %, the extraction of molybdenum in the concentrate - by 2.9 %.

**Keywords:** enrichment, flotation, ore, extraction, molybdenum, collector, microemulsion reagents

УДК 669.334

**Е.Ф. Дерид, Е.А. Оспанов, А.А. Шахалов, Л.А. Суворова, А.А. Жайсан**  
*ТОО «Корпорация Казахмыс», Департамент развития комплексных технологий и планирования инвестиций, Азахстан, г. Алматы.*  
[Aleksandr.Shabalov@kazakhmys.kz](mailto:Aleksandr.Shabalov@kazakhmys.kz)

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕКОНДИЦИОННЫХ МЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ И СВИНЦОВЫХ ПЫЛЕЙ

*Аннотация.* Разработанная технология переработки некондиционных медных концентратов и свинцовых пылей позволяет вывести из пирометаллургической переработки низкосортные медные концентраты с высоким содержанием примесей (цинк, свинец), что помогает повысить извлечение меди на пирометаллургическом переделе и решить проблему переработки свинцовых пылей Балхашского медеплавильного завода (БМЗ) и Жезказганского медеплавильного завода (ЖМЗ). Интегрирование операции атмосферного выщелачивания свинцовых пылей в предлагаемую гидрометаллургическую схему не привело к ее усложнению, так как схема уже предполагала выделение меди и цинка в отдельные товарные концентраты и перевод вредных примесей в хвосты обогащения продуктов гидрометаллургической переработки.

**Ключевые слова:** медь, цинк, свинец, автоклавное выщелачивание, свинцовые пыли.

Идея исследований, инициированных компанией ТОО «Корпорация Казахмыс», заключалась в интегрировании гидрометаллургического передела на базе законсервированного Цинкового завода, оснащенного автоклавами и другим оборудованием, в действующую схему Балхашского медеплавильного завода (БМЗ) с целью повышения показателей сквозного извлечения металлов, количества и качества выпускаемой продукции. Автоклавные переделы успешно интегрируются в существующие и широко распространённые гидрометаллургические мощности по переработке окисленных и вторичных медных руд. Серная кислота и сульфат железа (III), выделяющиеся в процессе окисления в автоклаве, а также тепло, получаемое в процессе охлаждения автоклавной пульпы, могут быть использованы для атмосферного выщелачивания окисленных медных руд. Возникла идея переработки некондиционных медных концентратов и неликвидных свинцовых пылей.

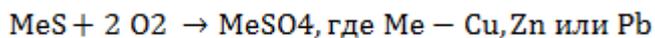
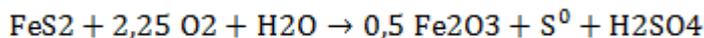
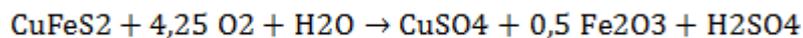
На БМЗ ежегодно перерабатывается до 1 250 тыс. тонн концентратов, поступающих более чем с десяти месторождений. Содержание основных и примесных элементов в данных концентратах имеют достаточно широкий разброс: медь от 14 до 27%, свинец от 0,1 до 5%, цинк от 0,1 до 5%, сера от 17 до 38%, железо от 15 до 33%. Основной продукцией предприятия является катодная медь, выпуск которой составляет 210–225 тыс. тонн в год, а в качестве побочной товарной продукции производятся: концентрированная серная кислота, драгоценные металлы в виде сплава доре, медный купорос, свинцовые пыли. Одной из проблем предприятия в последние годы стало накопление на складах свинцовых пылей, которые продаются плохо, с потерей сопутствующих металлов и стоимости.

Основной задачей проекта стала разработка новой технологии для решения проблем пирометаллургического передела: повышение качества шихты для плавки в печи Ванюкова; увеличение производства катодной меди; повышение прямого извлечения меди; получение дополнительной прибыли от извлечения попутных продуктов (цинк, свинец); снижение циклической нагрузки; снижение количества отвальных шлаков медеплавильного завода; получение прибыли от вовлечения толлингового сырья; повышение эффективности работы предприятия за счет использования оборудования и инфраструктуры законсервированного Балхашского цинкового завода; создание новых рабочих мест; улучшение экологической картины региона.

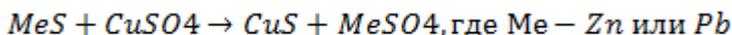
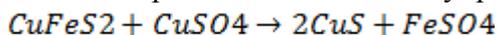
Разработанная технология извлечения меди и цинка из низкосортного сырья включает в себя ряд гидрометаллургических операций: автоклавное окислительное выщелачивание (АОВ), атмосферное выщелачивание, гидротермальная обработка (ГТО), нейтрализация и осаждение цинка из раствора ГТО, горячая выварка и цианирование хвостов АОВ, а также

ряд операций обогащения вторичных продуктов: флотация кека АОВ, флотация остатка ГТО и флотация гипсово-цинкового кека. Принципиальная схема совместной переработки медных концентратов и свинцовых пылей представлена на рисунке 1.

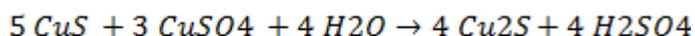
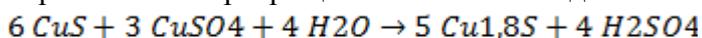
Химизм окисления сульфидов в процессе АОВ можно упрощенно описать следующими реакциями:



Основные процессы ГТО можно упрощенно описать следующими выражениями:



Кроме того, в процессе ГТО протекают реакции дальнейшего обогащения медного концентрата за счет превращения ковеллина в дигенит и халькозин:



Проведенные лабораторные и пилотные испытания позволили разработать технологический режим процесса АОВ некондиционных медно-цинковых концентратов (температура 170 °С, избыточное давление 1,3 МПа), обеспечивающий извлечение в раствор до 85% меди и до 90% цинка при относительно небольшом времени пребывания материала в автоклаве (45 минут).

При температурах ниже 190 °С процесс окисления пирита и халькопирита идет с образованием жидкой элементной серы, которая склонна создавать пленку на поверхности неокисленных сульфидов, которая препятствует процессу дальнейшего окисления. По этой причине полное окисление сульфидов и извлечение меди при температуре ниже 190 °С достичь не удастся, что приводит разработчиков технологии к необходимости либо существенно увеличивать время процесса, либо повышать температуру выше 190 °С.

Однако, для Балхашского гидрометаллургического комплекса близость пирометаллургических мощностей позволяет идти другим путем. Технологической схемой (Рисунок 1) предусмотрено дополнительное извлечение меди из автоклавного остатка методом сульфидной флотации. Элементная сера тесно ассоциирована с оставшимися сульфидами и повышает их гидрофобность. Благодаря сере процесс флотации идет более селективно и это позволяет выделить небольшое количество сульфидного концентрата с содержанием меди порядка 12–18%, что находится на уровне содержания меди в концентрате, подаваемом в процесс АОВ. Хвосты обогащения имеют содержание меди на уровне 0,4–0,6%, что приемлемо для отвальных продуктов. Однако этот продукт аккумулирует в себе серебро 100-150 г/т и золото 5-10 г/т, в связи с чем было предложено подвергать его цианированию для извлечения благородных металлов.

Проведенные лабораторные и пилотные испытания позволили разработать технологический режим процесса ГТО полиметаллических концентратов: температура 170 °С, избыточное давление 1,3 МПа. Данный режим обеспечивает извлечение свыше 99% меди из раствора АОВ в кек ГТО и 55–65% цинка из концентрата ГТО в раствор, при относительно небольшом времени пребывания материала в автоклаве (1 час).

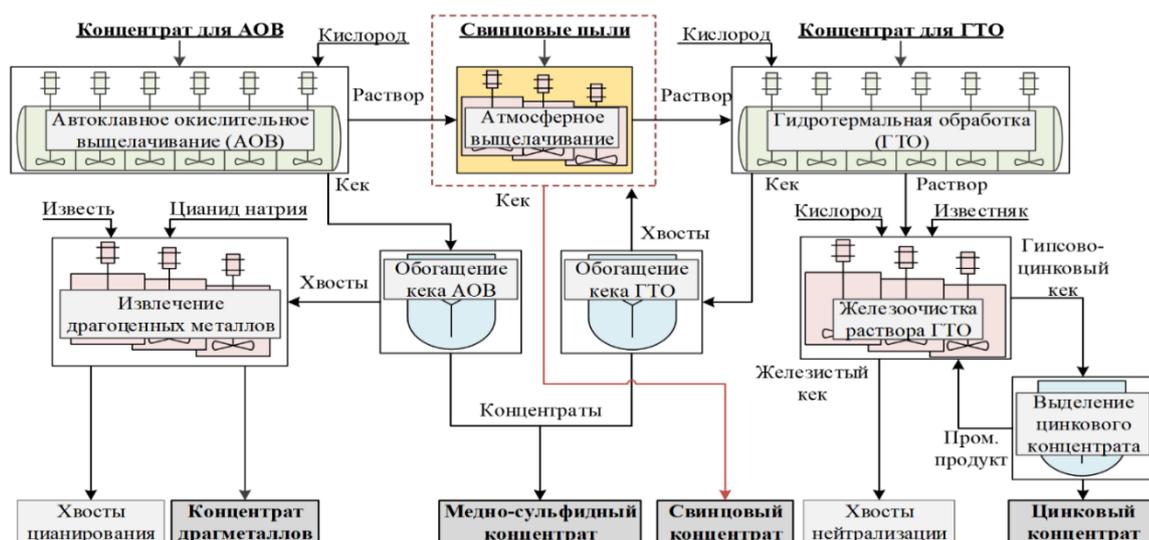


Рисунок 12 – Принципиальная технологическая схема гидromеталлургического обогащения медных концентратов

Особенностью предлагаемого процесса ГТО является проведение частичного окисления материала в первой секции автоклава с целью повышения извлечения цинка, снижения выхода кека и получения более богатого медного остатка, с содержанием меди 30–35%. Исследования переработки свинцовых пылей медеплавильного производства были проведены с привязкой к схеме предложенной технологии гидromеталлургического рафинирования медных концентратов. Для исследований использовались пробы пылей БМЗ и ЖМЗ, состав материалов представлен в таблице 1

Таблица 3. Было установлено, что наиболее эффективным реагентом для выщелачивания свинцовых пылей является кислый автоклавный раствор АОВ. Данный раствор содержит достаточное количество свободной кислоты (40–50 г/л), необходимой для растворения оксидов и гидроксидов металлов, а также достаточно высокую концентрацию железа (III), которая обеспечивает высокий окислительно-восстановительный потенциал раствора и способствует растворению присутствующих в пылях сульфидных форм меди и цинка.

Оптимальным режимом выщелачивания пылей с привязкой к имеющейся схеме гидromеталлургической переработки являются: температура 90–95 °С, соотношение Ж:Т на выщелачивании 15:1, продолжительность выщелачивания 30–60 минут. В данном режиме происходит перевод в раствор более 96% меди и более 93% цинка. Твёрдый продукт выщелачивания примерно на 93% состоит из сульфата свинца ( $PbSO_4$ ). Состав твёрдых остатков выщелачивания пылей также представлен в таблице

Таблица 3.

Таблица 3 — Химический состав свинцовых пылей БМЗ и ЖМЗ, и продуктов их выщелачивания

Материал	Содержание основных и ценных компонентов (%)				
	Pb	Cu	Zn	S	Fe
Пыли БМЗ	28,6	2,6	7,2	12,7	1,8
Пыли ЖМЗ	42,2	6,0	3,4	12,5	2,1
Остаток выщелачивания БМЗ	63,3	0,21	0,36	10,5	0,6
Остаток выщелачивания ЖМЗ	63,5	0,41	0,22	10,0	1,6

Проведенные лабораторные и полупромышленные испытания позволили разработать гидromеталлургическую технологию с использованием некондиционных концентратов и

свинцовых пылей в качестве сырья. Предложенная технология позволяет вывести из пирометаллургической переработки низкосортные концентраты с высоким содержанием примесей (цинк, свинец), что дает возможность снизить потери меди на пирометаллургическом переделе и выделить попутные ценные компоненты в виде качественных концентратов.

Существующая площадка гидromеталлургического завода обладает необходимой инфраструктурой и большим количеством ключевого гидromеталлургического оборудования, параметры которого были учтены при разработке технологии.

### **Литература**

1. Набойченко С.С. Автоклавная гидromеталлургия цветных металлов [Текст] / С.С. Набойченко, Л.П. Ни, Я.М. Шнеерсон, Л.В. Чугаев // - Екатеринбург: УГТУ-УПИ. – 2002. Библиогр.: с. 940.

2. Шнеерсон Я.М. Тенденции развития автоклавной гидromеталлургии цветных металлов [Текст] / Я.М. Шнеерсон, С.С. Набойченко: Цветные металлы. - 2011. - №3. - Библиогр.: с. 15-20.

3. Шахалов А.А. Особенности автоклавного выщелачивания некондиционных сульфидных медно-цинковых концентратов [Текст] / А.А. Шахалов, Е.А. Оспанов, С.С. Набойченко, И.В. Фоменко: Цветные металлы. - 2019. - №1. - Библиогр.: с. 13-19. - DOI: 10.17580/tsm.2019.01.03.

4. Шахалов А. А. Особенности процесса гидротермальной обработки сульфидных медно-цинковых концентратов [Текст] / А.А. Шахалов, Е.А. Оспанов, С.С. Набойченко, И.В. Фоменко: Цветные металлы. - 2019. - №2. - Библиогр.: с. 25-32. - DOI: 10.17580/tsm.2019.02.04.

5. Бахвалов С.С. Интеграция переработки свинцовых пылей в технологию переработки медных концентратов Балхашского гидromеталлургического комплекса [Текст] / С.С. Бахвалов, Я.М. Шнеерсон, И.В. Фоменко, М.А. Плешков, Е.А. Оспанов, А.А. Шахалов // Сборник докладов одиннадцатого международного конгресса Цветные металлы и минералы. - Красноярск, - 2019. - Библиогр.: с. 820 – 826.

**E.F. Derid, E.A. Ospanov, A.A. Shahalov, L.A.Suvorova, A.A.Zhaisan**

#### **Development of comprehensive hydrometallurgical technology for polymetallic concentrates and intermediate feedstock**

**Abstract.** The proposed technology allows to remove low-grade concentrates with a high content of impurities (zinc, lead) from the pyrometallurgical plant, which helps to increase copper recovery in the pyrometallurgical processing. Also, the problem of processing of a lead dust from the Balkhash and the Zhezkazgan smelters was solved. The addition of atmospheric lead dust leaching into the hydrometallurgical flowsheet does not lead to its complication. The flowsheet already assumed the separation of copper and zinc into individual commodity concentrates and the transfer of harmful impurities to the tailings. The developed flowsheet for processing substandard concentrates is 80% provided with the equipment of the reconstructed Balkhash Zinc Plant. At the moment, the development of working documentation for the reconstruction of the hydrometallurgical plant is underway.

**Key words:** copper, zinc, sulfides, hydrometallurgy, pressure leaching, lead dust processing, laboratory tests, POX pilot plant.

**Е.Ф. Дерид, Е.А. Оспанов, А.А. Шахалов, Л.А. Суворова, А.А. Жайсан**

#### **Жетілмеген мыс концентраттары мен қорғасын тозаңдарын қайта өңдеудің кешенді гидromеталлургиялық технологиясын әзірлеу**

**Аңдатпа.** Жетілмеген мыс концентраттары мен қорғасын тозаңдарын қайта өңдеу әзірленген технологиясы пирометаллургиялық қайта өңдеуден құрамында (мырыш, қорғасын) қоспалары көп төмен

сұрыпты мыс концентраттарын шығаруға мүмкіндік береді, бұл пирометаллургиялық қайта қорыту кезінде мыс алуды арттыруға және Балқаш мыс қорыту зауыты (БМЗ) мен Жезқазған мыс қорыту зауытының (ЖМЗ) қорғасын тозаңын қайта өңдеу мәселесін шешуге көмектеседі. Ұсынылған гидрометаллургиялық схемаға қорғасын тозаңдарын атмосфералық сілтісіздендіру операциясының біріктірілуі оның күрделенуіне әкеп соқпады, өйткені үлгі мыс пен мырыштың жекелеген тауарлық концентраттарға бөлінуін және зиянды қоспаларды гидрометаллургиялық қайта өңдеу өнімдерін байыту қалдықтарына ауыстыруды көздеді.

**Түйінді сөздер:** мыс, мырыш, қорғасын, актоклавты сілтісіздендіру, қорғасын тозаңы.

УДК 621.039

**<sup>1</sup>А.Е.Елмуратов**

*Научный руководитель – Х.А.Юсупов, профессор кафедры «Горное дело» института ИГНиГД КазНИТУ им. К.И.Сатпаева, доктор технических наук*

*<sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)*

*[Akjol\\_9393@mail.ru](mailto:Akjol_9393@mail.ru)*

## **ВЫБОР ПРОМЫВОЧНОГО РАСТВОРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СОРБЦИОННОЙ ЁМКОСТИ СОРБЕНТА**

**Аннотация.** В работе представлены результаты анализа и исследования возможности применения маточного раствора фильтрации химического концентрата природного урана (ХКПУ) участка переработки продуктивных растворов ТОО «Добывающие Предприятие ОРТАЛЫК». Анализом установлено, что в растворе маточника фильтрации имеется повышенное содержание сульфат ионов, которые способны вытеснять нитрат ионы в сорбенте (смоле).

Денитрирующий раствор был приготовлен путем доукрепления (дозирования) раствором маточника фильтрации. Полученные результаты исследования по применению маточного раствора после фильтрации химического концентрата природного урана по промывке сорбента, позволила повысить степень денитрации и снизить удельную норму химических реагентов на переработку урана.

**Ключевые слова:** маточник раствора, химический концентрат природного урана, сульфат ион, денитрация, доукрепление.

Месторождение «Орталык Мынкудык» расположено на территории Созакского района Туркестанской области, в 140 км от г. Туркестан и в 90 км от поселка Кыземшек. «ТОО ДП ОРТАЛЫК» – предприятие по добыче и производству химического концентрата природного урана.

Как известно, продуктивный раствор проходит процессы сорбции и десорбции [1]. Процесс десорбции основан на способности некоторых химических соединений в определенных условиях вытеснять сорбируемые элементы из структуры ионита, замещая его соответствующими противоионами, в конкретном случае – нитрат-ионами [2]. Для регенерации сорбента в исходную, пригодную для процесса сорбции, сульфатную форму, проводится денитрация. При этом наблюдается низкая степень промывки и повышенная норма потребления десорбирующего агента.

Для решения данной проблемы, автором работы, для увеличения степени денитрации сорбента предложена технология, и проведены исследования по применению маточного раствора после фильтрации химического концентрата природного урана.

С этой целью были изучены химический и физический составы маточника фильтрации. При исследовании химического состава было выявлено, высокое содержание сульфат ионов, что говорит о возможности применения раствора для улучшения процесса денитрации. По

результатам анализа в маточнике фильтрации концентрация сульфат ионов ( $\text{SO}_4$ ) составляла - 60~80г/л, а в исходном денитрирующем растворе - 30~35г/л.

Для улучшения показателей денитрирующего раствора, маточный раствор после процесса фильтрации с содержанием 60~80г/л сульфат ионов подали в емкость с технической водой используемой для приготовления денитрирующего раствора. Полученный раствор далее прокачивается через смеситель, доукрепляясь до необходимой концентрации серной кислоты, и направляется на денитрацию. Принципиальная схема применения данной технологии приведена на рисунке.

В результате применения данной технологии, удалось увеличить степень извлечение нитрат ионов на 30%, увеличить емкость ионита по металлу, снизить содержание серной кислоты с 30г/л до 26г/л. В свою очередь снижение концентрации серной кислоты позволило снизить кислотность в товарном десорбате с 25г/л до 20г/л, следовательно, уменьшился расход осаждающего реагента, часть которого расходуется на нейтрализацию кислотности в товарном десорбате.

Кроме того, применение данной технологии позволило снизить расход аммиачной селитры с 2,8 кг/кг урана до 2,7 кг/кг урана.

### Принципиальная схема

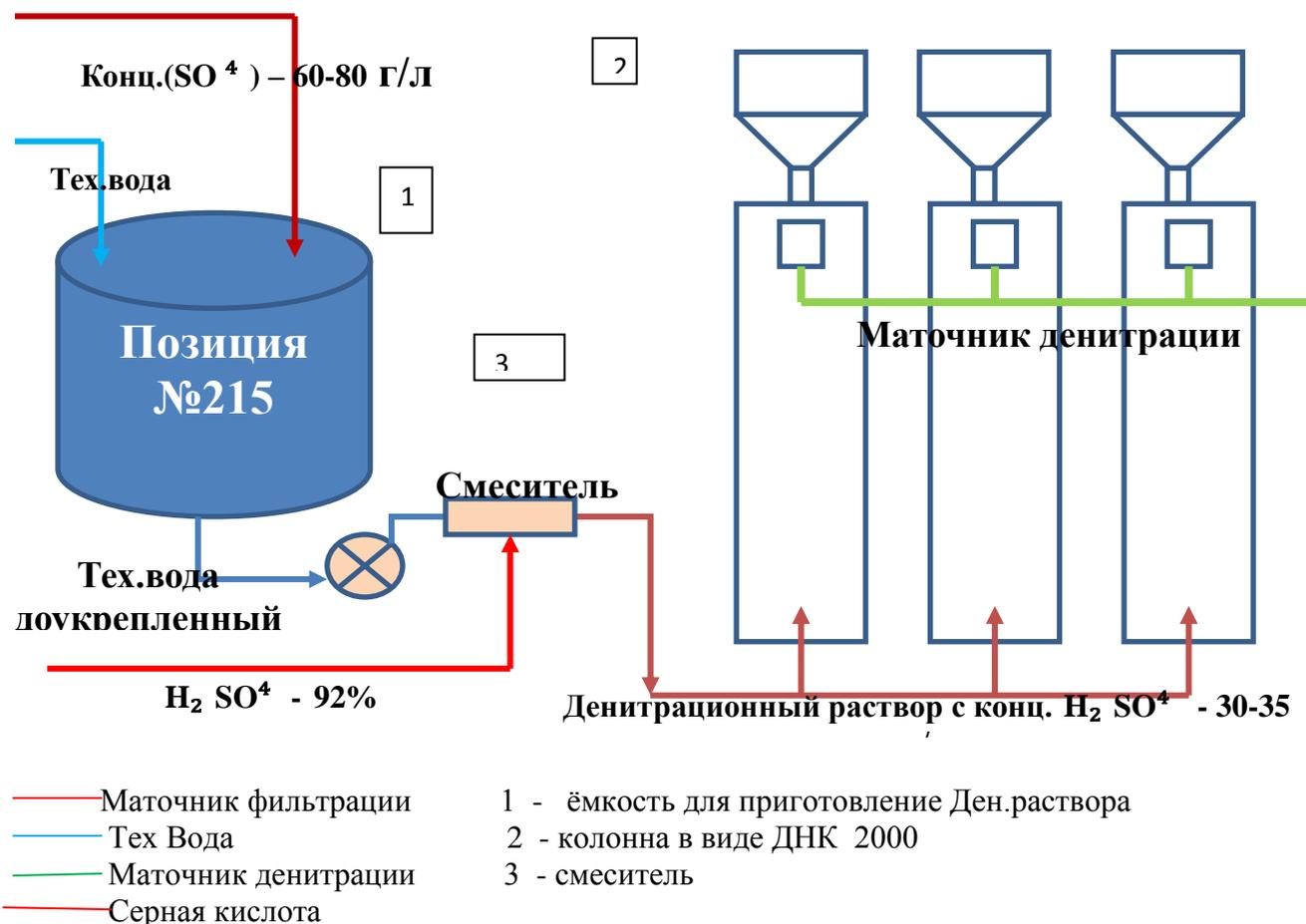


Рисунок 1 – Принципиальная схема использования маточника фильтрации для приготовления денитрирующего раствора

### Литература

1. Технологический регламент ТОО «Добывающее Предприятие ОРТАЛЫК» 2018г

2. Бугенов Е.С., Василевский О.В. Физико-химические основы и технология получения химических концентратов природного урана. Алматы, 2005

<sup>1</sup>А.Е.Елмұратов

**Сорбенттің сорбциялық қабілетін арттыру үшін шаю ерітіндісін таңдау**

**Аңдатпа.** Жұмыста "ОРТАЛЫҚ өндіруші кәсіпорын" ЖШС өнімді ерітінділерді қайта өңдеу учаскесіндегі табиғи уранның химиялық концентратын (ХКПУ) сүзудің аналық ерітіндісін қолдану мүмкіндігін талдау және зерттеу нәтижелері ұсынылған. Талдау аналық фильтрация ерітіндісінде сорбенттегі (шайыр) ион нитратын ығыстыра алатын сульфат иондарының жоғары мөлшері бар екенін анықтады.

Денитрациялық ерітінді аналық фильтрация ерітіндісімен күшейту (мөлшерлеу) арқылы дайындалды. Сорбентті жуу бойынша табиғи уранның химиялық концентратын сүзгеннен кейін аналық ерітіндіні қолдану бойынша алынған зерттеу нәтижелері денитрация дәрежесін арттыруға және уранды қайта өңдеуге химиялық реагенттердің үлестік нормасын төмендетуге мүмкіндік берді.

**Түйінді сөздер:** Аналық ерітіндісі, табиғи уранның химиялық концентраты, ион сульфаты, денитрация, нығайту.

<sup>1</sup>A.E.Yelmuratov

**Selection of a flushing solution to increase the sorption capacity of the sorbent**

**Annotation.** The paper presents the results of the analysis and study of the possibility of using the masterbatch filtration solution of the chemical concentrate of natural uranium (HCPU) of the processing site of productive solutions of the "Mining Enterprise ORTALYK"LLP. The analysis found that the solution of the filtration masterbatch has an increased content of sulfate ions, which are able to displace the nitrate ions in the sorbent (resin).

The denitrating solution was prepared by doubling (dosing) with the filtration masterbatch solution. The obtained results of the study on the use of the masterbatch solution after filtration of the chemical concentrate of natural uranium by washing the sorbent, allowed to increase the degree of denitration and reduce the specific rate of chemical reagents for processing uranium.

**Key words:** solution masterbatch, chemical concentrate of natural uranium, sulfate ion, denitration, reinforcement.

УДК 681.5

**Ерен Е<sup>1</sup>., Көшімбаев Ш.К.<sup>2</sup>**

<sup>2</sup>Ғылыми жетекші - Көшімбаев Ш. К., к.т.н., ассоц. профессор

<sup>1,2</sup>Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы

<sup>1</sup>[ernanarbek5@gmail.com](mailto:ernanarbek5@gmail.com)

**МЫС КОНЦЕНТРАТЫН ЭЛЕКТРБАЛҚЫТУҒА АРНАЛҒАН ШИХТА ДАЙЫНДАУ ПРОЦЕССИНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛІН ҚҰРУ**

**Аңдатпа:** Бұл мақалада мыс концентратын электрбалқытуға арналған шихта дайындау процессінің математикалық моделінің құрылуы көрсетілген. Басқару барысындағы айнымалылар көптік сызықтық регрессия әдіспен байланыстырылады. Басқаруға арналған теңдіктің коэффициенттерін ең кіші квадраттар әдісімен Matlab-тағы бағадарлама тілімен бағаланып, құрылған модельдің сәйкестік дәрежесі есептелуімен, ырысу шлактағы Си құрамын нысан айнымал түрде басқа басқару айнымалдар арасындағы корреляциясын анықталды.

**Түйінді сөздер:** Мыс концентраты, математикалық модель, сызықтық регрессия, ең кіші квадраттар әдісі, MATLAB бағдарлама тілі.

Соңғы жылдары еліміздің экономикасының өсу қарқыны мыстың әлемдегі кең сұранысына қарай жоғары проценттік көрсеткіште. Осы жоғары сұранысқа сәйкес, мыс өндірісінің артуына және оның бағасының еселеніп өсуіне әкелді. Қазақстан жер қойнауындағы мыс минаралдары көлемі жағынан әлемдегі бай елдердің бірі болғандықтан, мыс өндіру саласын дамыту еліміз үшін айырықша маңызды. Мыс балқыту өндірісінде

жұмыс өнімділігінің еселеп артуына ең алдымен онда қолданылған жаңа технологиялардың ықпалы зор болып отыр.

Кендітермиялық пеште электрбалқыту арқылы мыс өндіру тәсілдерін бас жетекшісі болып табылады [1]. Электрбалқыту тәсілі өзіндік жоғары температураға тез жету және жылулығы бір орында шоғырлану тәрізді ерекшеліктермен танылып, жоғары икемді басқару және тез жылдамдық үрдіс топтамаларын қамтамасыз етеді. Осылайша, үрдісті басқару үшін оны математикалық түрде сипаттау арқылы жүзеге асыра алады. Бұл электрбалқыту процесі шынайы жұмыс жүзінде өте күрделі жүйе. Осы себептен оны теориялық түрдегі физика-химиялық механизммен беріліс функциясын құру өте қиын болады. Сондықтан, электрбалқыту жүйесін сипаттайтын математикалық модельді әзірлеу үшін жүйе идентификациялау әдісін қолдану шешімі қабылданды. Бұл әдіс жалпы түрде “Қара жәшік модельдеу” деп аталады, яғни бізге жүйенің ішкі құрылысы және атқару сипатамасы анық көрсетілмеген, тек сыртқы кірістік және оған тиесілі шығыстық деректерге сүйене отырып оның математикалық моделін құра аламыз [2]. Осы айнымалыларды өзара байланыстырып, тендіктердің корреляция мәні бойынша жүйенің математикалық модельдерін таба аламыз.

### Технологиялық сипаттама және айнымалыларды анықтау

Балқытудың соңғы өнімі сипаттамалары бойынша шихта концентратының, флюстің және сыртқы материалдардың қоспасын қолайлы пропорцияда көрсетеді. Қазіргі уақытта Жезқазған мыс балқыту зауытында шихтаны араластыру түтін пеші арқылы жүзеге асырылады. Сол жерде түйіршектеліп, кейін электрпешіне жіберіледі. Құрамында: 25-30% Cu, 6-9% Fe, 25-30% SiO<sub>2</sub>, 3-6% CaO, 11-14% S тұратын түйіршіктелген кептірілген шихта пештің негізгі және қосымша бункерлеріне тиеледі. Ол арқылы материалдың ағыны электрод айналасында шихтаның құламасын қалыптастырып пеш ваннасына келіп түседі. Ал жүйе шығыс жағынан, жоғарыдағы шихта құрамындағы элементтер материалдық ағын арқылы ырысу шлакта, конвертерлі шлак және штейн құрамына пайда болады. Одан тыс, жүйе нәтижесіне ықпал ететін басқа да факторлар айнымалы болып табылады, олар: энергия шығыны, өңделген материал шығыны, түйіршіктердің шығыны, әктас шығыны және конвертерлі шлақтың шығыны [3].

Электрбалқыту процесін эксперимент түрде барлық керек деректерді жинақтап сақтау - жүйенің математикалық сипаттау және әзірлеуінің аса маңызды бөлігі.

Осы үрдістің химиялық механизміне сүйене отырып, жүйе айнымалылар арасында келесі тендіктер бойынша бастапқы түрде байланысады:

$$y_1 = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_{11} + a_6x_{12} + a_7x_{13} + a_8x_{14} + a_9x_{15}; \quad (1.1)$$

$$y_2 = b_0 + b_1x_4 + b_2x_{11} + b_3x_{12} + b_4x_{13}; \quad (1.2)$$

$$y_3 = c_0 + c_1x_3 + c_2x_{11} + c_3x_{14}; \quad (1.3)$$

$$y_4 = d_0 + d_1x_1 + d_2x_2 + d_3x_5 + d_4x_8 + d_5x_{11} + d_6x_{12}; \quad (1.4)$$

$$y_5 = e_0 + e_1x_1 + e_2x_2 + e_3x_5 + e_4x_7 + e_5x_{11} + e_6x_{12} + e_7x_{13}; \quad (1.5)$$

$$y_6 = f_0 + f_1x_2 + f_2x_3 + f_3x_4 + f_5x_{12} + f_6x_{13} + f_7x_{14}; \quad (1.6)$$

$$y_7 = g_0 + g_1x_3 + g_2x_4 + g_3x_{11} + g_4x_{12} + g_5x_{13} + g_6x_{13}. \quad (1.7)$$

Бұл жерде,

$x_{1-7}$  - түйіршіктердегі Cu, Fe, CaO, SiO<sub>2</sub>, S, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Pb құрамдар;

$x_{8-10}$  - конверторлы шлакта Cu, Fe, SiO<sub>2</sub> құрамы;

$x_{11-15}$  - түйіршіктер, өңделген материалдар, конверторлы шлақтың, әктас, энергияның шығындары;

$y_{1-3}$  - ысыру шлагындағы Cu, CaO, SiO<sub>2</sub> құрамы;

$y_4$  - штейндегі Cu құрамы;

$y_{5-7}$  - штейннің, ысыру шлагының электр энергиясының салыстырмалы шығынының көлемі.

### Параметрлерді бағалау және сәйкестік дәрежесі

Жоғарыдағы көрсетілген теңдіктердегі айнымалылар арасындағы байланысын әрі қарай анықтау үшін олардың коэффициенттерін бағалау тиіс. Оның теориялық принципі - ең кіші квадраттар әдісі (2.1). Кейінгі кезеңде осы регрессианалды теңдіктің сәйкестігін анықтап, оның корреляциясымен біріктіріп, нәтижесінде шынайы айнымалылардың теңдік бойынша байланысын арттырады.

$$a=(X*X^T)^{-1}(X*Y) \quad (2.1)$$

1.1 теңдіктегі  $a_i$  коэффициенттерді бағалау үшін MATLAB бағдарлама тілінде төмендегі кодтар енгізіледі:

```
[b,bint,r,rint,stats]=regress(y1',X);
ymean=mean(y1);
Yssr=X*b-ymean;
Ysst=y1-ymean;
SSR=sum(Yssr(:).^2);
SST=sum(Ysst(:).^2);
Ysse=y1'-X*b;
SSE=sum(Ysse(:).^2);
Rsquare=1-(SSE/SST)
figure(1)
plot(y1)
hold on
z = X*b;
plot(z)
```

Тиісті нәтижелері 2-ші суретте көрсетілген.

```
CC =
    17.4508
     1.2453
     6.2899
     3.1419
    -1.8783
     2.6184
     0.7926
    -5.3682
    -0.4088
    -2.2926
    -0.8021
     8.1928
     0.0003
```

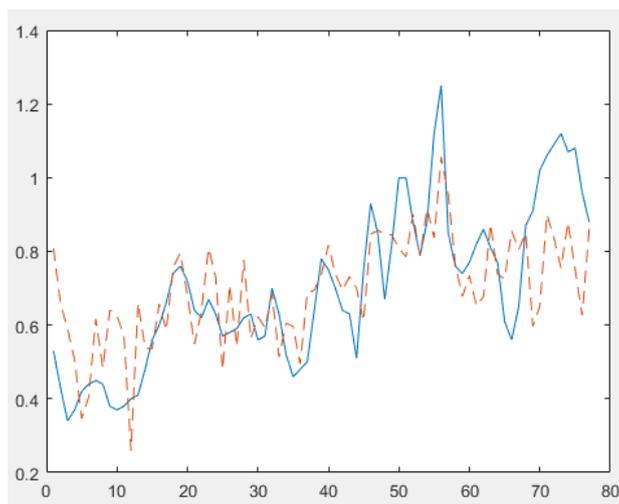
1.1 - бағаланған коэффициенттері

```
SSR =
    1.5368
SST =
    3.4959
SSE =
    1.9591
Rsquare =
    0.4396
```

1.2 Сәйкестіру нәтижелері

Сурет 1 - Сәйкестіру нәтижелері

Сурет 1-де теңдік 1.1 регрессия процесі жүргізіліп және оның коэффициенттер бағаны көрсетілді (сурет 1.1), одан тыс Rsquare мәні яғни сәйкестендіру дәрежесі 0.4396 болды.



2 сурет - Шығыс айнымалылар мәндерінің салыстыруы

Бұл суретте шынайы түрде өлшеленген шығыстық айнымалы мен (ырысу шламтағы Си элементінің құрамы) сызықтық регрессияланған шығыс арасындағы мәндерінің салыстырмасы (сурет 2).

### Корреляция анализы

Жалпы корреляция коэффициенті қарапайым корреляция коэффициенті, оны Пирсон корреляция коэффициенті немесе сызықтық корреляция коэффициенті деп те атайды, ол келесіде көрсетілген форма:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 / n}} \quad (3.1)$$

R мәнінің абсолюттік мәні 0 - 1 аралығында болады. Әдетте R 1-ге жақындаған сайын, x пен y арасындағы коррелляция күшейеді. Керісінше, R 0-ге жақындаған сайын, x пен y арасындағы байланыс әлсіз болады. Алайда, осы мақалада таныстырып отырған көптік айнымалылар, көптік коррелляция коэффициенті тәуелді айнымалы мен тәуелсіз айнымалылар жиынтығы (екі немесе одан да көп) арасындағы корреляция дәрежесін бейнелейтін көрсеткіш және көп корреляция дәрежесінің көрсеткіші болып табылады.

### Қорытынды

Мыс концентратын балқыту процесіне сызықтық регрессия әдісін қолданылды. Си-ның ырысу шламтағы құрамы болып табылған тәуелді айнымалы мен оны ықпалдайтын тәуелсіз айнымалылардың регрессиялық модельдің сәйкестік мәні 0.4396 болып төменгі дәрежеде көрсетілді. Тәуелді айнымалы  $y_1$ -ға аз ықпал ететін  $x_5$ ,  $x_6$  және  $x_7$  айнымалыларды корреляциялығымен анықталғаннан кейін регрессиялық модельдің сәйкестігі 0.788-ге тең етіліп,  $y_1=34.1x_1+0.02x_2-0.25x_3-3x_4+0.128x_{11}+56x_{12}-0.656x_{13}+18x_{14}+0.0002x_{15}$  теңдігі электрбалқыту жүйесіндегі ақтық математикалық моделі болып қабылданды.

### Әдебиеттер

- 1 陈淑萍, 伍赠玲, 蓝碧波, 等. 火法炼铜技术综述[J]. 铜业工程, 2010, 000(004):44-49.
- 2 Jia Z G , Wang X X . System Identification of Heat-Transfer Process of Frequency Induction Furnace for Melting Copper Based on Particle Swarm Algorithm[J]. Journal of Control Science & Engineering, 2015, 2015:1-7.

Разработка математической модели и системы оптимального управления процессом электроплавки медных концентратов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.13.07. - Алма-Ата, 1983. - 200 с. : ил.

**Ерен Е., Кошимбаев Ш.К.**

**Разработка математической модели процесса шихтаприготовления для электроплавки медного концентрата**

**Резюме:** В этой статье представлена математическая модель процесса шихтаприготовления для электроплавки медного концентрата. Переменные управления были связаны методом множественной линейной регрессии. Коэффициенты равенства для управления оцениваются в Matlab методом наименьших квадратов, и с расчетом степени соответствия построенной модели была определена корреляция переменной содержания Cu в шлаке между другими управляющими переменными.

**Ключевые слова:** Медный концентрат, математическая модель, линейная регрессия, метод наименьших квадратов, программа MATLAB.

**Yeren E., Koshimbaev Sh.K.**

**Development of a mathematical model of the charge preparation process for copper concentrate electrosmelting**

**Abstract:** This article presents a mathematical model constructing of the charge-preparation process for smelting of copper concentrate. Control variables are related by multiple linear regression. Mathematical Equation coefficients can be estimated with the Matlab coding environment using the least-square method, in addition, according the degree of goodness of the estimated model, the correlation of the variable Cu content in the slag between other control variables is determined.

**Key words:** Copper concentrate, mathematical model, linear regression, least squares, MATLAB program.

УДК 622.755

**Ескалина К.Т., Коныратбекова С.С., Brajendra Mishra**

*Научный руководитель – Коныратбекова С.С., сениор-лектор, к.т.н*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*профессор, Ph.D, Вустерский политехнический институт, США*

*Ескалина К.Т. докторант кафедры «Металлургические процессы, теплотехника и технология специальных материалов» (МПТиТСМ) Самбаев Университета*

*<sup>2</sup>Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, Казахстан, г. Актюбе  
kuralai\_escalina@mail.ru*

**ЭКСТРАКЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ ЗОЛОТА ИЗ ХВОСТОВ  
ОБОГАЩЕНИЯ**

**Аннотация.** В настоящее время актуализируются работы по переработке лежалых хвостов, на основе современных методов обогащения, гидрометаллургии, по вовлечению в переработку минеральных ресурсов техногенного происхождения. Однако в связи с тем, что золотосодержащие техногенные минеральные образования многих месторождений Республики Казахстан относятся к категории упорных, проблема извлечения золота и других благородных металлов является достаточно серьёзной.

Предлагается целесообразным в настоящее время, создание небольших вспомогательных производств по переработке техногенных отходов с содержанием драгметаллов на существующих предприятиях горнодобывающей отрасли республики.

**Ключевые слова:** лежалые хвосты, извлечение драгоценных металлов, экономическая эффективность, переработка, доизвлечение

**Текст статьи:**

Ежегодно в мире добывают около 300 млрд т сырья. Количество добываемого в мире минерального сырья растёт с периодом удвоения 10–12 лет в зависимости от отраслевой специфики (включая строительные материалы и горючие полезные ископаемые) [1].

При этом только 5–10 % добытого из недр сырья превращается в продукцию. Весь оставшийся объём – это отходы.

Отходы добычи и переработки полезных ископаемых имеют достаточно высокую экологическую опасность, однако основным способом их утилизации в нашей стране

остается наземное складирование в виде техногенных массивов, представляющих собой отвалы вскрышных и «пустых» пород, хвостохранилища, шламонакопители и т. д. Площадь земель, занятых под складирование отходов добычи и переработки полезных ископаемых, увеличиваются год за годом.

При этом техногенные объекты в скором времени станут приоритетным источником минеральных ресурсов, так как отходы горнопромышленных производств содержат в себе значительные запасы ценных компонентов. Отходы горно-обогатительных предприятий можно классифицировать по семи основным признакам: место возникновения (т. е. отходы добычи или отходы обогащения); место нахождения; степень геологической изученности; изученность химического состава и физико-механических свойств; техническая возможность использования; основные направления возможного использования. При этом такой признак как направление использования, «превращает» их во вторичные минеральные ресурсы, что и определяет ресурсный потенциал отходов. Ресурсный потенциал отходов определяется местом их возникновения, наличием в них ценных для экономики страны компонентов и технической возможностью использования отходов, т. е. возможностью повторной добычи отходов из хранилищ, транспортировки к месту использования (переработки) и рядом других причин [2].

Особое внимание уделяется переработке и использованию нетрадиционного и техногенного сырья (хвосты обогатительной фабрики, шлаки, окатыши,) как потенциального источника расширения минерально-сырьевой базы страны, а вовлечение их во вторичную переработку сокращает техногенную нагрузку на окружающую среду.

Увеличение спроса на благородные металлы при истощении запасов легкообогатимых (полиметаллических) месторождений приводит к поиску альтернативных минеральных источников, таких как техногенные отходы, содержащих золото-серебро-платиновые минералы (или техногенные образования), объемы которых составляют в Республике Казахстан миллиарды тонн, а ресурсный потенциал заключенного в них драгметалла оценивается соответственно в тысячах тонн. Перспективным и доступным сырьем, сопоставимым по содержанию золота, серебра с рудными месторождениями, являются лежалые хвосты флотации (ЛХФ) медно-цинковых колчеданных руд. Хвосты относятся к технологически «упорному» для цианирования виду ресурсов из-за высокого содержания устойчивых ассоциаций минералов, включающих тонкодисперсное и ионное золото, а также являются экологически опасными объектами. Поэтому проблема эффективной переработки ЛХФ является актуальной научной и важной хозяйственной проблемой, влияющей на развитие горно-перерабатывающей отрасли в целом и имеющей большое социальной значение. [3]

Большинство научных разработок и публикаций последних лет в области обогащения и металлургической переработки руд благородных металлов так или иначе связаны с проблемами извлечения упорного золота. В их решении принимают участие научно-исследовательские организации, предприятия и фирмы всех стран, являющихся основными (или просто крупными) производителями этого металла из рудного сырья.

В производстве благородных и редких металлов, несмотря на то, что главная часть затрат состоит в добыче руды, основной проблемой является извлечение металлов из породы, т. е., в случае с выщелачиванием, наиболее полное раскрытие руды. Именно этапом раскрытия руды определяется экономическая целесообразность и выгода всего процесса, т.к. здесь определяется степень извлечения благородного металла. Для успешного процесса выщелачивания необходима подготовка руды, что до сих пор являлось серьезной проблемой. Лежалые хвосты флотации (ЛХФ) не требует дробления и измельчения так как после обогащения крупность их колеблется в пределах +0,071 ..... +0.

Одним из важнейших направлений научно-технического прогресса является разработка безотходных, ресурсосберегающих и малоотходных технологических процессов, обеспечивающих утилизацию отходов. Широкое вовлечение вторичных ресурсов дает значительную экономию сырья, материалов, энергии. Важным аспектом проблемы комплексной переработки отходов является охрана окружающей среды.

Во всех развитых странах мира вопросу переработки вторичного сырья и различных видов производственных отходов, содержащих цветные и драгоценные металлы или их соединения, уделяется большое внимание, так как это позволяет решить ряд важнейших технологических, экономических и экологических задач: вернуть в сферу производственной деятельности ценные и дефицитные металлы; снизить энергетические затраты на производство цветных металлов; предотвратить или существенно сократить попадание токсичных продуктов в природную среду.

Среди драгметаллов, важнейшими в технологическом отношении являются золото, серебро и платина.

Учитывая реальное положение дел, необходимо считать месторождение, содержащее мелкое и тонкое золото новым видом сырья, для которого не существует эффективной технологии обогащения с высоким извлечением. В связи с этим, одним из важнейших направлений преодоления технических и экономических проблем золотодобывающей промышленности является отказ от устаревшей технологии, рассчитанной на практически исчезнувшую категорию крупного золота. Необходимо перейти к новым наукоемким процессам и аппаратам, новой экологически чистой технологии, обеспечивающей извлечение весьма тонких классов драгметаллов, т.е., основой для решения проблемы прироста продукции россыпной золотодобычи является создание новой техники и технологии для повышения извлечения благородных металлов.

На наш взгляд наиболее целесообразным представляется создание небольших вспомогательных производств по переработке руд драгметаллов в местах существующих предприятий. Основные требования к возможным технологическим схемам - максимальная экологическая безопасность при минимальных капиталовложениях. В связи с этим представляет интерес комплексное использование полиметаллических руд месторождения «Приорское» и «Кундызды» Актюбинской области.

Для получения порошка сульфидного золота мы предлагаем использовать техногенные отходы нефтегазовой промышленности – техническая сера.

Полученный порошок сульфитного золота может увеличить ресурсы золота Республики Казахстана.

Актюбинском университете имени К.Жубанова на кафедре «Металлургия, горное и нефтегазовое дело» планируются эксперименты извлечения драгоценных металлов из хвостов обогащения по нашей новой технологической схеме.

### **Литература**

Пашкевич Н.В., Исеева Л.И., Федченко А.А. Россия на мировых рынках минерального сырья: запасы, добыча, экспорт // Записки Горного института. 2014. Т. 208. С. 60–64.

И.В. Шадрюнова, Е.В. Зелинская, Н.А. Волкова, Н.Н. Орехова Горнопромышленные отходы: Ресурсный потенциал и технологии переработки (на примере сибиря и урала), Плаксинские чтения – 2017, Красноярск, 12–17 сентября 2017 г.

Леонтьева Е.В., Разработка технологии извлечения золота, серебра химической переработкой лежалых хвостов флотации медно-цинковых колчеданных руд, Магнитогорск, 2017, 154с.

**Коныратбекова Салтанат Сабитовна, Есқалина Құралай Төлегенқызы, Brajendra Mishra**

**Байыту қалдықтарынан алтынды экстракциялық шоғырландыру**

**Аңдатпа:** Қазіргі уақытта қалдықтарды қайта өңдеу, байытудың, гидрометаллургияның заманауи әдістері негізінде, техногенді минералды ресурстарды қайта өңдеу бойынша жұмыстар өзектілендірілуде. Алайда, Қазақстан Республикасының көптеген кен орындарының құрамында алтын бар техногендік минералдық түзілімдер күрделі кен орындары санатына жататындығына байланысты алтын мен басқа да асыл металдарды алу проблемасы айтарлықтай күрделі болып табылады.

Қазіргі уақытта республиканың тау-кен өндіру саласындағы жұмыс істеп тұрған кәсіпорындарында құрамында бағалы металдар бар техногендік қалдықтарды қайта өңдеу бойынша шағын қосалқы өндірістер құру мақсатқа сай ұсынылады.

**Түйінді сөздер:** техногенді қалдықтар, қымбат металдарды алу, экономикалық тиімділік, қайта өңдеу, байыту

**Konyratbekova Saltanat Sabitovna, Yeskalina Kuralay Tolegenovna, Brajendra Mishra**

**Extraction concentration of gold from enrichment tails**

**Summary:** Currently, the work on the processing of stale tailings, based on modern methods of enrichment, hydrometallurgy, and the involvement of mineral resources of technogenic origin in the processing is being updated. However, due to the fact that the gold-containing technogenic mineral formations of many deposits of the Republic of Kazakhstan belong to the category of persistent, the problem of extracting gold and other precious metals is quite serious.

It is suggested that it is expedient at the present time to create small auxiliary production facilities for processing technogenic waste containing precious metals at existing enterprises of the mining industry of the republic.

**Keywords:** stale tailings, extraction of precious metals, economic efficiency, processing, re-extraction

УДК 669.334

**О.Қ. Файзулла, Ө.С. Байгенженов, А.М. Тойшыбек**

*Satbayev University, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы*

*[o.baigenzhenov@satbayev.university](mailto:o.baigenzhenov@satbayev.university), [oraz19981@gmail.com](mailto:oraz19981@gmail.com)*

**ТИТАН ДИОКСИДІН ШАЙМАЛАУҒА ОРГАНИКАЛЫҚ  
ҚОСПАЛАРДЫҢ ӘСЕРІ**

**Аңдатпа.** Мақалада титан концентраты құрамындағы титан диоксидін күкірт қышқылы арқылы шаймалау процесін зерттеу нәтижелері баяндалған. Сонымен қатар шаймалау процесіне әсерін анықтау үшін күкірт қышқылы ерітіндісіне лимон қышқылы араластырылды. Зерттеу нәтижесінде анықталғандай шаймалау процесінде күкірт қышқылы ерітіндісіне қосылатын органикалық қышқылдар қоспалары шаймалау процесінің көрсеткішін арттыруға көмегі тиеді.

**Түйін сөздер.** Титан диоксиді, шаймалау, лимон қышқылы, күкірт қышқылы, концентрация

**1 Таңдалған зерттеу бағытын негіздеу**

Таза титан диоксиді – түссіз кристал, ол қызған кезде сарыға айналады және салқындағаннан кейін түссізденеді. Анатаздың сыну индексі 2,55, ал рутилде 2,7 сыну индексі бар, ол жарықтың жоғары тығыздығын және ақтығын білдіреді. Титан диоксидінің шамамен 12–13 % рутил (жұқа қағаз) немесе анатаза (төмен сапалы қағаз, картон) түріндегі қағаз өнімдерін өндіруде пигмент ретінде қолданылады.

Химиялық заттың аз мөлшері резеңке, косметика және техногендік талшықтар өндірісінде жұмсалады. Титан диоксидін ғаламдық тұтытудағы АҚШ пен Батыс Еуропа елдерінің үлесі әрқайсысы 33 %, Азияда шамамен 25 % болады. Титан диоксидін өндірудің әлемде көптеген әдістері кездеседі: сульфатты әдіс, хлорлау әдісі, күкірт қышқылы әдісі т.б. Сульфатпен салыстырғанда, хлор әдісі экологиялық таза және процесті үздіксіз режимде жүргізу қабілетіне байланысты, қолдануға тиімді болып саналады. Алайда, бұл әдіс шикізатқа таңдамалы және хлор мен жоғары температура әсерінен коррозияға қарсы

жабдықты қолдануды қажет етеді. Хлор әдісімен алынған 1 кг пигментті титан диоксидінің құны сульфат технологиясымен салыстырғанда төмен.

Соңғы уақытқа дейін күкірт қышқылының әдісі ильменит пен шлактарды титан диоксидіне пигментті өндеудің негізгі әдісі болды. Әдіс күрделі, көптеген операцияларды қажет етеді; олардың негізгілері: 1) концентратты шаймалау; 2) сульфат ерітінділерін тазарту; 3) ерітінділердің гидролизі; 4) титан гидроксиді сусыздандыру арқылы титан диоксидіне айналдыру. Бұл технологиялық әдіс өңделген ильмениттерді қажет етеді, сонымен қатар құрамындағы оксидтің мөлшері темір мөлшерінен аз немесе оған тең болуы қажет (әйтпесе концентраттар күкірт қышқылында ерімейді). Осылай гидрометаллургиялық әдіспен өндеу кезінде ильменит концентраттарындағы темір металы пайдаланылмайды және қалдықтық темір сульфатының едәуір бөлігі кәдеге жаратуды қажет етеді.

## ***2 Зерттеу объектісі және эксперимент нәтижелері***

### ***2.1 Зерттеу объектісі***

Зерттеу объектісі ретінде Жамбыл облысында орналасқан Тымлай кен орнының титанмагнетиттік концентраттары алынды. Кен құрамындағы титан оксидінің мөлшері шамамен –  $\text{TiO}_2$  16 %.

### ***2.2 Зерттеу әдістемесі***

Массасы 100 г концентратты шыны реактор-стаканға салынып, магниттік араластырғышта қыздырамыз. Концентрациясы 700 г/л ( $\approx 50$  %) күкірт қышқыл ерітіндісі бөлек колбада қыздырылып, сәйкес температураға жеткеннен кейін ішінде титан концентраты бар шыны реакторға құйылды. Ерітіндіні құюмен бір мезгілде араластыру қосылып, тәжірибе уақытын есептеу басталды. Шаймалау процесі екі тәсілмен жүргізілді: 1 – таңдалған концентрациялы күкірт қышқылы ерітіндісімен; 2 – күкірт қышқылына әртүрлі дәрежеде лимон қышқылы араластырылған ерітіндісімен. Шаймалау процесі – ерітінді мен концентраттың әртүрлі қатынасында, лимон қышқылының әртүрлі шығынында жүргізілді. Процесс уақыты 2,0 сағат, шаймалау кезіндегі температура 90 °C болды.

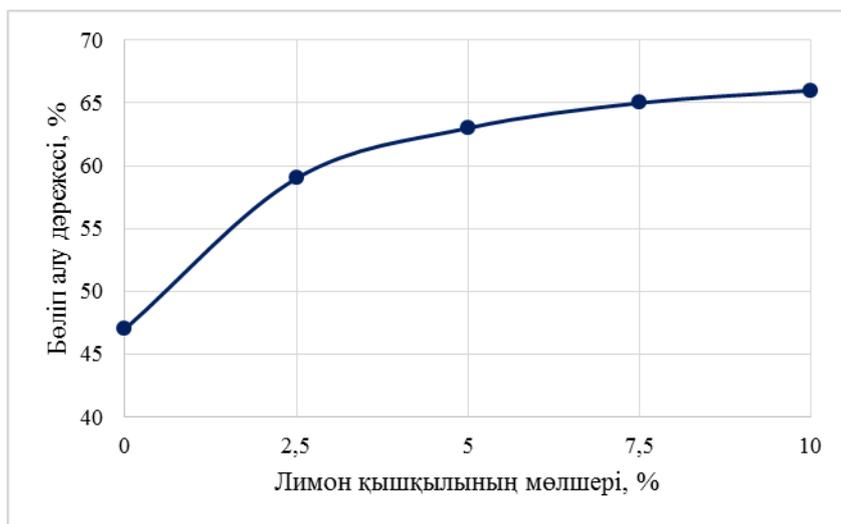
## ***3. Зерттеу нәтижелерін талқылау***

### ***3.1 Лимон қышқылы қоспасының әсерін зерттеу***

Шаймалау процесі 2.2 бөлімінде көрсетілген әдістеме бойынша жүргізілді. Бірінші кезекте шаймалау процесі 700 г/л күкірт қышқылымен жүргізілді. Осыдан кейін органикалық қоспалардың шаймалау процесіне әсерін зерттеу үшін кен массасының 5 % мөлшерінде лимон қышқылы қосылды. Шаймалау процесі кезінде сұйықтық – қатты зат қатынасы - 5:1 жағдайында, 90 °C температурада және реакция уақыты 120 мин болды. Алынған ерітінділерді химиялық талдау кезінде белгілі болғандай – тек күкірт қышқылы ерітіндісімен шаймалағанда – титанды ерітіндіге өткізу дәрежесі – 47 % болса, кен массасының 5 % мөлшерінде лимон қышқылы қосылған экспериментте титанды ерітіндіге өткізу дәрежесі – 63 %-ға жеткен.

### ***3.2 Концентрат құрамынан титанды шаймалауға лимон қышқылы массаларының әсері***

Лимон қышқылының титанды шаймалауға әсері 1 – суретте көрсетілген. Шаймалау кезінде Күкірт қышқылының концентрациясы 700 г/л, сұйықтықтың қатты затқа қатынасы нақты 5:1, 90 °C температурада және реакция уақыты 60 мин болды. Лимон қышқылының мөлшерінің өсуімен титанның ерітіндіге өту мөлшері де жоғары болатындығы анықталды. Титанды ерітіндіге өткізу лимон қышқылын кен массасының 10 % - мөлшерінде қосқан кезде 47 %-дан 66 % - ға дейін жетті.

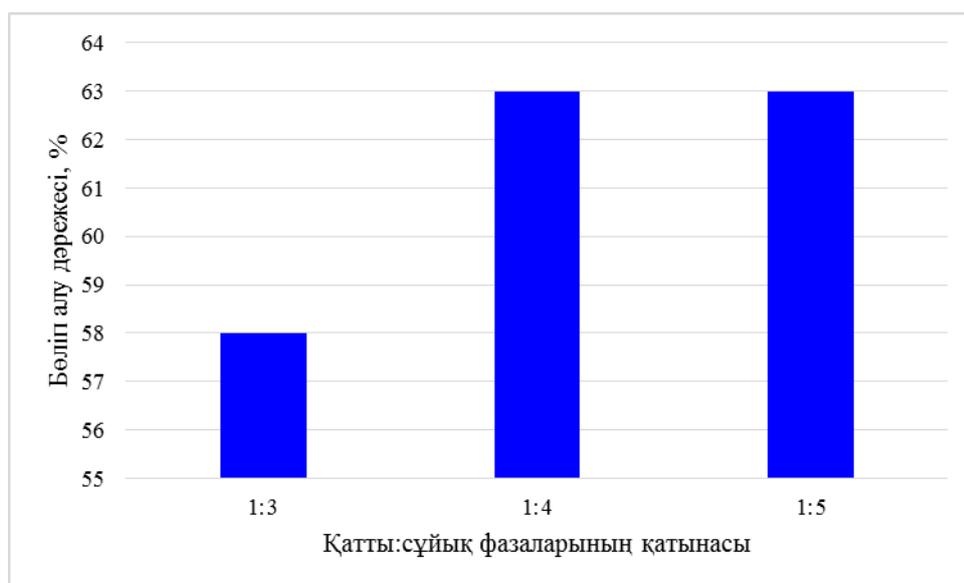


1 Сурет – Лимон қышқылы қоспасының титанды бөліп алуға әсері

Жүргізілген талдау жұмыстарының нәтижесінде титанды концентрат құрамынан шаймалау процесінің көрсеткіштерін арттыруға қосылған органикалық қышқыл оң әсерін тигізетіні анықталды. Қосылған лимон қышқылын кен массасының 10 % мөлшерін құрағанда титанды ерітіндіге бөліп алу дәрежесі 20 % мөлшерінде артатыны анықталды. Бірақ, біздің жағдайда 10 % мөлшері көп болуына байланысты қоспа мөлшерін 5 % шамасында қолдану туралы шешім қабылданды.

### 3.3 Концентрат құрамынан титанды шаймалауға қатты мен сұйық фазалары қатынасының әсері

Концентрат құрамынан титанды шаймалауға лимон қышқылының шығыны анықталған соң, келесі кезекте шаймалау барысында қатты мен сұйық (Қ:С) фазалары қатынасының әсері анықталды. Қатты мен сұйық фазалары қатынасының әсерін анықтау бойынша жүргізілген эксперименттік жұмыстарда Қ:С фазалар қатынасы 1:3 ден 1:5 аралығында зерттелді. Жүргізілген эксперименттік жұмыстар бойынша алынған нәтижелер 2 – суретте көрсетілген.



2 – суретте көрсетілгендей, шаймалау процесінде егер, қатты мен сұйық фазалардың қатынасы 1:3 мөлшерінде болса, ерітіндінің тұтқырлығы арту себебінен титанның ерітіндіге өту дәрежесі 58 % мөлшерінде болып, қатты мен сұйық фазалардың қатынасы 1:4 ке артқанда титанның ерітіндіге өту дәрежесі 63 % мөлшеріне дейін артады. Қ:С фазалар қатынасын одан әрі 1:5 мөлшеріне дейін арттыру титанды ерітіндіге бөліп алу дәрежесіне еш әсер етпейді, керісінше алынған ерітінді концентрациясын азайтуы мүмкін. Осыған байланысты шаймалау процесінде Қ:С фазалар қатынасын 1:3 мөлшерінде ұстау ұсынылады.

#### **Қорытынды**

Жүргізілген жұмыстың нәтижелері лимон қышқылы мен күкірт қышқылы қосындысы арқылы титан диоксидін шаймалау титанды ерітіндіге бөліп алу дәрежесін көбейтуге мүмкіндік беретіні анықталды. Дегенмен, ең жоғарғы бөліп алу дәрежесі 62 % мөлшерінде ғана болғандықтан, алдағы уақытта бұл көрсеткішті жетілдіру мақсатында зерттеу жұмыстары жалғастырылады.

#### **Әдебиеттер:**

- 1 Металлургический бюллетень // <https://www.metalbulletin.ru/analytics> 25.10.2016 г.
- 2 Zhang W, Zhu Z, Xheng C.V. A literature review of titanium metallurgical processes // Hydrometallurgy. - 2011. - №108. – P. 177-188.
- 3 Kuznesof P.M. Titanium Dioxide // Chemical and Technical assessment. JECFA. Rome. Staly. - 2006. – P. 1-8.
- 4 Герасимова Л.Г., Маслова М.В., Щукина Е.С. Получение титанового дубителя из гидроксида титана (IV) // Химическая технология. – 2014, - Т. 15, №4. – С. 206-210.
- 5 Герасимова Л.Г., Чуппилина С.В., Маслова М.В., Щукина Е.С., Киселев Ю.Г. Оксид титана, модифицированный оксидом алюминия, защитных и изоляционных материалов // Химическая технология. – 2014. - Т. 15, №5. – С. 257-262.
- 6 «Рынок диоксида титана» // <http://itkor.ru>. 25.10.2016 г.
- 7 Физико-химические свойства окислов. / Справочник под редакцией Г.В. Самсонова. – М.: Металлургия, 1978. – 472 с.
- 8 «Производство диоксида титана» // <http://www.yaregaruda.ru/ru/node/49> 25.10.2016 г.
- 9 «Мировой рынок диоксида титана» // <https://www.metalbulletin.ru/publications/3646>, 25.10.2016 г.
- 10 «Диоксид титана» // <http://www.titanium-chemical.com>. 25.10.2015 г.

**О.К. Файзулла, О.С. Байгенженов, А.М. Тойшыбек**

#### **Влияние органических веществ на выщелачивание диоксида титана**

**Резюме.** В статье представлены результаты исследования процесса выщелачивания диоксида титана серной кислотой. Лимонную кислоту также смешивали с раствором серной кислоты, чтобы определить влияние на процесс выщелачивания. Исследование показало, что добавление органических кислот к раствору серной кислоты помогает повысить эффективность процесса выщелачивания.

**Ключевые слова:** Диоксид титана, выщелачивание, лимонная кислота, серная кислота, концентрация.

**O.K. Faizulla, O.S. Baigenzhenov, A.M. Toishybek**

#### **Influence of organic substances for leaching of titanium dioxide**

**Abstract.** The article presents the results of the study of the leaching process of titanium dioxide in titanium concentrate with sulfuric acid. Citric acid was also mixed with a solution of sulfuric acid to determine the effect on the leaching process. The study found that the addition of organic acids to the sulfuric acid solution during the leaching process helps to increase the performance of the leaching process.

**Key words:** Titanium dioxide, leaching, citric acid, sulfuric acid, concentration

<sup>1</sup>А.И. Горошилов, <sup>1</sup>И.Ю. Мотовилов\*, <sup>1</sup>Ш.А. Телков

Научный руководитель – И.Ю. Мотовилов, ассистент профессор, доктор PhD

<sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

\* [motovilov88@inbox.ru](mailto:motovilov88@inbox.ru)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КЕРЕГЕТАС» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕССА МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ

**Аннотация.** В данной работе приведены результаты лабораторных испытаний по магнитной сепарации гравитационного концентрата железомарганцевой руды месторождения «Керегетас». Данные испытания были проведены с целью определения принципиальной возможности повышения качества получаемых гравитационных концентратов, за счет снижения в них содержания железа. На практике марганцевые руды и концентраты имеют сложные химические и физические характеристики. Металлургический сорт, используемый в черной металлургии, требует от 35 до 55% Mn, обычно с соотношением Mn / Fe больше 5.

Как показали лабораторные испытания сухой магнитной сепарации в сильном магнитном поле, при выделении из продуктов отсадки магнитной фракции увеличение содержания марганца происходит в пределах 1,5 %, а снижение содержания железа в пределах 3 %.

**Ключевые слова:** марганец, железо, магнитная фракция, содержание, выход, извлечение.

### Введение

Содержание марганца в земной коре приблизительно 0,12 %, что делает его двенадцатым по распространенности металлом на Земле. Марганец не встречается в природе в элементарном состоянии. По состоянию на 2020 год в мире насчитываются запасы около 810 млн. тонн марганца. Лидерами по запасам являются такие страны как: ЮАР, Бразилия, Австралия и Украина. Казахстан располагает запасами в размере 5 млн.т. марганца. Также стоит отметить, что подавляющее большинство запасов марганцевого сырья сосредоточено в ЮАР (около 74%), следом идет Украина - около 10% [1].

Все минералы марганца можно условно разделить на оксиды, карбонаты, силикаты и другие. Гидратированные и безводные оксиды являются наиболее распространенными и разнообразными марганцевыми минеральными проявлениями. За ними следуют гораздо более редкие карбонатные и силикатные. Обычная классификация марганцевой руды выглядит следующим образом:

Марганцевые руды, содержащие более 35% Mn, пригодные для производства высокосортного ферромарганца;

Железистые марганцевые руды, содержащие 5 ~ 35% Mn, подходящие для производства шпигеля, так называемого «зеркального чугуна»

Марганцовистые железные руды с содержанием Mn 5 ~ 10%, используемые для производства марганцовистого чугуна [2].

На практике марганцевые руды и концентраты имеют сложные в химические и физические характеристики. Металлургический сорт, используемый в черной металлургии, требует от 35 до 55% Mn, обычно с соотношением Mn / Fe больше 5.

Для производства аккумуляторов требуется 70 ~ 85%  $MnO_2$ , что эквивалентно 44 ~ 54% Mn. Также марганец используется в химической промышленности, например в качестве сырья для электролитического марганца и диоксида марганца, марганцевых химикатов, красителей и в переработке урана [3].

Зачастую гравитационные железомарганцевые концентраты не могут быть использованы напрямую для дальнейшего получения конечных продуктов таких, как ферромарганец, силикомарганца и т.д. С целью повышения содержания марганца в готовых концентратах применяются различные методы, в том числе магнитное обогащение. Благодаря включению магнитной сепарации в схему обогащения железомарганцевой руды возможно получение более богатых, кондиционных концентратов с повышенным содержанием марганца, и в то же время пониженным содержанием железа.

Авторами доклада была изучена гравитационная обогатимость железо-марганцевой руды месторождения «Керегетас» и были наработаны железомарганцевые концентраты с отношением Mn/Fe – 2,95 с использованием процесса отсадки.

С целью повышения содержания марганца в гравитационном концентрате проведены исследования по магнитной сепарации.

#### **Методика исследования и использованные материалы**

Магнитной сепарации подвергали концентрат, полученный при отсадке класса крупностью -50+13 мм после его дробления до крупности 2,5 мм. Магнитная сепарация осуществлялась на лабораторном магнитном сепараторе с сильным магнитным полем 138Т-СЭМ.

Магнитная сепарация выполнена по схеме, состоящей из четырех последовательных операций магнитной сепарации. Каждая операция характеризовалась различной напряженностью магнитного поля с постепенным ее увеличением: ручной магнит 300 кА/м (3750 Эрстед (Ое)), 600 кА/м (7500 Ое), 650 кА/м (8150 Ое), 675 кА/м (8500 Ое).

#### **Результаты и их обсуждение**

Магнитная сепарация концентрата отсадки класса -50+13 мм крупностью -2,5+0,0 мм осуществлялась по схеме, приведенной на рисунке. По данной схеме проводилось последовательное выделение магнитной фракции при изменении напряженности магнитного поля. Результаты магнитной сепарации приведены в таблице.



Рисунок 1 – Схема магнитного обогащения

Таблица 1 – Результаты магнитной сепарации

Продукты	Выход, %		Содержание, %		Извлечение Mn, %		Извлечение Fe, %		Н апряжен ность, О е
	класса	руды	Mn	Fe	класса	руды	класса	руды	
Первая стадия									
Магн. фр. 1	13,16	3,19	3,08	1,99	1,69	4,28	23,10	4,83	37 50
Нем. фр. 1	86,84	2,105	3,675	1,002	8,831	3,234	76,90	1,608	
Итого	100,0	2,424	3,614	1,132	100,0	3,662	10,0	2,091	
Вторая стадия									
Магн. фр. 2	26,32	6,38	3,317	1,737	2,417	8,85	40,41	8,45	75 00
Нем. фр. 2	73,68	1,786	3,720	1,16	7,583	2,777	59,59	1,246	
Итого	100,0	2,424	3,614	1,132	100,0	3,662	10,0	2,091	
Третья стадия									
Магн. фр. 3	35,15	8,52	3,380	1,613	3,285	1,203	50,07	1,047	81 50
Нем. фр. 3	64,85	1,572	3,741	1,071	6,715	2,459	49,93	1,044	
Итого	100,0	2,424	3,614	1,132	100,0	3,662	10,0	2,091	
Четвертая стадия									

Магн. фр. 4	41 ,25	1 0,00	3 4,14	1 5,41	3 8,97	1 4,27	56 ,15	1 1,74	85 00
Нем. фр. 4	58 ,75	1 4,24	3 7,54	8 ,45	6 1,03	2 2,35	43 ,85	9 ,17	
Итого	10 0,0	2 4,24	3 6,14	1 1,32	1 00,0	3 6,62	10 0,0	2 0,91	

Полученные результаты по магнитному обогащению концентрата отсадки класса крупностью -50+13 мм, дробленного до крупности 2,5 мм, показывают, что при увеличении напряженности магнитного поля с 3750 Ое до 8500 Ое возрастает выход магнитной фракции от 3,19 % до 10,0 % от руды, при этом наблюдается незначительное повышение содержания марганца в немагнитных продуктах от 36,75 % до 37,54 %.

Аналогичная картина происходит и со снижением содержания железа в немагнитной фракции и при напряженности 3750 Ое составляет 10,02 %, а при 8500 Ое – 8,45 %.

Данные результаты свидетельствуют о том, что по мере увеличения выхода магнитной фракции, повышения содержания марганца в немагнитных продуктах уменьшается. Выход немагнитной фракции, которая является марганцевым концентратом, после четвертой операции разделения составил 14,24 % от руды (58,75 % от класса). При этом содержание в ней марганца составило 37,54 %, т. е. увеличился всего на 1,4 % по сравнению с содержанием марганца в исходном питании, а содержание железа понизилось на 2,87 %.

#### **Выводы:**

Основываясь на полученных результатах магнитного обогащения гравитационного концентрата можно сделать следующие выводы:

- результаты по магнитному разделению показали, что при фракционном выделении магнитной фракции и общем выходе магнитной фракции около 40 % от питания, увеличение содержания марганца происходит всего на 1,4 %, а снижение содержания железа около 3 %. При этом содержание марганца в получаемых немагнитных продуктах не превысило 38 % (при исходном содержании 36 %), а содержание железа составило 8 % (при исходном содержании 11 %);

- во всех получаемых магнитных фракциях наблюдаются повышенные содержания марганца. Это доказывает, что минералы марганца и железа находятся в тесной взаимосвязи и обладают примерно одинаковой магнитной удельной восприимчивостью;

- на основании полученных результатов можно констатировать, что процесс доводки гравитационных железомарганцевых концентратов с использованием процесса магнитной сепарации проходит с невысокой эффективностью и четкого разделения минералов марганца и железа не наблюдается.

#### **Литература**

1 U.S. Department of the Interior. Mineral Commodity Summaries. – Washington, DC : U.S. Geological Survey, 2020.

2 Sully A. H., Manganese. – New York: Academic Press, 1955.

3 Harben P., Raleigh C., Harris J. Manganese Uses & Markets. – New York: Industrial Minerals Information Ltd., 1998.

4 Тихонов О.Н., Андреев Е.Е., Кусков В.Б., Никитин М.В. Магнитные, электрические и специальные методы обогащения. – Санкт-Петербургский государственный горный институт, 2004.

5 Евдокимова С.И., Максимов Р.Н. Обогащительные процессы. Магнитные методы обогащения. – Владикавказ: Северо-Кавказский горно-металлургический институт, 2014.

<sup>1</sup>А.И. Горошилов, <sup>1</sup>И.Ю. Мотовилов\*, <sup>1</sup>Ш.А. Телков

"Керегетас" кен орнының темір-марганец кенінің гравитациялық концентраттарын магниттік сепарациялау процесін пайдалана отырып бөлудің принципті мүмкіндігін зерттеу

**Аңдатпа.** Жұмыста "Керегетас" кен орнының темір-марганец кенінің гравитациялық концентратын магниттік сепарациялау бойынша зертханалық сынақтардың нәтижелері келтірілген. Бұл сынақтар алынған гравитациялық концентраттардың сапасын олардағы темірдің мөлшерін азайту арқылы арттырудың іргелі мүмкіндігін анықтау мақсатында жүргізілді.

Күшті магнит өрісіндегі құрғақ магниттік сепарацияның зертханалық сынақтары көрсеткендей, өнімдерден магниттік фракцияның бөлінуі кезінде марганец құрамының жоғарылауы 1,5%, ал темір мөлшерінің төмендеуі 3% аралығында болады.

**Түйінді сөздер:** марганец, темір, магнитті бөлгіштер, бағалы зат үлесі, өнім шығымы, бағалы затты бөліп алу.

<sup>1</sup>A.I. Goroshilov, <sup>1</sup>I.Y. Motovilov\*, <sup>1</sup>S.A. Telkov

**Studies on the principal separability of the gravity concentrates of iron-manganese ore deposits of keregetas, using magnetic separation techniques**

**Abstract.** This paper presents the results of laboratory tests on magnetic separation of gravity concentrate of ferromanganese ore from the «Keregetas» deposit. These tests were conducted to determine the fundamental possibility of increasing the quality of the gravity concentrates by reducing iron content in the final concentrate.

As shown by laboratory tests of dry magnetic separation in a strong magnetic field, during the separation of the magnetic fraction from jigging process concentrates, the increasing of the manganese content occurs within 1.5 %, and the decreasing of the iron content within 3 %.

**Keywords:** manganese, iron, magnetic fraction, content, mass pull, recovery.

УДК 625.511.

**В. В. Гуцин**

*Научный руководитель – М. В. Краснопёрова старший научный сотрудник РГП ИЯФ.  
«Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева» Казахстан, г. Алматы  
e-mail: [vladis\\_v.v@mail.ru](mailto:vladis_v.v@mail.ru)*

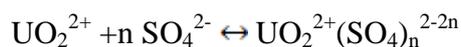
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА СОРБЦИОННОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ УРАНА**

**Аннотация.** В данной работе основной задачей было найти оптимальные методы для максимальной интенсификации получения урана из сернокислых растворов ПР (продуктивных растворов) путем селективного поглощения ионообменной смолой в процессе сорбции.

**Ключевые слова:** сорбция, ионит, ионообмен, селективное поглощение, извлечение.

Казахстан по добыче природного урана занимает первое место в мире,<sup>[1]</sup> а по запасам второе, в связи с этим исследовательские работы в области добычи и переработки урана весьма актуальны. В настоящее время добыча урана в Казахстане ведется методом подземного скважинного выщелачивания. Способ подземного скважинного выщелачивания позволяет успешно осваивать месторождения с низким содержанием урана в рудах, чем при традиционном шахтном или карьерном методе.<sup>[2]</sup> Так же ПСВ является наиболее экологичным, выгодным и рентабельным способом добычи урана по сравнению с традиционными методами, соответственно, если этот метод можно применить для выбранного месторождения. Применение ионообменных смол решило проблему извлечения урана из бедных руд. В 1952 годы впервые был применён метод ионообменного извлечения урана и сернокислых растворов в ЮАР, затем на предприятиях США, Канады, Франции, Австралии и во многих других странах.<sup>[3]</sup> Одним из основных этапов производства урана на начальных стадиях, является процесс сорбции урана из продуктивных растворов.

Шестивалентный уран в сернокислых растворах присутствует в виде уранил катиона ( $\text{UO}_2^{2+}$ ) и в виде анионных сульфатных комплексах, которые находятся в динамическом равновесии между собой.

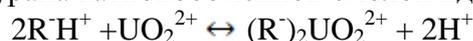


где  $n = 1, 2$  или  $3$

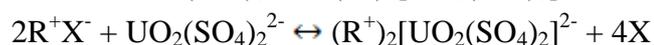
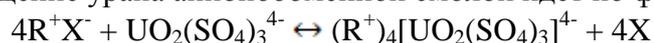
После сернокислотного выщелачивания уран извлекают из растворов при помощи катионообменных или анионообменных смол.

Общий вид ионообменного извлечения урана выглядит следующим образом

1) Поглощение урана катионообменной смолой идёт по формуле



2) Поглощение урана анионообменной смолой идёт по формуле



где R- фиксированные ионы смолы; X –  $\text{NO}_3^-$ ;  $\text{Cl}^-$ .

После поглощения урана ионообменная смола (ионит) отделяется от раствора и подвергается десорбции (регенерации). При десорбции урана происходит регенерация, извлечение десорбирующим раствором ионов урана из ионообменной смолы, в следствии чего получается концентрированный раствор уранил сульфата ( $\text{UO}_2(\text{SO}_4)_3^{4-}$ ), свободный от примесей уранил сульфат и смолу пригодную для следующего цикла поглощения урана разделяют, а смолу обратно направляют на процесс сорбции.

При сорбционном извлечении урана из сернокислых растворов применяют смолы пористой структуры пиридиниевого или винилпиридиниевого типа: АМ, АМП, ВП-1Ап, АМ-п, АМП-п и др. <sup>[4]</sup>

Ионообменная смола представляет из себя твёрдое нерастворимое в воде вещество, способное поглощать из растворов положительные или отрицательные ионы в обмен на равнозначное количество других ионов, имеющих заряд того же знака. Различают катионообменные смолы (катиониты) и анионообменные смолы (аниониты) по знаку заряда обменивающихся ионов. Сам процесс сорбции является селективным поглощением полезного компонента из перерабатываемого раствора. То есть идёт извлечение ионитом полезного компонента из продуктивного раствора, в нашем случае полезный компонент уран. <sup>[3]</sup>

Недостатками данного способа являются: невысокая емкость анионитов по урану, а также недостаточно высокая селективность сорбции урана, что приводит к отравлению анионитов, особенно пористой структуре, соединениям кремния и ряда металлов-примесей, следовательно, к большому расходу сорбента и реагентов на операции регенерации, к снижению качества готового продукта и в целом к снижению эффективности процесса.

Что бы максимально избежать потерь и отравления ионита, и повысить емкость по металлу, можно прибегнуть к способу донасыщения ионита (1), увеличению пропускной способности оборудования при сорбции и понижению рабочего давления (2):

1) После того как проходит процесс сорбции, отработанный ионит отправляется на стадию десорбции. Десорбция является процессом обратным процессу сорбции, при этом процессе происходит повышение концентрации металла, то есть идёт извлечение с выходом в виде товарного десорбата. Содержание металла в продуктивном растворе при сорбции в массовом эквиваленте идет в миллиграммах на литр, а при выходе после процесса десорбции в граммах на литр, происходит стократное увеличение концентрации металла. После процесса десорбции остаются хвосты (маточные растворы с высоким содержанием чистого металла с минимальным количеством примесей, по сравнению с продуктивным раствором при сорбции).

Маточные растворы можно собирать в ёмкости накопители, и потом подавать обратно на процесс сорбции.

Таким методом можно повысить насыщение ионита, избежать потерь металла, пустить его обратно в процесс, снизить отравление ионита так как содержание металла в продуктивном растворе значительно повысится, что в свою очередь не будет давать другим попутным металлам значительно отравлять ионит.<sup>[4]</sup>

2) Увеличение пропускной способности оборудования при сорбции (СНК – Сорбционно Напорная Колонна) даст эквивалентное увеличение насыщения ионита, путем большего объёма сорбируемого компонента. Так же следует максимально возможно понизить давление в СНК, что в свою очередь способствует меньшему разрушению ионита, в последствии сохраняя максимальное насыщение ионита. При низком рабочем давлении уменьшается воздействие на ионит сохраняя его целостность, находясь в своем изначальном состоянии ионит не теряет своих свойств по сорбированию, при высоком рабочем давлении идёт разрушение ионита, он теряет свои свойства сорбировать металл из продуктивного раствора.

Исследование по донасыщению ионита (1) было проведено в экспериментальных целях с практическим применением на предприятии ТОО «ДП» «Орталык», и показало свою состоятельность и было внедрено в производство, так как были зарегистрированы прирост по ёмкости ионита, среднее насыщение по урану с 22 г/кг выросло до 25 г/кг, при содержании металла в продуктивном растворе 60 мг\л. При изучении состава ионита на примеси, было выявлено значительное снижение отравление ионита попутными металлами, присутствующими в продуктивном растворе.

Так же имеется способ, предотвращающий выше перечисленный недостаток по низкой селективности и отравлению ионита:

- обработку насыщенного ураном анионита ведут щелочно-солевым раствором;
- операция донасыщения анионита ураном проводят часть товарного десорбата;
- продолжительность операции донасыщения равна 2-5 ч.

Предлагаемый способ осуществляют следующим образом. Уран из растворов и пульп, содержащих также макро- и микропримеси, извлекают анионитом гелевой или пористой структуры. Насыщенный анионит обрабатывают щелочно-солевым раствором при значении рН 4-13. Обработанный анионит донасыщают ураном путем контактирования с частью товарного десорбата, продолжительность данной операции равна 2-5 ч.

В результате проведения подобного цикла операций, в фазе сорбента создаются благоприятные условия для полимеризации гидроксокомплексов уранила при одновременном освобождении части ионообменных групп от урана и вышеперечисленных металлов-примесей. Повышение селективности сорбции урана при контакте анионита с частью товарного десорбата происходит за счет преимущественной сорбции полиядерных гидроксокомплексов урана этими освобождёнными ионообменными группами. Добавка соли к щелочному раствору приводит к тому, что гранулы анионита при чередовании кислых и щелочных сред подвергается значительно меньшему растрескиванию, чем при обработке чисто щелочными растворами из-за меньшей разницы коэффициентов набухания.

**Пример.** Анионит АМП (4% ДВБ), насыщенный из модельного продуктивного материала ПР (продуктивного раствора), содержащего, в г/л: U - 0,05; Fe - 1,52; Al - 2,3;  $SO_4^{2-}$  - 18,0;  $H_2SO_4$  - 5, до емкости, в мг/г: 28,9 U; 0,63 Fe; 0,25 Al, отмывают и обрабатывают 1% -ым раствором NaOH на фоне 1% -го  $Na_2SO_4$ . После операции обработки сорбент отделяют от раствора и направляют на операцию донасыщения ураном, которую ведут частью товарного десорбата, содержащего, в г/л:  $H_2SO_4$  -12;  $NO_3$  - 60; U -16; Fe - 0,04; Al -0,05.

Полученные результаты, а также данные по осуществлению процесса по способу-прототипу (с использованием для щелочной обработки сорбента 1% -го раствора гидроксида

натрия и проведения донасыщения при контактировании анионита с продуктивным продуктом ПР вышеуказанного состава и сохранении неизменными остальных технологических параметров) представлены в таблице ниже.

Способ	Ёмкость в мг/л			Коэффициенты разделения пар		Повышение степени селективности сорбции урана по сравнению со способом-прототипом, раз	
	U	Al	Fe	U/Al	U/Fe	U/Al	U/Fe
Заявляемый способ	55,3	0,04	0,02	19	840	1,3	3
Прототип	30,3	0,06	3,3	15	279		

По сравнению со способом-прототипом, предлагаемый способ позволяет повысить ёмкость по урану донасыщенного анионита АМП в 1,8 раз. Одновременно достигается очистка анионита от примесей: ёмкость по железу уменьшается в 3 раза, по алюминию - в 1,3 раза. <sup>[4]</sup>

**Заключение.** Вышеперечисленные методы без значительных вложений позволяют повысить целостность, срок службы и насыщение по урану ионообменной смолы, то есть интенсифицировать процесс сорбционного извлечения.

#### Литературы:

1. Бугенов Е.С., Василевский О.В., Школьник В.С. // Теория и практика производства урана и его соединений. Алматы КазНТУ, Казатомпром. 2012 г. «7.1 Сорбционное извлечение урана из сернокислых растворов. с 102 -103»<sup>[3]</sup>
2. Патент № RU2226177C2 // Изобретатель: Коноплева Л.В, Шереметьев М.Ф, Голубева Т.Е, Шаталов В.В, Коломиец Д.Н, Нестеров Ю.В, Смышляев В.Ю, Горохов Д.С. <sup>[4]</sup>
3. Wikipedia – общедоступная свободная библиотека в сети Internet. <sup>[1], [2]</sup>

#### V. V. Gushchin

##### Study of the possibility of intensifying the process of sorption extraction of uranium compounds

**Abstract.** In this work, the main task was to find the most optimal method for maximizing the intensification of uranium production from sulfuric acid solutions (productive solutions) by selective absorption by an ion-exchange resin during sorption.

**Key words:** sorption, ion exchanger, ion exchange, selective absorption.

#### В. В. Гушин

##### Уран қосылыстарын сорбциялық алу процесін қарқындату мүмкіндігін зерттеу

**Аңдатпа.** Бұл жұмыста негізгі міндет сорбция процесінде ион алмасу шайырымен селективті сіңіру жолымен күкірт қышқылы ерітінділерінен (өнімді ерітінділерден) уран алуды барынша қарқындатудың ең оңтайлы әдісін табу болды.

**Түйінді сөздер:** сорбция, ионит, ион алмасу, селективті сіңіру.

УДК 669.213.63 + 661.183

**А.Е. Ильясов<sup>1</sup>, Ә.Ө. Байқоңырова<sup>1</sup>, Б.Н. Суримбаев<sup>2,3</sup>**

*Ғылыми жетекшілері – Ә.Ө. Байқоңырова, техника ғылымдарының докторы, профессор;*

*Б.Н. Суримбаев, PhD докторы, аға ғылыми қызметкер<sup>2</sup>, аға оқытушы<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Сәтбаев Университеті, Алматы, Қазақстан*

<sup>2</sup> «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» РМК «Қазмеханообр» мемлекеттік өнеркәсіптік экология ғылыми-өндірістік бірлестігі» филиалы, Алматы, Қазақстан  
<sup>3</sup> Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Қазақстан  
[a.ilyassov@stud.satbayev.university](mailto:a.ilyassov@stud.satbayev.university), [ilyassov07@mail.ru](mailto:ilyassov07@mail.ru)

## АЛТЫНДЫ АГИТАЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ СОРБЦИЯЛЫҚ ШАЙМАЛАУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУЛЕР

**Аңдатпа.** Қазақстандағы кен орындарының бірінің тотыққан кенінен алтынды ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмірмен агитациялық және сорбциялық шаймалау бойынша зерттеулер жүргізілді. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмір қолданған жағдайда, алтынның кеннен еру дәрежесі 86,03%-дан 90,04%-ға дейін артады, яғни 4,01-ге, ал қалдықтардың қатты фазасындағы алтынның мөлшері 0,125 г/т-ден 0,08 г/т-ға дейін азаяды. Алтынның белсендірілген көмірдегі мөлшері орташа есеппен 96,18 г/т құрайды.

**Түйінді сөздер:** белсендірілген көмір, агитациялық шаймалау, сорбциялық шаймалау, сорбция, алтын.

Көмірдің сорбциялық қабілеті алғаш рет XVIII ғасырдың соңында байқалды. Алғаш рет 1847 жылы Лазовский белсендірілген көмірдің ерітінділерден асыл металдарды бөліп алатындығын атап өтті [1]. Белсендірілген көмірді цианидті ортадан асыл металды тұндырғыш ретінде қолдану белсендірілген көмірдің жоғары сорбциялық және кинетикалық қасиеттеріне байланысты [2, 3].

Қазақстанның кенорындарының бірінің тотыққан кенінен ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмірімен алтынды агитациялық және сорбциялық шаймалау бойынша зерттеулер жүргізілді [4, 5].

Кеннің құрамындағы алтынның сынамалық-гравиметриялық талдау және негізгі компоненттерге кенді химиялық талдау нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

1 Кесте – Кенді сынамалық және химиялық талдау нәтижелері

Компоненттер	Құрамы, %	Компоненттер	Құрамы, %
Алтын, г/т	0,87	Алюминий оксиді	22,61
Мыс	0,0075	Кальций оксиді	0,45
Никель	0,021	Магний оксиді	н/о
Кобальт	0,02	Калий оксиді	0,43
Мырыш	0,029	Натрий оксиді	0,78
Қорғасын	0,02	Күкірт	0,07
Темір	5,01	Сульфидті күкірт	–
Сурьма	0,06	Сульфатты күкірт	0,07
Мышьяк	0,029	Күкірттің тотығу дәрежесі, %	100,0
Кремний оксиді	56,41		

1-кестенің мәліметі бойынша кеннің сынамасында өнеркәсіптік құнды компонент алтын болып табылады, оның орташа мөлшері үш параллель сынамалық талдау бойынша 0,87 г/т құрайды. Қалған металдар олардың аз болуына байланысты өнеркәсіптік қызығушылық тудырмайды. Күкірттің тотығу дәрежесі бойынша кенді тотыққан кендер санатына жатқызуға болады. Минералогиялық зерттеулердің нәтижелері бойынша кен сынамасы кварц және тасты құм-сазды материалмен ұсынылған [6].

Алтынды кеннен цианидті шаймалаудың негізгі тиімділігін бағалау үшін бөтелке сынақтары болып табылады, олар ұсақталған кенде ірілігі 90% -0,071 мм класста жүргізіледі. Еріту дәрежесі бойынша қол жеткізілген көрсеткіштер мүмкіндігінше қарастырылуы керек,

өйткені агитациялық шаймалау цианид ерітіндісінен алтынның максималды еру дәрежесіне қамтамасыз етеді.

### Алтынды агитациялық шаймалау бойынша зерттеулер

Осы жұмыста минутына 30 айналым жылдамдығымен бөтелке агитаторын пайдалана отырып, ұсақталған кенді цианирлеу бойынша 2 параллель тест жүргізілді. Кен сынамасының массасы 0,3 кг, қатты және сұйықтықтың қатынасы Қ:С = 1:2; сұйық фазасының бастапқы рН бірлігі 10,5; сұйық фазасындағы натрий цианидінің бастапқы концентрациясы 0,1% (1,0 г/л), кальций оксидінің шығыны 1,05 кг/т (белсенділігі 100%). Цианирлеу уақыты 24 сағат.

Ұсақталған кенді агитациялық шаймалау бойынша тест нәтижелері 2-кестеде келтірілген.

2 Кесте – Ұсақталған кеннен алтынды цианидті шаймалау үшін бөтелкедегі сынақтардың нәтижелері

Көрсеткіштердің атаулары	Көрсеткіштер	
	1-ші тест	2-ші тест
СаО (белсенділігі 100%), кг/т	1,05	1,05
24 сағаттан кейін сұйық фазадағы құрамы:		
Ау, мг/л	0,39	0,38
Сu, мг/л	0,63	0,91

2 Кестенің жалғасы

Көрсеткіштердің атаулары	Көрсеткіштер	
	1-ші тест	2-ші тест
NaCN,%	0,094	0,092
рН	10,16	10,06
Қалдықтардың қатты фазасындағы Ау құрамы, г/т	0,12	0,13
Кендегі Ау есептік құрамы, г/т	0,90	0,89
Еру дәрежесі Ау, %	86,67	85,39

2-кестенің мәліметі бойынша кендегі алтынның орташа есептік құрамы 0,895 г/т құрайды, бұл сынамалық талдау бойынша кендегі орташа құрамына жақын (1-кесте). Ірілігі 90% -0,071 мм класты кеннен алтынның еру дәрежесі орта есеппен 86,03%-ды құрайды. Цианирлеу қалдықтарының қатты фазасындағы алтынның орташа мөлшері 0,125 г/т құрайды. Сұйық фазасында ерітілген алтынды сорбциялық бөліну көрсеткіштеріне теріс әсер ететін қоспа-металдар санатына жататын ерітілген мыс (0,77 мг/л) аз болып шықты.

### Алтынды сорбциялық шаймалау бойынша зерттеулер

Тотыққан кендердің тау жынысын түзуші минералдары көбінесе цианид кешеніне қатысты табиғи сорбциялық белсенділікке ие, соның нәтижесінде ерітілген алтынның кейбір бөлігі тау жынысын түзуші минералдармен сіңіріледі және цианид қалдықтарының қатты фазасында қалады. Ерітілген алтынға қатысты жыныс түзуші минералдардың сорбциялық белсенділігін анықтау үшін ерітілген алтынға қатысты жоғары сорбциялық белсенділігі бар сорбенттің қатысуымен алтынды сорбциялық шаймалау жүргізіледі.

Осы жұмыста тау жынысын түзуші минералдардың табиғи сорбциялық белсенділігін анықтау бойынша 2 параллель тест өткізілді. Тесттер алдыңғы сынақтарға ұқсас жүргізілді, айырмашылығы натрий цианидін жүктемес бұрын ерітіндіге 1,9-2,0 г ұсақталған белсендірілген Шұбаркөл көмірі қосылды.

3-кестеде ұсақталған кеннен алтынды агитациялық сорбциялық шаймалау бойынша тест нәтижелері келтірілген.

3 Кесте – Ұсақталған кеннен алтынды сорбциялық шаймалау бойынша тест нәтижелері

Көрсеткіштердің атаулары	Көрсеткіштер	
	1-ші тест	2-ші тест

Сорбент мөлшері, г	1,90	2,00
24 сағаттан кейінгі сұйық фазасындағы Au құрамы, мг/л	0,06	0,04
Сорбенттегі Au құрамы, г/т	87,36	105,00
Кеннен сорбентпен алынған Au құрамы, г/т	0,55	0,70
Қалдықтардың қатты фазасындағы Au құрамы, г/т	0,08	0,08
Кендегі Au есептік құрамы, г/т	0,75	0,86
Au еру дәрежесі, %	89,38	90,70

2 және 3-кестелердегі мәліметтер бойынша Шубаркөл ұсақталған белсендірілген көмір қолданған кезде алтынның еру дәрежесі 86,03%-дан 90,04%-ға дейін, яғни 4,01-ге, ал қалдықтардың қатты фазасындағы алтынның мөлшері 0,125 г/т-дан 0,08 г/т-ға дейін төмендейді.

### Әдебиеттер

- 1 Lazowski M. // Chem.: Gaz, 1848. – 43 p.
- 2 Пилат Б.В., Зайцева В.Н., Романенко А.Г. Методы извлечения благородных металлов из растворов и сточных вод, – М.: ЦНИИцветмет экономики и информации, 1983, выпуск 1. – Б. 42
- 3 Таскин Н.И., Баймаханов М.Т., Романенко А.Г. Современное состояние и перспективы применения угольно-сорбционной технологии в гидрометаллургии золота, – Алма-Ата: КазНИИТИ, 1979. – Б. 51
- 4 Ильясов А.Е., Байконурова А.О., Суримбаев Б.Н. Сравнение механической стойкости дробленых активированных углей // Международная научно-практическая конференция «Сатпаевские чтения – 2020». – 2020, Алматы, –1 том. – Б. 496-498.
- 5 Байконурова А.О., Ильясов А.Е., Суримбаев Б.Н., Болотова Л.С. Исследования по очистке промышленных сточных вод обогатительной фабрики активированными углями // Сборник материалов Международных XIX Байконуровских чтений «Роль инноваций в трансформации современного общества». – 2019, Жезказган. – Б. 54-57.
- 6 Суримбаев Б.Н., Каналы Е.С., Алтынбек Ш.Ч., Болотова Л.С. Использование дробленных активированных углей Шубарколькомир при кучном выщелачивании золота // «Устойчивое научно-технологическое развитие: тренды и технологии». Геолого-горно-металлургическая секция «Современные технологии и проблемы разведки, освоения и переработки недр Республики Казахстан», посвященная 25-летию Независимости Республики Казахстан и 25-летию Национальной инженерной академии Республики Казахстан: Материалы Междунар.науч.-практ. конф. – Алматы, 2016. –Б. 241-245.

А.Е. Ильясов<sup>1</sup>, А.О. Байконурова<sup>1</sup>, Б.Н. Суримбаев<sup>2,3</sup>

#### Исследования по агитационному и сорбционному выщелачиванию золота

**Аннотация.** Проведены исследования по агитационному и сорбционному выщелачиванию золота дробленным активированным углем Шубарколь из окисленной руды одного из месторождений Казахстана. Результаты исследования показали, что в присутствии дробленого активированного угля Шубарколь степень растворения золота из руды повышается с 87,03% до 90,04%, т.е. на 3,01, а содержание золота в твердой фазе хвостов снижается с 0,125 г/т до 0,08 г/т. Содержание золота в активированном угле составляет в среднем 96,18 г/т.

**Ключевые слова:** активированный уголь, агитационное выщелачивание, сорбционное выщелачивание, сорбция, золото.

A.E. Pyassov, A.O. Baikonurova, B.N. Surimbayev  
**Research on agitation and sorption leaching of gold**

**Annotation.** Research has been carried out on agitation and sorption leaching of gold with crushed activated carbon Shubarkol from oxidized ore of one of the deposits in Kazakhstan. The results of the study showed that in the presence of crushed activated carbon Shubarkol, the degree of dissolution of gold from the ore increases from 87.03% to 90.04%, i.e. by 3.01, and the gold content in the solid phase of the tailings decreases from 0.125 g/t to 0.08 g/t. The gold content in activated carbon averages 96.18 g/t.

**Keywords:** activated carbon, agitation leaching, sorption leaching, sorption, gold.

**К.Б. Исламов, Б.С. Баимбетов**

*Научный руководитель - Б.С. Баимбетов, кандидат технических наук, ассоц. проф.*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*Институт Металлургии и промышленной инженерии*

[kairat.islamov.98@mail.ru](mailto:kairat.islamov.98@mail.ru)

## ЭЛЕКТРОДИАЛИЗ ВОЛЬФРАМАТА НАТРИЯ

**Аннотация.** *Постоянно расширяющееся производство и потребление вольфрама неизбежно сопровождается увеличением объема получения вольфрама и ростом добычи сырья. В связи с ростом производства вольфрама все более остро встает ряд вопросов: комплексная переработка исходного сырья и промпродуктов; уменьшение расхода энергии и повышение эффективности основных переделов; улучшение экологической обстановки на предприятиях, что необходимо для соответствия международным стандартам экологического менеджмента. Решение таких проблем возможно прежде всего с внедрением в производство современных и передовых технологий.*

*В настоящей работе рассматривается возможность применения одного из мембранных методов - электродиализа в вольфрамовом производстве для переработки как высококонцентрированных, так и слабых вольфрамовых растворов. Электродиализ представляется перспективным и современным высокоэффективным методом переработки как с экономической, так и экологической точек зрения.*

**Ключевые слова:** *электродиализ, анод, катод, мембрана, анолит, католит.*

**Электродиализ** (electrodialysis) – процесс мембранного разделения, при котором ионы проходят через ионоселективную мембрану под воздействием электрического поля.

В основе электродиализа лежит несколько явлений физической химии: электролитическая диссоциация, т.е. растворение солей в воде с образованием ионных пар, направленное движение ионов в электрическом поле, а также селективность ионообменных мембран по отношению к ионам, имеющим заряды разных знаков [1].

При наложении постоянного электрического поля на раствор электролита возникает направленное движение катионов и анионов (рисунок 1.). Причем, положительно заряженные ионы движутся к катоду, а отрицательно заряженные ионы - к аноду.

Если раствор разделить парой ионоселективных мембран и при этом катионообменную мембрану расположить со стороны катода, а анионообменную - со стороны анода, то катионы и анионы из межмембранного пространства будут переходить к электродам, а ионы из приэлектродных областей останутся там вследствие почти полной непроницаемости мембран для ионов другого знака, т.е. раствор в средней камере будет обессоливаться, а в крайних камерах концентрации ионов будут увеличиваться[2].

Замыкание цепи электрического тока достигается за счет обмена электронами между электродами и раствором в ходе так называемых электродных реакций:



где  $K$  - катион,  $A$  - анион.

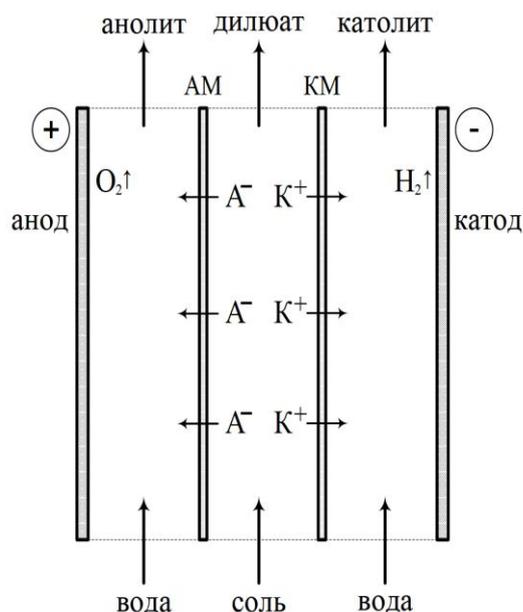


Рисунок 1 - Принципиальная схема электродиализа

В лабораторном варианте испытан метод переработки очищенного от примесей раствора вольфрамата натрия электродиализом. Литературный обзор выявил некоторые работы, в которых авторы предлагают различные варианты переработки вольфрамсодержащих растворов электрохимическими методами [3].

С целью проверки возможности выделения вольфрамовой кислоты методом электродиализа были проведены поисковые лабораторные опыты в двухкамерной ячейке с разделением анодного и катодного пространства катионообменной мембраной. Емкость катодного и анодного отделений составляла по растворам по 70 мл. В анодное пространство заливался раствор вольфрамата натрия с концентрацией 100-150 г/л., а в катодное пространство заливалась дистиллированная вода с добавлением NaOH до pH = 8. Площадь сечения мембраны составляла 7,0 см<sup>2</sup>.

В качестве анодов и катодов испытывались Al, Cu, Ni, Fe, W, Pt. Алюминий, медь, никель и железо изготавливались в виде пластинчатых электродов размерами 20\*40\*1 мм, а электроды из вольфрама в виде стержней диаметром 2 мм и длиной 40 мм, платиновые электроды применялись в виде стержня диаметром 1 мм и длиной 40 мм, а также в виде пластины 20\*40\*1 мм.

На катоде происходит разряд ионов  $2H^+ + 2e = H_2$  с выделением газообразного водорода, а на аноде основным процессом является разряд анионов гидроксила  $2OH^- - 2e = H_2O + \frac{1}{2} O_2$ , выделением кислорода. В зависимости от материала анода напряжение на ванне составляло от 4,5 до 15 вольт и сила тока поддерживалась на уровне 0,3-0,5 А, расстояние между электродами составляло 30 мм. Продолжительность электродиализа составляла от 60 минут до 6-8 часов.

В ходе опытов было выявлено, что в качестве катодов могут использоваться Fe и Ni электроды. Ионы натрия диффундируя через катионообменную мембрану концентрировались в растворе католита до содержания 30-40 г/л.

В ходе опытов было выявлено, что в качестве анода может использоваться Pt электрод.

Применение платиновых анодов позволило получить прозрачные анолиты с pH = 1, явлений пассивации и растворения анодов не наблюдалось. После выпаривания растворов анолита получены образцы белой вольфрамовой кислоты с частичной примесью желтой кислоты.

Полученные экспериментальные зависимости изменения рН раствора в анодной ячейке электродиализатора приведены на (рисунках 2,3.).

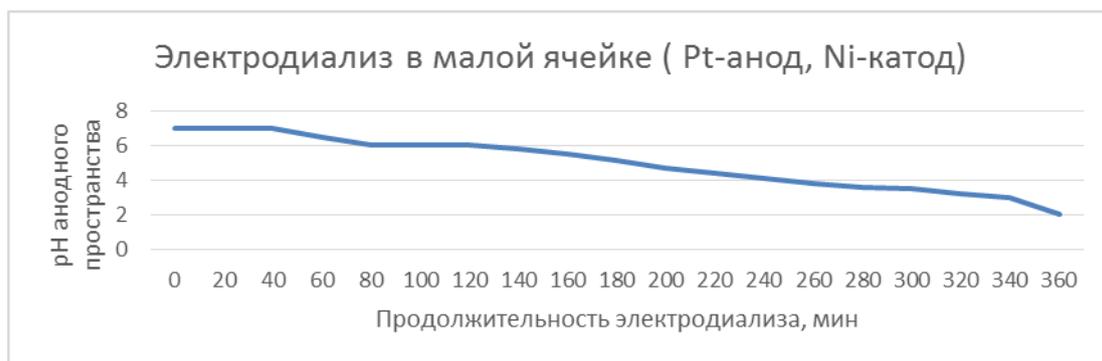


Рисунок 2 - Изменение рН анолита от продолжительности электродиализа

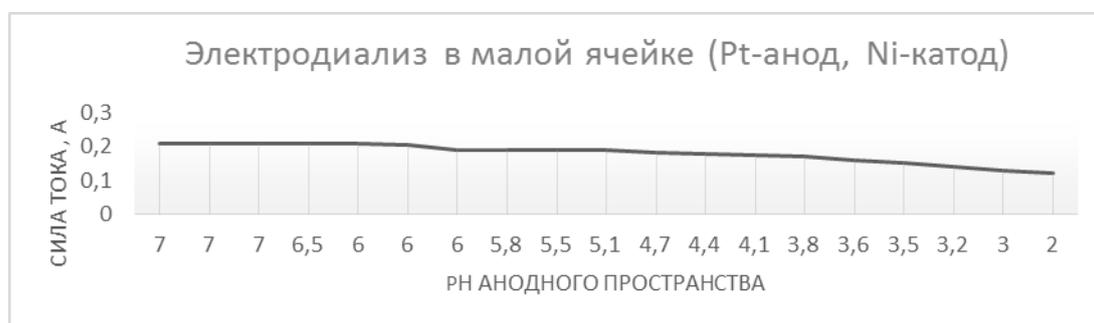


Рисунок 3 – Изменение рН анолита и силы тока при электродиализе

Из рисунков 1 и 2 видно, что при электродиализе раствора вольфрамата натрия с начальной концентрацией 100-150 г/л рН раствора постепенно понижается, а в катодном пространстве начальная рН=7 возрастает до рН=13-14. Это доказывает удаление из раствора вольфрамата избыточной соды и ионов натрия с получением раствора NaOH в виде католита, который может использоваться для регенерации исходной соды для спекания вольфрамитовых концентратов.

Анолит очищенный от примесей может быть направлен на получение вольфрамовой кислоты и триоксида вольфрама за счет выпаривания и прокаливания полученного осадка.

Для электродиализа предлагается методика расчета расхода энергии. С учетом технологической схемы очистки растворов вольфрамата натрия от примесей электродиализ необходимо применять на 3-х стадиях:

Удаление избытка соды или щелочи перед операцией очистки раствора вольфрамата натрия от примеси SiO<sub>2</sub>, что требует снижения рН=14 до рН=7. Расчет энергии проводится по количеству избыточной NaOH или Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

После очистки от кремния растворы вольфрамата натрия очищают от примесей фосфора и мышьяка. Для очистки от фосфат - и арсенат-ионов используют метод осаждения аммонийно-магниевых солей Mg(NH<sub>4</sub>)PO<sub>4</sub>•6H<sub>2</sub>O и Mg(NH<sub>4</sub>)AsO<sub>4</sub>•6H<sub>2</sub>O. Далее если необходимо, растворы очищают от фторид - ионов осаждением фторида магния MgF<sub>2</sub> из нейтрализованного раствора, в который добавляют MgCl<sub>2</sub>. Очистку от фтора можно сочетать с гидролитическим выделением кремниевой кислоты. Эти две операции ведут при рН=7-8 и не требуют применения электродиализа.

Далее раствор очищают от молибдена осаждением из раствора малорастворимого трисульфида молибдена MoS<sub>3</sub>. На стадии перед очисткой фильтрата от молибдена, с целью

снижения pH от 7-8 до 2-3 применима 2-стадия электродиализа. Для проведения расчета 2-стадии электродиализа с повышением кислотности от pH=8 до pH=2,5 считаем, что весь нормальный вольфрамат натрия  $\text{Na}_2\text{WO}_4$  в анолите, за счет электродных и сопутствующих реакций преобразован в изополивольфрамат натрия  $\text{Na}_2\text{W}_2\text{O}_7$  по следующей последовательным реакциям:



Условно суммарная реакция на 2-й стадии электродиализа:



Для выделения вольфрамовой кислоты из фильтрата, с целью практически полного перевода ионов натрия в католит необходимо снизить pH от 2-3 до 0-1. После электродиализа раствор содержит в основном вольфрамовую кислоту и направляется на выпаривание. Для проведения расчета 3-стадии электродиализа с повышением кислотности от pH=2,5 до pH=0 считаем, что весь изополивольфрамат натрия  $\text{Na}_2\text{W}_2\text{O}_7$  разлагается с образованием щелочи в катодной ячейке. Условно суммарная реакция на 3-й стадии электродиализа:



По результатам предварительных лабораторных опытов по спеканию вольфрамитовых концентратов месторождения Акшатау, выщелачиванию спеков, очистки растворов вольфрамата натрия от примесей с применением электродиализа и выделения вольфрамовой кислоты, проведены расчеты расхода энергии на электродиализ при переработке 100 кг концентрата содержащего 65%  $\text{WO}_3$  при избытке соды 20% от теоретически необходимого

В ходе расчета выяснилось, что теоретический расход энергии для электродиализа составляет: 100,2 кВт/час на 1 стадии перед очисткой от кремния; 202,1 кВт/час на 2 стадии перед очисткой от молибдена; 101,1 кВт/час на 3 стадии перед выделением и выпариванием вольфрамовой кислоты.

Предлагаемая технология состоит из основных переделов: обжига вольфрамитового концентрата с содой; выщелачивания содовых спеков водой; выделения вольфрамовой кислоты и регенерации щелочи методом электродиализа.

Предлагаемая технология выделения вольфрамовой кислоты и регенерации соды электродиализом резко сокращает расходы кислоты на процесс, значительно сокращает количество растворов с хлоридными и сульфатными примесями, выводимыми из процесса. При этом необходимо учесть попутное получение кислорода и водорода, которые могут быть использованы в операциях обжига концентратов и восстановления вольфрамового ангидрида до металла.

### Литература

Бурчу М.П. Извлечение сульфата натрия из раствора мономера в электромембранном аппарате: Дис. ... к-та тех. наук. – Иваново, 2015. – 16 с.

<http://www.medfilter.ru/kh16.html>

Шонгин, В. И. Извлечение вольфрама из отвальных продуктов / В. И. Шонгин, А. Б. Ежков // Химия и технология молибдена и вольфрама. Ч. 2. – Улан-Удэ, 1983. – С. 130.

**К.Б. Исламов, Б.С. Баимбетов**

### Натрий вольфраматының электродиализі

**Түйіндемe:** Бұл жұмыста жоғары концентрацияланған және әлсіз вольфрам ерітінділерін өңдеу үшін вольфрам өндірісінде мембраналық әдістердің бірі - электродиализді қолдану мүмкіндігі қарастырылады.

Электродиализ экономикалық, сондай-ақ экологиялық тұрғыдан перспективалы және қазіргі заманғы тиімділігі жоғары өңдеу әдісі болып табылады.

**Түйінді сөздер:** электродиализ, анод, катод, мембрана, анолит, католит.

**K.B. Islamov, B.S. Baimbetov**  
**Electrodialysis of sodium tungstate**

**Summary:** In this paper, we consider the possibility of using one of the membrane methods-electrodialysis in tungsten production for processing both highly concentrated and weak tungsten solutions. Electrodialysis is a promising and modern highly effective method of processing both from an economic and environmental point of view.

**Key words:** electrodialysis, anode, cathode, membrane, anolyte, catholyte.

УДК 622.7

**Қадырсызов Д.С., Барменшинова М.Б.**

*Научный руководитель: Барменшинова М.Б. зав.кафедрой «МиОПИ», к.т.н  
НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева», г. Алматы, Казахстан  
[bmadinab@mail.ru](mailto:bmadinab@mail.ru)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СГУЩАЕМОСТИ МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ФЛОКУЛЯНТОВ**

**Аннотация.** Были проведены исследования флокулянтов, разработанных специально для горнорудной отрасли, демонстрирующих наилучшее образование флокул при наименьшей дозировке. Также ввиду того, что флокулянт подается в сгуститель дробно, для максимального приближения условий тестирования к фактическим условиям флокулянт подавался дробно партиями (по схеме  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ ). Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Были выбраны образцы флокулянтов PAN 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366. Определен оптимальный расход применяемых реагентов. По результатам и по скорости, и по сгущенному слою, также по осаждению взвеси самый лучший результат показал флокулянт AN 1780 с коагулянтом PAL 1819.

**Ключевые слова:** молибден, сгущение, концентрат, флокулянт, медь, коагулянт, пульпа.

Известно, что сгущение применяют для обезвоживания продуктов при обогащении руд. В результате сгущения получают осветленную воду (чистый или замутнённый слив) и сгущённый (плотный) продукт. Применение флокулянтов позволяет повысить эффективность процессов разделения твердой и жидкой фаз в процессе сгущения [1].

Исследования проводились на медно-молибденовой руде. Объединенный концентрат сульфидной флотации поступает в коллективный сгуститель (молибденовый), сгущенный продукт поступает на молибденовую флотацию либо поступает на медный сгуститель по гибкой схеме минуя молибденовую флотацию, слив сгустителя используется в качестве оборотной воды и поступает в голову III перемешки сульфидной флотации. Слив медного сгустителя используется в качестве оборотной воды и поступает в голову основной сульфидной флотации, сгущенный продукт поступает в накопительные чаны участка фильтрации медного концентрата. Схема участка сгущения медного концентрата представлена на рисунке 1 [2].

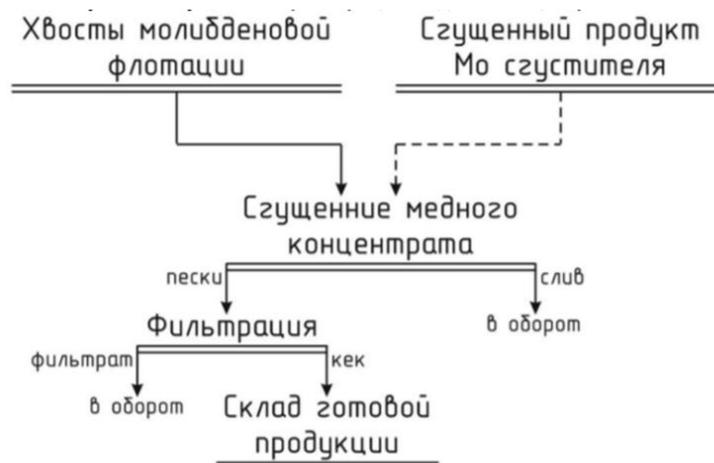


Рисунок 1 - Схема участка сгущения медного концентрата

Система авторазбавления позволяет значительно снизить расход флокулянта при отсутствии подпитки «свежей» воды в стакан сгустителя. Ввиду конструкции сгустителя пробу пульпы из стакана сгустителя отобрать невозможно и поэтому при проведении опытов принимается содержание пульпы от 15 до 20% твердого.

Очевидно, что чем выше содержание твердого, тем больше флокулянта нужно подавать в пульпу для обеспечения требуемых параметров процессов осаждения. Поэтому очень важно контролировать содержание твердого в пульпе хвостов флотации и при увеличении данного параметра выше проектного уровня увеличивать расход флокулянта.

Флокулянт поставляется в мешках массой. Применяется в виде раствора. Растворение производится по мере опустошения чана хранения флокулянта при помощи лебедки подается в бункер. С бункера шнековым питателем флокулянт далее воздуходувкой транспортируется в чан приготовления флокулянта оборудованный мешалкой. В чан заливается вода, включается мешалка и подается флокулянт. После загрузки флокулянта в чан доливается вода. Готовый раствор флокулянта насосом перекачивается в чан хранения флокулянта. Далее флокулянт насосами подается на медный сгуститель.

В настоящее время по данным технических специалистов существует проблема недостаточно эффективного сгущения медного концентрата, что приводит к несоответствиям в технологическом процессе, а именно изменение руды приводит к увеличению мутности верхнего слива сгустителя хвостов.

На основании вышеописанной проблемы была определена цель испытаний: подобрать флокулянт и коагулянт из линейки реагентов, предлагаемых компанией «Mining & Drilling Services LTD» - на пробе медного концентрата из текущей руды, которые покажут наиболее эффективные результаты по параметрам прозрачности сливов, скорости осаждения, уплотнения продукта до 64-66 % в процессе сгущения флотоконцентрата.

На данный момент на фабрике для сгущения применяется флокулянт марки «Магнофлок 355» для хвостов флотации и «Магнофлок 155» на медном концентрате.

Флокулянты готовились в технической воде с концентрацией 0,05 %. Для этого в 99мл технической воды помещалось 0,05 г сухого флокулянта с добавлением 1 мл. этилового спирта, далее с помощью магнитной мешалки раствор перемешивался в течение часа до полного растворения и созревания флокулянта. Эмульсионные формы готовились с объемной долей основного вещества 0,2 %. Для этого в 100 мл технической воды вводилось 0,2 мл раствора коагулянта и в течение 15-20 минут перемешивался на магнитной мешалке.

В результате поискового тестирования на пробах 200 мл, были выбраны лучшие образцы, отвечающие заданным целям сгущения твердого и осветления жидкой фазы. Методика тестирования использовалась стандартная: в стаканы (объем 250 мл) наливали 200

мл пульпу сгущения и на поверхность дозировали шприцем рассчитанное количество флокулянта. Перемешивали путем перелива 3-4 раза. Визуально определяли основные параметры – скорость осаждения, устойчивость флокул, чистота слива, высота постели.

Все тесты проводились в сравнении с ныне используемым флокулянтом «Магнофлок 155». Опыты были проведены с различной дозировкой реагентов, в заключение были подобраны флокулянты, базируясь на оптимальный дальнейший расход – 25-27 гр/тонна тв. по сухому.

Содержание твердого в пульпе медного – 7, 21 %, рН – 9,43, 9,5. Концентрация флокулянта – 0,05 %, коагулянта – 0,06 %, расход флокулянта – 20, 25, 27 г/т.

Далее были проведены опыты на цилиндрах 500 мл., хорошую эффективность показали AN1780, RG 1366, LC 1727 скорость была лучшей, флокулы крупные, слив чистый, пенная взвесь исчезла. Коагулянт вводился в осветленный слой, перемешивался со стеклянной палочкой.

Содержание твердого, также измерялось в каждом цилиндре индивидуально, и в каждом из них процентные содержания твердого были различны. Расход флокулянта и коагулянта рассчитывался, исходя от содержания твердого на каждый цилиндр, чтобы результат дозировки соответствовал расходу флокулянта 20 гр. на тонну по сухому, коагулянта 13-14 г/т. Результаты сравнительных тестов представлены на рисунке 2 и в таблице 1.

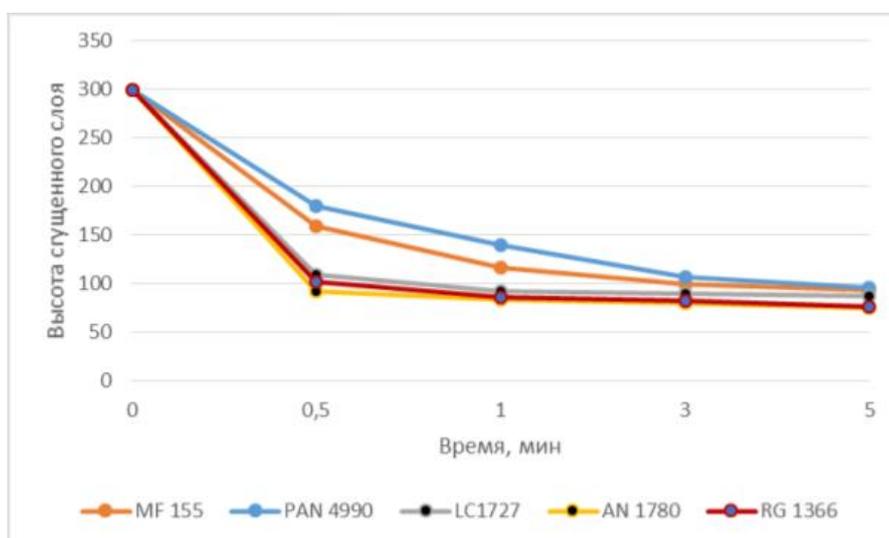


Рисунок 2 - Результаты сравнительных тестов концентратов при расходе флокулянта 20 г/т

Таблица 1 – Результаты скорости осаждения исследуемых флокулянтов по сгущению концентрата (расход 20 г/т, концентрация 0,05 %, время 5 мин.)

Наименование флокулянта	Расход (г/т)	Высота сгущенного слоя	Высота осветленного слоя	Скорость осаждения, м/ч	Значение рН
MF 155	25	94	206	2,47	9,5
PAN 4990	25	96	204	2,44	9,5
LC 1727	25	88	212	2,54	9,5
AN 1780	25	75	225	2,7	9,5
RG 1366	25	77	223	2,67	9,5

Из анализа таблицы 1 следует, что самый хороший результат и чистый слив показали флокулянты AN 1780, RG 1366.

Результаты исследований флокулянтов по сгущению концентрата в зависимости от времени представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты тестов по сгущению концентрата по времени, в мм

Время	MF 155	PAN 4990	LC 1727	AN 1780	RG 1366	рН
30 сек	140	120	190	208	198	рН -9,5

60 сек	183	160	207	216	213	pH -9,5
180 сек	200	193	210	220	217	pH -9,5
300 сек	206	204	212	215	223	pH -9,5

Из анализа таблицы 2 следует, что наилучший результат показал флокулянт AN 1780, так как скорость была лучшей, флокулы крупные, слив был чистый.

Определены оптимальные расходы реагентов и параметры сгущения медного концентрата. По результатам опытов убедились, что коагулянт положительно влияет на чистоту осветленного слоя при сгущении медного концентрата. Отмечено, что после добавления коагулянта скорость осаждения резко улучшается, пенная взвесь почти полностью исчезла сверху. Важно - что некоторые флокулянты перестали работать при добавлении коагулянта, он дал обратный эффект. Была рекомендована схема подачи коагулянта на сгуститель. Рекомендовано установить расход коагулянта в диапазоне 13 - 14 г/т. По результатам и по скорости, и по сгущенному слою, также по осаждению взвеси самый лучший результат показал флокулянт AN 1780 с коагулянтом PAL 1819.

### Литература

1. Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы, 2 изд., М., 1983. – С.84.
2. Технологический регламент на технологию переработки сульфидных руд месторождения Актогай, КазМинералз Актогай. Алматы, 2016. – 44 с.

**Қадырсызов Д.С., Барменшинова М.Б.**

**Жаңа флокулянттарды қолдана отырып, мыс концентратының қойылтылуын зерттеу**

**Түйіндеме.** Тау-кен саласы үшін арнайы әзірленген, ең аз мөлшерде флокулялардың ең жақсы қалыптасуын көрсететін флокулянттардың алдын-ала экспресс-тесті жасалды. Сондай-ақ, флокулянт қойылдырғышқа бөлшектеп берілетіндіктен, тестілеу жағдайларын нақты жағдайларға барынша жақындату үшін флокулянт бөлшектеп партиялармен ( $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$  схемасы бойынша) берілді. Флокулянттар 0,05% концентрациясы бар техникалық суда дайындалды. Шыныаяқтардағы алдын-ала тестілеу нәтижесінде Pan 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366 флокулянттарының үлгілері таңдалды. Қолданылатын реагенттердің оңтайлы шығыны анықталды. Жылдамдық пен қоюландырылған қабаттың нәтижелері бойынша, сондай-ақ суспензияның тұнуына pal 1819 коагулянты бар an 1780 флокулянты ең жақсы нәтиже көрсетті.

**Ключевые слова:** молибден, қоюландыру, концентрат, флокулянт, мыс, коагулянт, пульпа.

**Kadyrsyzov D.S., Barmenshinova M.B.**

**Study of the thickening of copper concentrate with the use of new flocculants**

A preliminary rapid test of flocculants was carried out, developed specifically for the mining industry, demonstrating the best flocculation at the lowest dosage. Also, in view of the fact that the flocculant is fed into the thickener fractionally, for the maximum approximation of the testing conditions to the actual conditions, the flocculant was also fed fractionally in batches (according to the  $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$  scheme). Flocculants were prepared in industrial water with a concentration of 0.05%. As a result of preliminary testing on cups, samples of flocculants PAN 4990, LC 1727, AN 1780, RG 1366 were selected. The optimal consumption of the reagents used was determined. Flocculant AN 1780 with coagulant PAL 1819 showed the best results in terms of speed, thickened layer, and suspension sedimentation.

**Keywords:** molybdenum, thickening, concentrate, flocculant, copper, coagulant, pulp.

ӘОК 669.292.3/-001.891.32

**Қали А.Ә., Бошкаева Л.Т., Ақубаева Д.М., Айдарханов Д.А., Маратов С.К.**

*Satbayev University, Металлургия және Өнеркәсіптік инженерия институты, Қазақстан,  
Алматы қ. [ainurkali99@mail.ru](mailto:ainurkali99@mail.ru)*

**ҮЛКЕН ҚАРАТАУДЫҢ ВАНАДИЙЛІ КВАРЦИТТЕРІН ӨНДЕУГЕ  
АРНАЛҒАН БЕЛГІЛІ ӘДІСТЕРДІ ТАЛДАУ**

**Аңдатпа:** Бұл мақалада әдебиет көздеріндегі мәліметтердің негізінде Үлкен Қаратаудың ванадийлі кварциттерін өңдеуге арналған белгілі әдістерге шолу жасалған. Белгілі әдістерге талдау жасалып, оның ішінде автоклавта шаймалау әдісінің артықшылықтары көрсетілген. Үлкен Қаратаудың ванадийлі кварциттері құрамында бағалы компоненттер – ванадий, уран, молибден және сирек кездесетін металдардың болуымен сипатталады. Ванадийлі кварциттерді өңдеудің қазіргі кезге дейінгі белгілі технологиялары нарықта сұранысқа ие болатын ванадийдің пентаоксидін, уранды және молибденді қосылыстарды, құрамында сирек және сирек жер металдары, көміртегі бар өнімдерді өндіруге мүмкіндік береді. Автоклавта күкірт қышқылды шаймалау процесінің оңтайлы технологиялық режимдері: күкірт қышқылы – 140-150 г/дм<sup>3</sup>; процесс температурасы – 150°C; бағандағы қысым – 1,0-1,1 МПа; шаймалау ұзақтығы – 2 сағ болған кезде бағалы компоненттердің ерітіндіге өтуі бойынша жоғары көрсеткіштер алынған (94% V, 98% U, 85% Mo және 80% сирек металдар).

**Түйін сөздер:** ванадийлі кварциттер, бағалы компоненттер, автоклавты шаймалау, ванадий, уран, молибден, сирек металдар, технология, өңдеу әдістері, технологиялық режим.

### **Мақала мәтіні:**

Ванадий табиғатта көбінесе кварциттердің, көміртекті сланецтердің, титаномагнетиттердің құрамында ілеспелі металл күйінде кездеседі [1-2]. Аталған табиғи шикізаттардың ішінде өндірісте кең қолданылатыны титаномагнетитті кендер. Бірақ титаномагнетиттерге қарағанда ванадийлі кварциттер мен көміртекті сланецтердің құрамында көбірек болатыны белгілі [3-4]. Ванадийлі кварциттер мен көміртекті сланецтердің құрамында ванадийден басқа бағалы компонент ретінде уран, молибден, сирек металдар және сирек жер элементтері, көміртегі кездеседі. Кеннің көп бөлігі (95%-ға жуығы) SiO<sub>2</sub> тұрады. Көміртекті сланецтердегі көміртегінің мөлшері 13-15 %-ға жетеді. Осы уақытқа дейін ванадийлі кварциттер мен көміртекті сланецтерді өңдеп, құрамындағы кварцит, ванадий және көміртегін пайдалану үшін оларды тек ферроқорытпалар өндірісіне флюс ретінде қосу және одан алынған ванадийлі шлактарды ферроқорытпалар өндірісіне қолдану технологиялары ғана өндірістік масштабта сынақтан өтіп, ары қарай өндірісте қолдануда тиімділігі дәлелденген болатын [5]. Бірақ бұл аталған пирометаллургиялық технология ванадийлі кварциттердің құрамындағы барлық бағалы компоненттерді (уранды, сирек және сирек жер металдарын) толық бөлуге мүмкіндік бермейді. Аталған кендер қиын байытылатын, күрделі құрамды болуына байланысты, оларды жеке өңдеу технологиялары зерттелгенмен, өндіріске толықтай енгізілмей келеді. Шет елдік өндірістерде ванадийлі кварциттерден ванадиймен қоса уран, молибден, сирек және сирек жер металдарын бөліп алу үшін көбінесе экстракция, сорбция процестері қолданылады.

Елімізде ванадийлі кварциттер мен көміртекті сланецтер Үлкен Қаратау өңірінде орналасқан Баласауысқандық, Құрымсақ және Жабағлы кен орындарында кездеседі [2-4]. Оның ішінде Баласауысқандық кен орнына 2015 жылдан бері сырақ-өндірістік кәсіпорын салынып, құрамындағы ванадийді аммонийдің параванадаты және басқа да тауарлы өнімдер ретінде өндіру қолға алынып келеді [6]. Дегенмен, аталған кәсіпорын түбегейлі ірі өндіріс орнына айналған жоқ. Оның себебі, қазірше технологиялық көрсеткіштер аса жоғары деңгейге жетпеген.

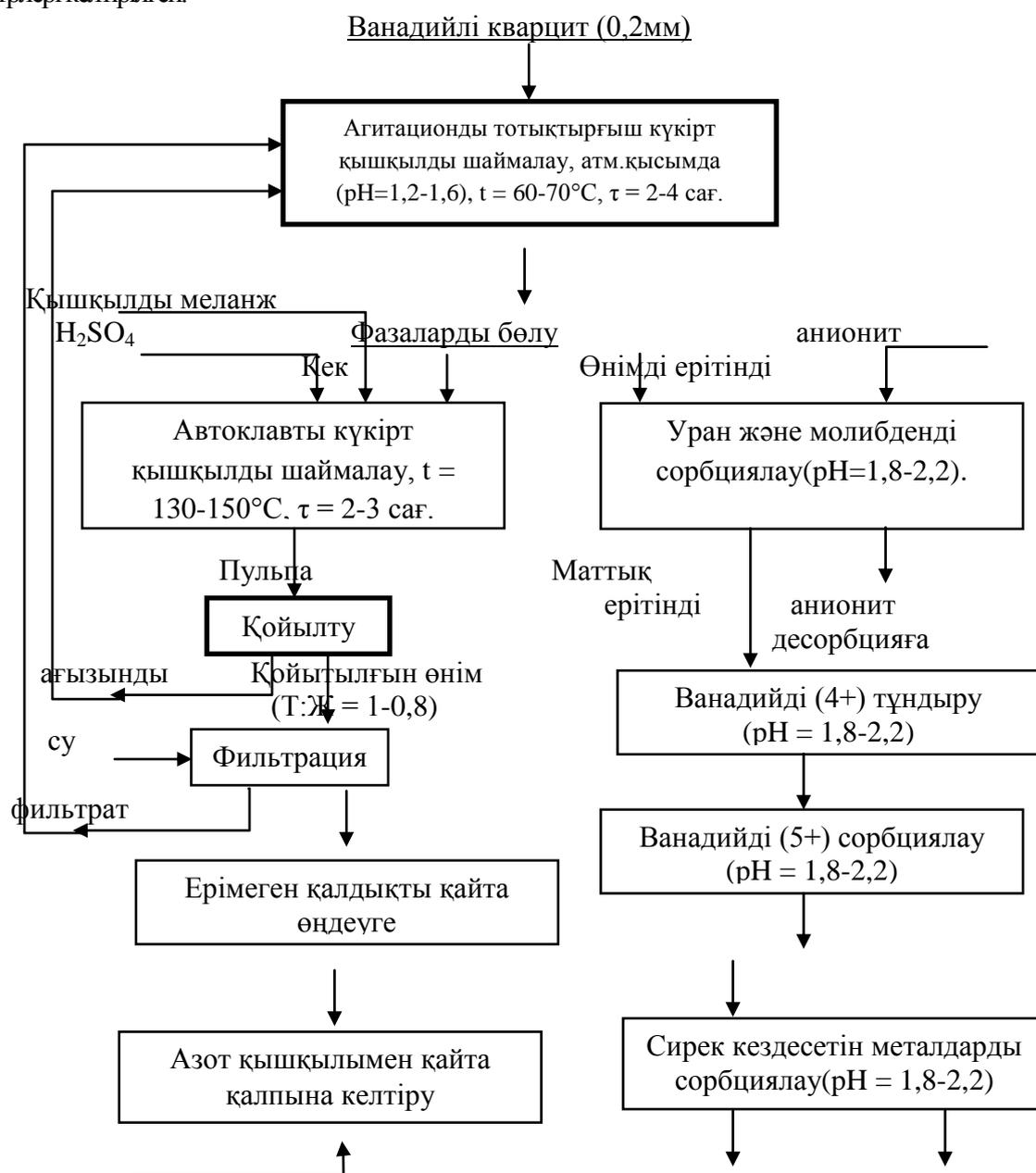
Әдебиет көздеріне шолу барысында, ванадийлі кендерді өңдеу үшін гидрометаллургиялық және пиро-гидрометаллургиялық әдістердің жиі қолданылатынын байқауға болады [7-10]. Гидрометаллургиялық әдіс кенді қышқыл немесе сілтілі ерітінділерімен өңдеу, ерітіндіні тазалау және одан құрамында ванадий бар қосылыстар – поливанадаттар түрінде немесе сілтілі-сульфидті ерітінділерден сульфид түрінде ерітілген ванадийді тұндырады. Кейде гидрометаллургиялық өңдеудің тиімділігін арттыру үшін алдын

ала кендерді тотықтырып күйдіруден өткізеді, бұл пиро-гидрометаллургиялық аралас әдіс [7].

Ванадий кварциттерін гидрометаллургиялық өңдеу бойынша алғашқы жұмыстар үймекті шаймалау әдісімен жүргізілді. Көптеген технологиялық схемалар: үймекті шаймалау, жоғары температуралы күйдіру, әр түрлі тотықтырғыштар қосу арқылы араластырып шаймалау олардың техникалық және экономикалық мүмкіндіктерінің шегіне жетті [10].

Қазіргі уақытта ванадий кварциттерін қайта өңдеудің неғұрлым қолайлы әдісі – автоклавты шаймалау болып отыр. Автоклавтық әдістің бірқатар артықшылықтары бар: кенді ашу толық, металдардың алуының жоғары нәтижесі [10].

Ванадийлі кварциттерді өңдеудің аралас әдісі белгілі, оның ішінде екі сатылы шаймалау болып табылады, онда шаймалаудың бірінші кезеңінде атмосфералық қысым кезінде жүзеге асырылады, ал шаймалаудың екінші кезеңінде автоклава жоғары қысыммен  $O_2$ ,  $HNO_3$  тотықтырғыштарын қолдана отырып, жүзеге асырылады [7-8]. Әдістің кемшіліктеріне тотықтырғыштарды қосу – бұл процесің аппаратуралық тізбегін қиындатады. Төменде 1-суретте ванадийлі кварциттерді шаймалау процесінің технологиялық сұлбасы және әр процесің режимдік параметрлері келтірілген.



$\text{HNO}_3$  (5-65%)  
Катализатор ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_3$ )

1 Сурет – Шаймалау процесінің технологиялық сұлбасы [10]

1-суреттен екі сатылы шаймалау әдісімен ванадийлі кварциттердің құрамындағы бағалы компоненттерді талдап бөліп алуға мүмкіндік туатыны көреміз. Авторлардың пікірінше, көрсетілген технология бойынша автоклавта күкірт қышқылды шаймалау процесінің оңтайлы технологиялық режимдері: күкірт қышқылы – 140-150 г/дм<sup>3</sup>; процесс температурасы – 150°C; бағандағы қысым – 1,0-1,1 МПа; шаймалау ұзақтығы – 2 сағ болған кезде бағалы компоненттердің ерітіндіге өтуі бойынша жоғары көрсеткіштер алынған (94% V, 98% U, 85% Mo және 80% сирек металдар) [10].

Осылайша, ванадийлі кварциттерді өңдеудің қазіргі кезге дейінгі белгілі технологиялары нарықта сұранысқа ие болатын ванадийдің пентаоксидін, уранды және молибденді қосылыстарды, құрамында сирек және сирек жер металдары, көміртегі бар өнімдерді өндіруге мүмкіндік береді.

### Әдебиеттер:

1 Ванадий, его геохимия, минералогия и генетические типы месторождений в осадочных породах. –М.: Наука, 1968. Холодов В.Н.

2 Анкинович С.Г., Анкинович Е.А. Углеродисто-кремнисто-ванадиевый тип // В кн. Металлогения Казахстана. Алма-Ата: Изд. АН Каз. ССР. 1978. С.101-131.

3 Бекенова Г.К. Микро- и наноминералы дисперсных руд ванадиеносного бассейна Большого Каратау. Автореф. на соиск. д.г.-м.н. 2007. 314 с.

4 Анкинович Е.А., Зазубина И.С., Орлова О.С. Специализированные исследования в пределах Баласаускандык-Курумсаковского рудного поля// Отчет КазПТИ.1986. –87 с.

5 Опытные-промышленные испытания по выплавке высокоуглеродистого феррохрома с использованием в качестве флюса ванадийсодержащих кварцитов // КИМС. – Алматы, 1995, № 3. С. 25-28.

6 Патент №2374345, RU. МПК С22В34/22, С22В60/02, С22В3/08, С22В3/24, Способ переработки ванадийсодержащего сырья, Козлов В.А., Батракова Л.Х., Кузнецов А.Ю., Бриджен Н.Д., Сактаганов М.А., ТОО «Научно-производственное объединение «Ванадий-катализатор», ТОО «Фирма «Балауса», опубл. 27.11.2009

7 Козлов В.А., Комекова ( Сейдахметова) Н.М. Комбинированная комплексная технология переработки черносланцевых руд / Промышленность Казахстана, № 6(99). – Алматы. – 2016. С. 49-51

8 Сейдахметова Н.М., Козлов В.А., Шаяхметова Р.А., Сейсанова Г.Р. Ванадиевая минерально-сырьевая база Казахстана/ Промышленность Казахстана. - № 2(89). – Алматы. – 2015. С. 16-18

9 Козлов В.А., Комекова ( Сейдахметова) Н.М. Роль углекислого газа в формировании структуры черных сланцев Каратау / Промышленность Казахстана, № 6(99). – Алматы. – 2016. С. 64-69

10 Komekova ( Seidakhmetova) N.M., Kozlov V.A., Shayakhmetova R.A. Acid leaching of vanadium from black shales of Big Karatau / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 2016. – vol. – 5. India, p. 1973 – 1982.

**Кали А.А., Бошкаева Л.Т., Акубаева Д.М., Айдарханов Д.А.,Маратов С.К.**

**Анализ известных способов для переработки ванадиевых кварцитов Большого Каратау**

**Аннотация:** В данной статье сделан обзор известных способов переработки ванадиевых кварцитов Большого Каратау на основе литературных данных. Выполнен анализ известных способов, в том числе показаны преимущества автоклавного выщелачивания. Ванадиевые кварциты Большого Каратау характеризуются с наличием в них ценных компонентов, как ванадий, уран, молибден, редкие и редкоземельные металлы. Известные до настоящего времени технологий переработки ванадиевых кварцитов

позволяют извлекать из них пентаоксид ванадия, соединения урана и молибдена, продукты, содержащие редкие и редкоземельные металлы, углерод, которые обладают большим спросом на мировом рынке. Оптимальные технологические режимы процесса сернокислотного автоклавного выщелачивания: концентрация серной кислоты – 140-150 г/дм<sup>3</sup>; температура процесса – 150°C; давления в столбе – 1,0-1,1 МПа; продолжительность выщелачивания – 2 ч, показывают высокие показатели по извлечению ценных компонентов в раствор (94% V, 98% U, 85% Mo и 80% редких металлов).

**Ключевые слова:** ванадиевые кварциты, ценные компоненты, автоклавное выщелачивание, ванадий, уран, молибден, редкие металлы, технология, способ переработки, технологический режим.

**Kali A.A., Boshkaeva L.T., Akubaeva D.M., Aidarkhanov D.A., Maratov C.K.**

#### **Analysis of known methods for processing vanadium quartzites of Bolshoy Karatau**

**Abstract:** This article reviews the known methods of processing vanadium quartzites of the Greater Karatau based on the literature data. The analysis of known methods is performed, including the advantages of autoclave leaching. Vanadium quartzites of Greater Karatau are characterized by the presence of valuable components such as vanadium, uranium, molybdenum, rare and rare earth metals. Known technologies for processing vanadium quartzites allow extracting vanadium pentoxide, uranium and molybdenum compounds, products containing rare and rare earth metals, and carbon, which are in great demand on the world market. Optimal technological modes of the process of sulfuric acid autoclave leaching: the concentration of sulfuric acid-140-150 g/dm<sup>3</sup>; process temperature-150°C; column pressure-1.0-1.1 MPa; the duration of leaching is 2 hours, showing high rates of recovery of valuable components in the solution (94% V, 98% U, 85% Mo and 80% rare metals).

**Key words:** vanadium quartzites, valuable components, autoclave leaching, vanadium, uranium, molybdenum, rare metals, technology, processing method, technological regime.

УДК 669.334(043)

**Камиев М., Сәрсенова М.С., Гусейнова Г.Д.**

*Научный руководитель – Гусейнова Г.Д., ассоциированный профессор, кандидат технических наук, доцент*

*Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,*

*Казахстан, г. Алматы*

*[mukalek\\_97@mail.ru](mailto:mukalek_97@mail.ru)*

#### **РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВЫХ ОТХОДОВ ДОНСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА**

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований переработки техногенных отходов - шламовых хвостов обогащения хромитовой руды Донского горно-обогатительного комбината (ДГОК) Республики Казахстан. Объектом исследований являлись пробы материала крупностью 2 мм, образующегося в виде технологического потока при обогащении хромовой руды на действующей фабрике обогащения и окомкования руд (ФООР) ДГОК. В проведенных исследованиях после операций рудоподготовки пробы шламовых хвостов ФООР были получены высокие показатели обогащения на винтовом сепараторе HG10i. Получен качественный концентрат с содержанием оксида хрома на уровне 55 %, при весьма его низком извлечении (41,19 %). Получены хвосты с содержанием оксида хрома на уровне исходных шламовых хвостов (28,9 %). Это обусловлено тем, что основная доля оксида хрома, сосредоточенная в классе крупности 71 мкм, не полностью извлекается в концентрат.

**Ключевые слова:** Обогащение, шламовые хвосты, концентрат, хромит, концентрат.

#### **Текст статьи:**

Основными методами обогащения хромовых руд являются гравитационное и магнитное обогащение, достаточно ограниченное применение имеет также флотационное обогащение. В ряде случаев для переработки труднообогатимых продуктов применяются химико-металлургические методы.

Предприятием, осуществляющим добычу и обогащение хромового сырья в Казахстане, является Донской ГОК. Гравитационная технология обогащения хромовой руды позволяет получать хромовый концентрат из крупных и средних фракций, а мелкодисперсный шлам практически не обогащается из-за трудности разделения сложных минералов на хромовые концентраты и пустую породу [1].

В работах [2-3] были исследованы хромосодержащие шламовые хвосты, установлено, что после магнитной сепарации объем хромосодержащего концентрата увеличился на 30 % по сравнению с винтовой сепарацией. Так же увеличивается объем товарного продукта для производства окатышей.

Опыты по обогащению исходных шламовых хвостов ФООР крупностью 2 мм проводились на концентрационном столе Wilfley-800 в шламовом исполнении. Результаты приведены в таблице 1. После чего был проведен гранулометрический анализ хвостов стола по классу 40 мкм.

Таблица 1 – Обогащение на концентрационном столе Wilfley-800 шламовых хвостов ФООР

Продукт	Выход, %	Содержание, %				Распределение, %			
		Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO
Концентрат	31,96	44,32	9,07	10,78	27,22	48,15	39,40	16,89	24,61
Пром.продукт	28,77	23,38	6,61	24,25	39,94	22,87	25,87	34,20	32,51
Хвосты	39,27	21,70	6,51	25,41	38,60	28,97	34,73	48,91	42,88
Хвосты -40 мкм	34,50	22,69	6,46	25,10	38,68	26,62	30,29	42,45	37,75
Хвосты +40 мкм	4,77	14,54	6,84	27,65	38,02	2,36	4,44	6,46	5,13
∑п/п+хвосты	68,04	22,41	6,55	24,92	39,17	51,85	60,60	83,11	75,39
Итого:	100,00	29,41	7,36	20,40	35,35	100,00	100,00	100,00	100,00

Результаты электронно-микроскопического анализа полученных продуктов приведены на рисунке 1.

Концентрат состоит в основном из хромита – 23,3 % (1,2 % находится в виде сростков с серпентином), серпентина, глинисто-слюдистого агрегата – 7,2 %. Хромит присутствует размером от менее 0,1 мм до нескольких мм.

Промпродукт характеризуется следующим минеральным составом: серпентин, глинисто-слюдистый агрегат – 16,9 %, хромит – 11,9 % (из них 0,3 % находится в виде сростков (рисунок 1 б).

Хвосты состоят в основном из серпентина глинисто-слюдистого агрегата – 41 %, хромита – 15,1 % (из них 0,7 % находится в виде сростков) (рисунок 1 в).

На основании анализа результатов проведенных опытов по обогащению материала хромовой руды крупностью 2 мм на концентрационном столе Wilfley 800, представленных выше, можно сделать следующие выводы:

Сумма хромита в промпродукте и хвостах составила 27 %, в то время как в концентрате его содержание 24,8 %.

Высокое содержание и распределение оксида хрома в хвостах (на уровне исходного содержания в пробе) обусловлено за счет попадания тонкого и ультратонкого хрома в них по принципу – крупное породообразующее зерно «выбивает» мелкое зерно хромшпинелида.

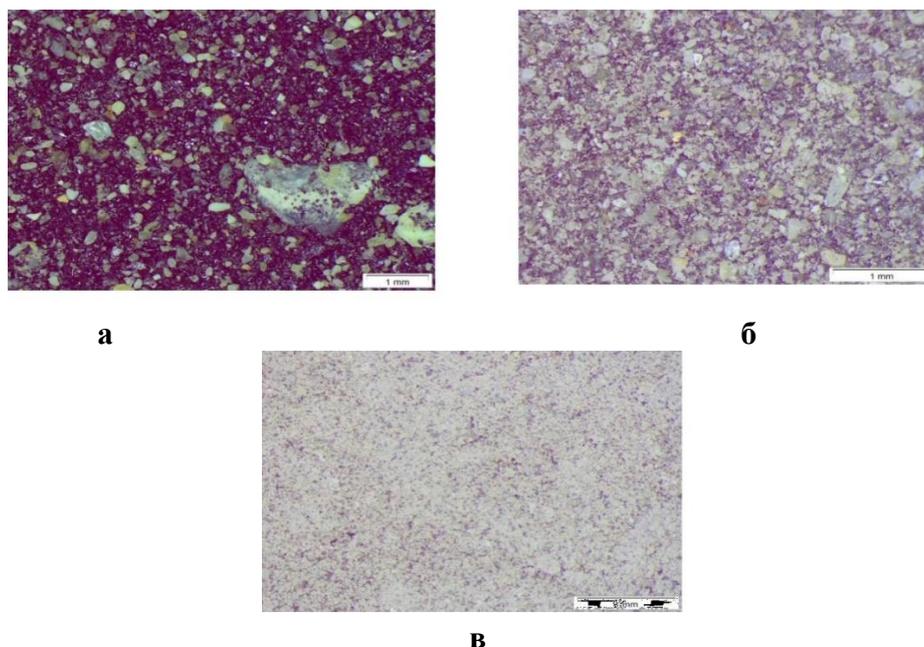


Рисунок 1 – результаты электронно-микроскопического анализа продуктов обогащения на концентрационном столе Wilfley 800: а- концентрат, б-промпродукт, в-хвосты.

По содержанию хромита продукты технологического передела распределились следующим образом (рисунок 2):

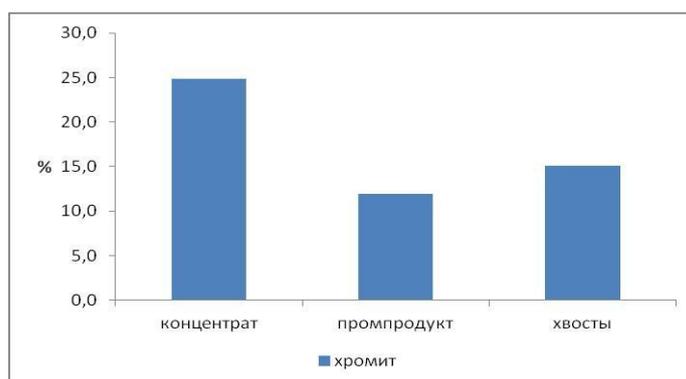


Рисунок 2 – Содержание хромита в продуктах технологического передела на концентрационном столе «Wilfley-800»

Далее была проведена концентрация материала пробы шламовых хвостов ФООР на винтовом сепараторе HG10i, предназначенном для обогащения материалов с высоким содержанием извлекаемой в концентрат тяжелой минеральной фракции и винтовом сепараторе FM1, предназначенном для извлечения тонких тяжелых частиц размером от 150 до 30 мкм. Результаты концентрации на винтовом сепараторе HG10i пробы шламовых хвостов ФООР представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Результаты концентрации на винтовом сепараторе HG10i пробы шламовых хвостов ФООР

Продукт	Выход, %	Содержание, %				Распределение, %			
		Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO
Концентрат	46,47	30,86	7,71	18,05	34,57	54,17	51,69	41,24	45,08
Хвосты	53,53	22,67	6,26	22,33	36,57	45,83	48,31	58,76	54,92
Итого	100,00	26,48	6,93	20,34	35,64	100,00	100,00	100,00	100,00

Винтовой сепаратор HG10i показал возможность получения концентрата высокого качества с содержанием оксида хрома на уровне 55 %, при весьма его низком извлечении (41,19 % от операции). При этом были получены хвосты с содержанием оксида хрома на уровне исходных шламовых хвостов (28,9 %). Это обусловлено тем, что основная доля оксида хрома, сосредоточенная в классе крупности -71 мкм, не полностью извлекается в концентрат.

Результаты концентрации на винтовом сепараторе FM1 пробы шламовых хвостов ФООР представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Результаты концентрации на винтовом сепараторе FM1 пробы шламовых хвостов ФООР

Продукт	Выход, %	Содержание, %				Распределение, %			
		Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO
Концентрат	33,61	27,74	7,57	21,20	37,50	34,13	35,57	32,86	33,67
Хвосты	66,39	27,10	6,94	21,93	37,39	65,87	64,43	67,14	66,33
Итого	100,00	27,32	7,15	21,68	37,43	100,00	100,00	100,00	100,00

Концентрат FM1 характеризуется следующим минеральным составом: серпентин, глинисто-слюдистый агрегат – 17,2 %, хромит -16,2 % (из них 0,7 % находится в виде сростков). Менее 1 % присутствует кварца, магнетита. Последний наблюдается в виде тонкой вкрапленности в серпентине.

Хвосты FM1 представлены серпентином, глинисто-слюдистым агрегатом – 34,8 %, хромитом – 31,5 % (из них 0,2 % находится в виде сростков). Менее 1 % присутствует кварца.

Анализируя полученные данные по концентрации исходной пробы шламовых хвостов ФООР на винтовых сепараторах HG10i и FM1, следует отметить:

1. Содержание оксида хрома в концентрате и в хвостах винтовой сепарации близко к исходному питанию (27-28 %). Потери ценного компонента с хвостами винтовой сепарации находится на очень высоком уровне (45-65 %).

2. По данным минералогического анализа, содержание в концентрате хромита 16,2 %, в то время как в хвостах содержание хромита составило 31,2 %, что практически в 2 раза больше, чем в концентрате.

3. Неудовлетворительные показатели обогащения на винтовых сепараторах HG10i и FM1 связаны с высоким содержанием шламового класса 20 мкм в исходной пробе хвостов ФООР, что существенно затрудняет процесс обогащения.

Ввиду высокого содержания шламистой фракции 20 мкм (27-28 %), негативно влияющей на процесс обогащения необходимо провести испытания по классификации исходной пробы шламовых хвостов ФООР, с последующим выбором оптимального режима обесшламливания.

#### Литература:

1. Мамырбаев А. А. Токсикология хрома и его соединений. Актобе, 2012. 284 с.
2. Ибраев И. И., Ибраева О. Т., Суюндинов М. М. Утилизация хромсодержащих шламов // Металлург. 2012. № 10. с. 28–30.
3. Базарбаева С. М., Ермагамбетова Ж. С. Распределение хрома и бора в компонентах окружающей среды г. Актобе // Вестник Актыобинского регионального государственного университета им. К. Жубанова. 2015. № 4. с. 32–35.

### **Құрамында хром бар ДГОК шлам қалдықтарын қайта өңдеу технологиясын зерттеу және негіздеу**

**Аңдатпа:** Мақалада Қазақстан Республикасының Дон тау - кен байыту комбинатының (ДГОК) хромит кенін байытудың техногендік қалдықтарын-шлам қалдықтарын қайта өңдеуді зерттеу нәтижелері келтірілген. Жұмыс істеп тұрған ДГОК кендерін байыту және қопару фабрикасында (ФООР) хром кенін байыту кезінде технологиялық ағын түрінде түзілетін ірілігі 2 мм материалдың сынамалары зерттеу объектісі болып табылады. Кен дайындау операцияларынан кейін жүргізілген зерттеулерде ФООР шлам қалдықтарының сынамалары HG10i бұрандалы сепараторында жоғары байыту көрсеткіштері алынды. Құрамында хром оксиді бар жоғары сапалы концентрат 55 % деңгейінде алынды, оны алу өте төмен (41,19 %). Бастапқы шлам қалдықтары деңгейінде хром оксиді бар қалдықтар алынды (28,9 %). Бұл 71 мкм ірілік класында шоғырланған хром оксидінің негізгі үлесі концентратқа толық алынбайтындығына байланысты.

**Түйінді сөздер:** Байыту, шлам қалдықтары, хромит, концентрат, концентрациялық үстел, орталықтан тепкіш сепаратор.

**Kamiev M., Sarsenova M., Gusseinova G.**

### **Development and justification of the technology for processing chromium-containing sludge waste of the DGOK**

**Summary:** The article presents the results of research on the processing of technogenic waste-sludge tailings of chromite ore dressing at the Don Mining and Processing Plant of the Republic of Kazakhstan. The object of the research was samples of material with a grain size of 2 mm, formed in the form of a process flow during the processing of chromium ore at the existing ore dressing and pelletizing plant (FOOR) of the DGOC. In the studies carried out after the ore preparation operations of the sample of FOOR sludge tailings, high enrichment rates were obtained on the HG10i screw separator. A high-quality concentrate with a chromium oxide content of 51 % was obtained, with a very low extraction 28,9 %. Tailings with chromium oxide content at the level of the initial sludge tailings 41,19 % were obtained. This is due to the fact that the main fraction of chromium oxide, concentrated in the class of fineness of 71 microns, is not completely extracted into the concentrate.

УДК 546.161.541.127/.127.4

**В.А. Карелин, Ш.Х. Ле, Н.В. Карелина, А.А. Смороков**

*Научный руководитель – В.А. Карелин, профессор, д.т.н.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

*Россия, г. Томск*

[vakarelin@tpu.ru](mailto:vakarelin@tpu.ru)

### **ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ТИТАНОВЫХ ПОРОШКОВ ВО ФТОРИДНЫХ РАСПЛАВАХ**

**Аннотация.** Проведен краткий обзор промышленных технологий получения титана и обоснована необходимость разработки фторидной технологии синтеза титановых порошков из фторидных расплавов. Описаны процессы, протекающие при электролитическом получении титановых порошков из тетрафторида титана во фторидных расплавах. Приведена схема лабораторной установки и последовательность операций получения катодного осадка. Исследовано влияние катодной плотности тока на выход титана по току и выбраны оптимальные условия электролиза. Приведены экспериментальные результаты по электролитическому получению титана и показано, что выход по току составляет не менее 93 %. Представлен химический анализ порошка титана. В полученном по предлагаемой технологии титановом порошке содержание примесей не превышает 0,1 % мас., что гораздо меньше, чем в титановой губке полученной по промышленной хлоридной технологии.

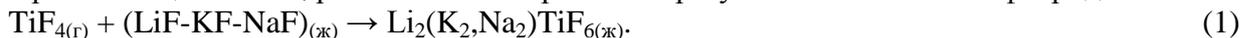
**Ключевые слова:** фторидный расплав, процесс электролиза, фтор, диоксид и тетрафторид титана, фториды примесей, электролизер, процессы на катоде и аноде

За последние 60 лет предложено множество новых технологий, направленных на уменьшение стоимости титана произведенного Kroll-процессом [1]. Тем не менее, предложенные технологии не увенчались успехом, и исследования по ним были прекращены в период экономического кризиса. В настоящее время, рост спроса на титан и высокая стоимость его получения привели к необходимости заменить устаревший Kroll-процесс

более эффективными технологиями. В последнее десятилетие для получения титановых порошков предложен целый ряд технологий: PRP процесс (Великобритания) [2]; FFC-процесс (Кембриджский процесс) [3]; MER-процесс (Materials Electrochemical Research Corporation) [4, 5]; OS-процесс [6, 7, 8].

В предлагаемом способе титановый порошок получают электролизом тетрафторида титана или гексафторотитаната калия ( $K_2TiF_6$ ) в расплаве низкоплавкой эвтектики фторидных солей щелочных металлов [9, 10, 11]. Для этого исследованы тройные эвтектические смеси фторидных солей  $LiF-KF-NaF$  и рекомендована эвтектика состава 0,5M  $LiF$  – 0,39M  $KF$  – 0,11M  $NaF$  с температурой плавления 472 °С и максимальной электропроводность по сравнению с эвтектиками на основе хлоридных солей [12, 13, 14].

При поглощении  $TiF_4$  расплавом электролита образуются комплексные фториды:

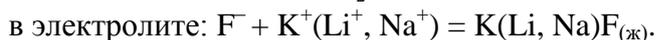
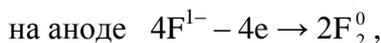
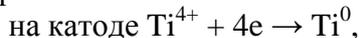


Степень насыщения фторидного расплава тетрафторидом титана составляет 3-3,5 %.

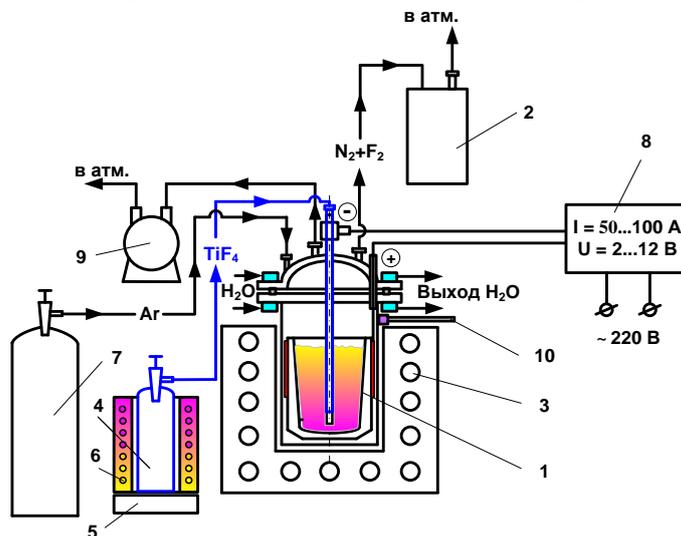
После насыщения фторидного электролита тетрафторидом титана протекают процессы диссоциации, образовавшихся комплексных фторидов:



При электролизе на катоде образуется титановый порошок, а на аноде – элементный фтор:



На рисунке 1 изображена схема электролитической установки для проведения исследований. Тетрафторид титана, находящийся в емкости 4, нагревают в электропечи 6 до 300 °С. При этом  $TiF_4$  сублимируется. Расход  $TiF_4$  при насыщении эвтектики фторидных солей регулируют вентилем тонкой регулировки, установленным на корпусе баллона. Измеряя массу баллона регулируют количество подаваемого в расплав тетрафторида титана.



1 – электролизер; 2 – абсорбер с поглотителем (ХП-И) для поглощения выделяющегося  $F_2$ ; 3 – электрическая печь; 4 – емкость с  $TiF_4$ ; 5 – весы; 6 – электропечь емкости с  $TiF_4$ ; 7 – баллон с инертным газом (Ar); 8 – выпрямитель; 9 – вакуумный насос; 10 – термопара

Рисунок 1 – Схема установки электролитического получения титанового порошка

Фторидные соли имеют высокие температуры плавления:  $t_{пл}LiF=870$  °С,  $t_{пл}KF=857$  °С,  $t_{пл}NaF=992$  °С, поэтому для получения эвтектики используют гидрофторид калия ( $KF \cdot HF$ ,

$t_{пл}KF \cdot HF = 239 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) в смеси с LiF и NaF. При нагревании такой смеси  $KF \cdot HF$  разлагается с образованием  $LiF \cdot HF$  и  $NaF \cdot HF$ , с  $t_{пл}$ , не более  $300 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Смесь переходит в расплавленное состояние, а при увеличении температуры до  $472 \text{ } ^\circ\text{C}$ , гидрофториды щелочных металлов разлагаются с образованием эвтектики LiF-KF-NaF. Выделяющийся HF улавливают на химическом поглотителе известковом ХП-И (смесь 96 %  $Ca(OH)_2$  и 4 % NaOH).

Для насыщения фторидной эвтектики тетрафторидом титана через центральный штуцер крышки муфеля (рис. 1) заменяют на металлический патрубок рабочего газа ( $TiF_4$ ), который опускают до упора в днище графитового тигля. Затем этот патрубок поднимают вверх на 30 мм и в этом положении на нем делают метку относительно фланца крышки. Патрубок рабочего газа герметично соединяют металлической трубкой с абсорбером 2 и емкостью 4. Абсорбер-поглотитель заполняют поглотителем ХПИ. Крышку муфеля охлаждают водой, а температуру муфеля увеличивают, включая электронагреватель печи 3. Температуру контролируют термомпары 10 постепенно увеличивая ее  $500 \text{ } ^\circ\text{C}$ . При температуре муфеля  $450\text{-}500 \text{ } ^\circ\text{C}$  расплав насыщают тетрафторидом титана. Для этого в предварительно нагретой до  $300 \text{ } ^\circ\text{C}$  емкости 4 открывают вентиль тонкой регулировки и регулируют подачу  $TiF_4$  в расплав по убыли массы емкости 4. После насыщения расплава тетрафторидом титана вентиль тонкой регулировки закрывают. Заменяют металлический патрубок на стержень-катод, предварительно ослабив сальниковое уплотнение.

Для проведения процесса электролиза на графитовые катод (стержень) и анод (тигель) подают постоянный ток, величину которого варьируют в пределах  $50\text{-}100 \text{ A}$ , а напряжение – в пределах  $2\text{-}12 \text{ В}$ . На графитовом катоде образуется осадок (порошок титана в расплаве фторидных солей), а на аноде – элементный фтор, который выводят из электролизера и поглощают в абсорбере – 2 на ХП-И. После окончания электролиза катод с осадком поднимают над расплавом электролита, электролизер охлаждают и перед его разгерметизацией продувают инертным газом (аргоном) из баллона 7. Образовавшийся осадок измельчают и отмывают от фторидных солей безводным HF раствором  $-20 \text{ } ^\circ\text{C}$ . При этом фториды Li, K и Na хорошо растворяются в HF, а титановый порошок в этих условиях остается в твердом состоянии.

На рис. 2 показано влияние катодной плотности тока ( $I_k$ ) на выход титана по току ( $\eta_T$ , %) в катодный продукт. Видно, что при плотности тока выше  $0,4 \text{ A/cm}^2$   $\eta_T$  превышает 90 % и при увеличении плотности тока практически не изменяется. Содержание титана в катодном продукте при электролизе  $TiF_4$  во фторидном расплаве составило 35-40 % мас., а оптимальные выходы Ti по току  $\eta_T \sim 90\text{-}95 \text{ } \%$ .

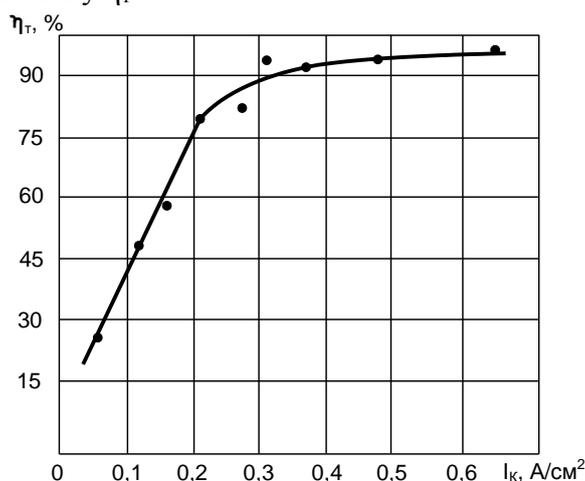


Рисунок 2 – Влияние катодной плотности тока ( $I_k$ ) на выход титана по току ( $\eta_T$ , %)

В таблице 1 представлены экспериментальные результаты по электролизу титана во фторидном электролите LiF-KF-NaF- $TiF_4$ .

Таблица 1 – Результаты по электролизу титана во фторидном электролите

Масса исходного электролита, г	Переработано, г		Получено Ti, г	$\eta_t$ , %
	TiF <sub>4</sub>	Ti с TiF <sub>4</sub>		
1250	100	38,7	38,1	98,5
1875	150	58,1	56,2	96,7
1250	100	38,7	38,1	98,5
1875	150	58,1	66,2	96,7
1625	130	50,3	47,0	93,4
1250	100	38,7	38,1	98,5

Условия электролиза: состав электролита, % мас.: LiF(29,98)-KF(52,17)-NaF(10,66)-TiF<sub>4</sub>(7,19); параметры:  $I_a = 0,09-0,13$  А/см<sup>2</sup>,  $t = 500-550$  °С,  $\tau = 6$  ч.

В таблице 2 представлены результаты анализа титанового порошка, полученного в результате электролиза TiF<sub>4</sub> в эвтектике фторидных солей (LiF-KF-NaF).

Таблица 2 – Химический состав электролитического титанового порошка

Элемент	Содержание после отмытки безводным HF, % мас.	Содержание титана синтезируемого в Kroll-процессе
Ni	$9 \cdot 10^{-4}$	Не регламентируется
Cu	$5 \cdot 10^{-4}$	
K	$6 \cdot 10^{-4}$	
Li	$4,5 \cdot 10^{-4}$	
Na	$8 \cdot 10^{-5}$	
Mg	$8 \cdot 10^{-3}$	
Fe	$5,7 \cdot 10^{-3}$	
Nb	$2,9 \cdot 10^{-3}$	
W	$< 1 \cdot 10^{-2}$	
Sn	$3 \cdot 10^{-4}$	
Mn	$< 1 \cdot 10^{-4}$	
Ca, Si	$< 5 \cdot 10^{-3}$	0,01
Al, Mg, Pb, Zr	$8 \cdot 10^{-4}$	Не регламентируется

В процессе электролиза в связи с попаданием влаги из воздуха через сальниковые уплотнения электродов, а также в результате перегрева стенок и крышки реторты электролизера для обеспечения температурного режима расплава электролита образуются продукты коррозии, попадающие в электролит и загрязняющие титановый порошок. Чтобы этого не происходило крышку и детали электролизера из нержавеющей стали, находящиеся над расплавом электролита, покрывают тонкой пленкой электролитического никеля.

Таким образом, при проведении электролитического получения титанового порошка:

– при растворении TiF<sub>4</sub> во фторидной эвтектике солей щелочных металлов LiF-KF-NaF образуется комплексная соль – Li<sub>2</sub>(K<sub>2</sub>,Na<sub>2</sub>)TiF<sub>6(ж)</sub> хорошо растворяющаяся в расплаве;

– в ходе электролиза Li<sub>2</sub>(K<sub>2</sub>,Na<sub>2</sub>)TiF<sub>6(ж)</sub> на титановом катоде образуется титановый порошок, находящийся в смеси с фторидной эвтектикой;

– в оптимальных условиях электролиза выход титана в катодный продукт достигает 93,4-98,5 % мас., что намного выше, чем при проведении Kroll-процесса;

– содержание примесей в титановом порошке после отмытки от фторидной эвтектики не превышает 0,1 %, что гораздо меньше, чем в титановом порошке марок ТГ-Тв и др.

## Литература

Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. В 3-х книгах. Коровин С.С., Зимица Г.В., Резник А.М. и др. / Под ред. С.С. Коровина. – М, МИСИС, 1996.

[www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/for\\_students/parts/pdf/060312\\_TMS\\_SanAntonio](http://www.okabe.iis.u-tokyo.ac.jp/japanese/for_students/parts/pdf/060312_TMS_SanAntonio)

Presen\_Zheng.pdf

[www.unsworks.unsw.edu.au/fapi/datastream/unsworks:7204/SOURCE02](http://www.unsworks.unsw.edu.au/fapi/datastream/unsworks:7204/SOURCE02)

[www.francoiscardarelli.ca/PDF\\_Files/Article\\_Cardarelli\\_MER\\_Process.pdf](http://www.francoiscardarelli.ca/PDF_Files/Article_Cardarelli_MER_Process.pdf)

Loutfy R., Withers J.C. Thermal and Electrochemical Process for Metal Production. US Patent App. 2007/0029208

Suzuki R.O. and Inoue S., Metall. Mater. Trans. B, 34B, (2003) P.277-286.

Suzuki R.O., Teranuma K. and Ono K., Metall. Mater. Trans. B, 34B, (2003) P.287-295.

Osaki S., Sakai H. and Suzuki R.O., J. Electrochem. Society, 157, № 8 (2010) P.E117-E121.

Карелин В.А., Карелин А.И. Фторидная технология переработки концентратов редких металлов: Монография / Отв. Ред. В.А. Матюха. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 184 с.

Karelin, V.A., Fluorination of rutile, electrochemical reduction of titanium fluoride to titanium, and its separation from the electrolyte salts melt / Karelin, V.A., F.A. Voroshilov, A.N. Strashko, A.V. Sazonov, N.V. Karelina // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2020. – Issue 5. – V. 55. – P. 1111-1119.

Karelin, V.A. Titanium powder segregation out of cathode deposit of titanium electrolyzers / V.A. Karelin, A.N. Strashko, V.I. Sobolev, A.V. Sazonov, N.V. Karelina // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. – 2018. – Issue 5. – V. 53. – P. 856-863.

Karelin, V.A., Processing of rutile concentrates by fluorination / V.A. Karelin, F.A. Voroshilov, A.V. Sazonov, N.V. Karelina // International Journal of Civil Engineering (IJCE). – 2020. – Vol. 9. – Issue 3, Apr-May. – P. 9-26.

Карелин, В.А. Ультразвуковая обработка титан-циркониевых россыпей / А.В. Сазонов, Н.В. Карелина // Satpayev's Readings. Innovative technologies are the key to successful solving fundamental and applied problems in the ore and oil and gas sectors of the economy of the republic of Kazakhstan. – Алматы: КазННТУ им. Сатпаева, 2019. – V. 1. – С. 740-743.

Карелин, В.А. Синтез титановых порошков во фторидных расплавах солей щелочных металлов / В.А. Карелин, В.В. Шагалов, Н.В. Карелина // Актуальные проблемы урановой промышленности: сборник трудов XIX Международной науч.-практической конференции. г. Алматы, 7-9 ноября 2019 г.

**В.А. Карелин, Ш.Х. Ле, Н.В. Карелина, А.А. Смороков**

### **Фторидті балқымалардағы титан ұнтақтарының электролиттік синтезі**

**Аңдатпа:** Титан алудың өнеркәсіптік технологияларына қысқаша шолу жасалды және фторидті балқымалардан титан ұнтақтарын синтездеудің фторидті технологиясын жасау қажеттілігі дәлелденді. Фторидті балқымалардағы титан тетрафторидінен титан ұнтақтарын электролиттік алу кезінде болатын процестер сипатталған. Зертханалық қондырғының схемасы және катод тұнбасын алу операцияларының реттілігі келтірілген. Катодты ток тығыздығының титанның ток шығысына әсері зерттелді және электролиздің оңтайлы шарттары таңдалды. Титанды электролиттік алу бойынша эксперименттік нәтижелер келтірілген және ток бойынша шығу кемінде 93% - ды құрайтыны көрсетілген. Титан ұнтағының химиялық талдауы ұсынылған. Ұсынылған технология бойынша алынған титан ұнтағында қоспалардың құрамы мас 0,1% - дан аспайды, бұл өнеркәсіптік хлорид технологиясымен алынған титан губкасынан әлдеқайда аз.

**Түйінді сөздер:** фторидті балқыма, электролиз процесі, фтор, титан диоксиді және тетрафториді, қоспалар фторидтері, электролизер, катод пен анодтағы процестер

**V. Karelin, Sh., Kh., Le, N.V. Karelina, A.A. Smorokov**

### **Electrolytic synthesis of titanium powders in fluoride melts**

**Summary:** A short review of industrial technologies used for receiving titanic powders is provided. Shortcomings of existing industrial chloride production technologies of titanium are shown. The processes occurring during the electrolysis of titanic powders from fluoride fusions, with use of tetrafluoride as a reagent for the titanium, are

described. As the potential of allocation of the titanium is not similar to the potentials observed for fluoride salts in a fluoride eutectic process of allocation of the titanium proceeds with high efficiency. The scheme of laboratory installation used for carrying out electrolysis and the sequence of operations of receiving a cathodic deposit are described. The influence of the cathodic current density on the exit of the titanium current is investigated, and the optimum conditions for carrying out electrolysis are chosen. Experimental results of electrolytically receiving the titanium are given, and it is shown that the exit current is not less than 93%. Chemical analysis of the titanium powder received using the offered technology is submitted, and it is shown that the impurity content does not exceed 0.1% by mass. The powders received using the fluoride technology had a smaller number of impurities than a titanite sponge received using the industrial chloride technology.

УДК 669.334(043)

**Хумарбекулы Е., Алтмышбаева Ә.Ж., Гусейнова Г.Д.**

*Научный руководитель – Гусейнова Г.Д., ассоциированный профессор, кандидат технических наук, доцент*

*Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,*

*Казахстан, г. Алматы*

[k.era98@mail.ru](mailto:k.era98@mail.ru)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ СОРБЕНТАМИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД**

**Аннотация.** *Высокие концентрации таких примесей, как тяжелые металлы ( $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ), обуславливают высокую токсичность сточных вод. Одним из способов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов является адсорбционное извлечение. Несмотря на существующее разнообразие промышленных адсорбентов, изучение сорбционных процессов с исследованием новых сорбционных материалов представляет большой практический интерес. В статье приведены эксперименты и их результаты по извлечению ионов тяжелых металлов с использованием модифицированных цеолитов из промышленных сточных вод сорбционным методом. Как свидетельствуют результаты исследований многих авторов, цеолиты, как сорбенты, обладают целым рядом уникальных свойств, в том числе избирательным действием по отношению к извлекаемым компонентам из растворов. Поэтому дальнейшее изучение сорбционной активности модифицированных цеолитов по отношению к извлекаемым из промышленных растворов и сточных вод ионам тяжелых металлов является актуальной научной задачей. Проведенные опыты подтверждаются методами ИК-спектроскопии.*

**Ключевые слова:** *адсорбция, цеолит, ИК-спектроскопия.*

### **Текст статьи:**

Практика очистки промышленных сточных вод показывает, что в последнее время наиболее широко используются ионообменные, адсорбционные, электрохимические и мембранные методы. Эти методы более всего подходят для современных требований очистки сточных вод.

Очистка сточных вод с помощью ионного обмена применяется для извлечения из стоков металлов (цинка, меди, хрома, кобальта, никеля, свинца, ртути, кадмия, ванадия и т.п.), а также соединений мышьяка, фосфора, цианидов и радиоактивных веществ. Метод позволяет извлекать ценные компоненты при высокой степени очистки воды [1].

Традиционно в технологии применяют адсорбенты с высокоразвитой внутренней поверхностью. Увеличение объема пор в твердом теле достигается посредством создания особых условий в процессе его производства или в результате модификации. Адсорбционная способность может присутствовать у любого твердого вещества, но в промышленности

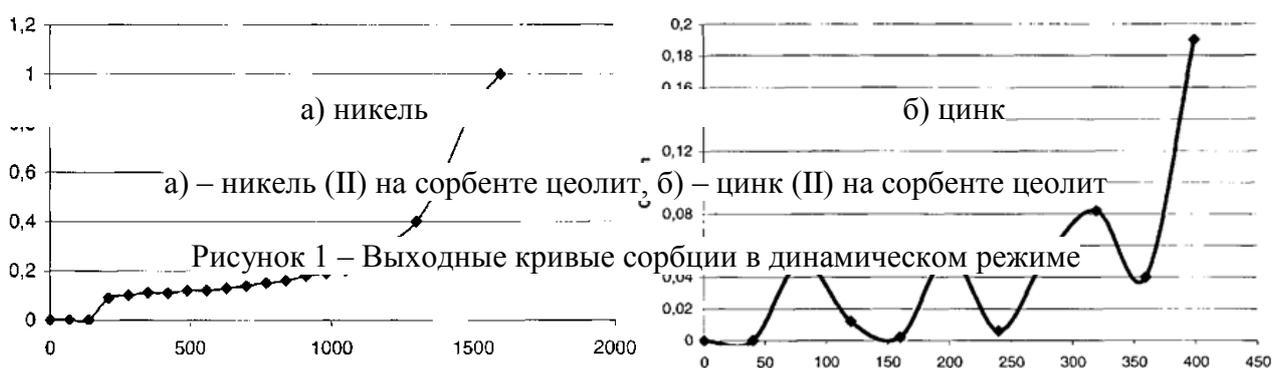
применяют только твердые сорбенты с высокоразвитой внутренней поверхностью, включающей микро-, мезо- и макропоры [2].

В качестве сорбционных материалов в данной работе использованы природные цеолиты клиноптиллолитового типа, модифицированные гексаметилдисалазаном (ГМДС) и тетраэтоксисиланом (ТЭОС) [3].

Цеолиты как сорбенты характеризуются такими физическими параметрами, как истинная и кажущаяся плотности, насыпная плотность и пористость. Цеолиты являются микропористыми сорбентами.

Сорбция велась из растворов объемом 25 мл, содержащих 0,025 мг элемента и 25 мг сорбента, с нейтральным или слабокислым. При комнатной температуре изучаемые элементы полностью сорбируются в течение 10-15 минут. Десорбция тяжелых металлов изучена с помощью растворов неорганических кислот и осуществляется 2-6 М раствором соляной кислоты.

На рисунке 1 приведены результаты процесса сорбции сточных вод  $\text{Cu}^{2+}$ -ионов никеля и цинка, используя модифицированный природный цеолит. Диапазон температур, при которых проводился процесс, составляет 20-50 °С. Этот диапазон соответствует реальным значениям температур, образующихся в промышленных сточных водах. Необходимость постановки экспериментальных исследований в таких условиях обусловлена поиском оптимальных режимов сорбции для промышленного внедрения.



Результаты полученных образцов анализировались с помощью ИК-спектроскопии. Принцип работы ИК-спектроскопии, следующий: в интервале длин волн от 2,5 до 50 мкм, происходит возбуждение колебательных движений атомов в молекуле и вращательного движения молекулы в целом. Спектры, записанные в этой области, которая называется средней ИК-областью, дают информацию о строении молекул исследуемого вещества. Таким образом, когда инфракрасное излучение с широким спектром частот проходит через пробу, то некоторые частоты поглощаются, в то время как прочие пропускаются без поглощения. Поглощенные частоты соответствуют собственным (резонансным) частотам молекулы либо целочисленному кратному этих частот. Полученные данные при помощи ИК-спектроскопии приведены ниже в виде графиков.

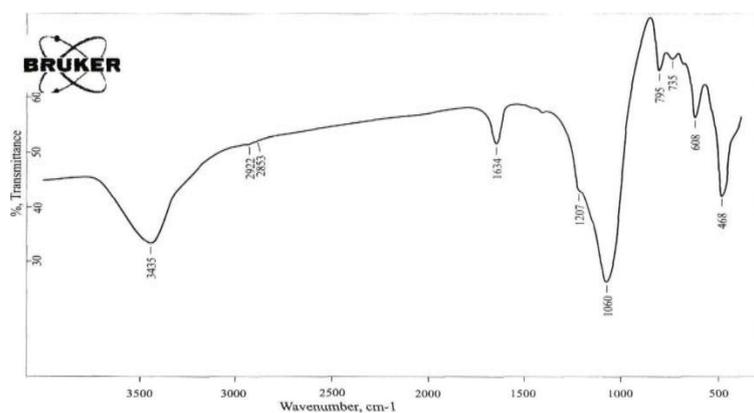


Рисунок 2 – ИК-спектр природного цеолитсодержащего туфа

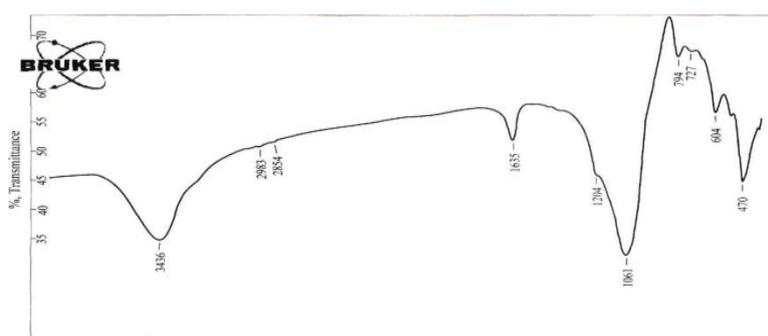


Рисунок 2 – ИК-спектр природного цеолита, модифицированного ГМДС, полученный после сорбции ионов Ni(II)

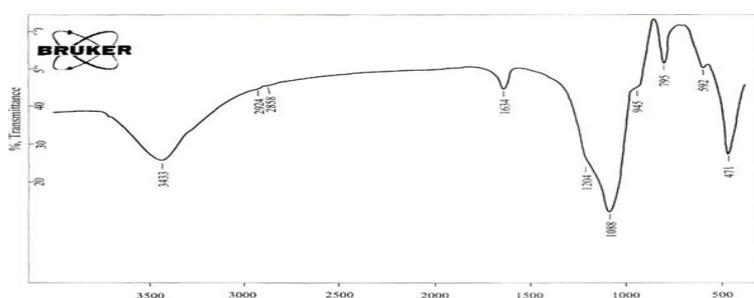


Рисунок 3 – ИК-спектр природного цеолита, модифицированного ГМДС, после десорбции ионов Zn(II)

В ИК спектрах модифицированного цеолита, наряду с полосами поглощения самого цеолита, наблюдаются очень слабые полосы поглощения в области  $3000-2800\text{ см}^{-1}$ , относящиеся к валентным колебаниям С-Н-связей фрагментов модификатора- ГМДС. Это подтверждает закрепление модификатора на поверхности природного цеолита.

Полоса поглощения при  $1062\text{ см}^{-1}$  природного цеолита на рисунке 2 смещается в высокочастотную область на  $26\text{ см}^{-1}$  и появляется при  $1088\text{ см}^{-1}$  в спектрах модифицированного цеолита после сорбции на рисунке 3, а также на рисунке 4, что может предполагать донорно-акцепторный механизм сорбции. При адсорбции ионов металлов появляются новые полосы поглощения при  $915\text{ см}^{-1}$  и при  $945\text{ см}^{-1}$ , вероятно, обусловленные колебанием связей Ni и Zn, что свидетельствуют об ионообменном механизме сорбции ионов Ni(II) и Zn(II) [4].

При рассмотрении образцов методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии на рисунке 5 показано присутствие ионов никеля и цинка на поверхности сорбентов и отсутствие следов металлов после их десорбции.

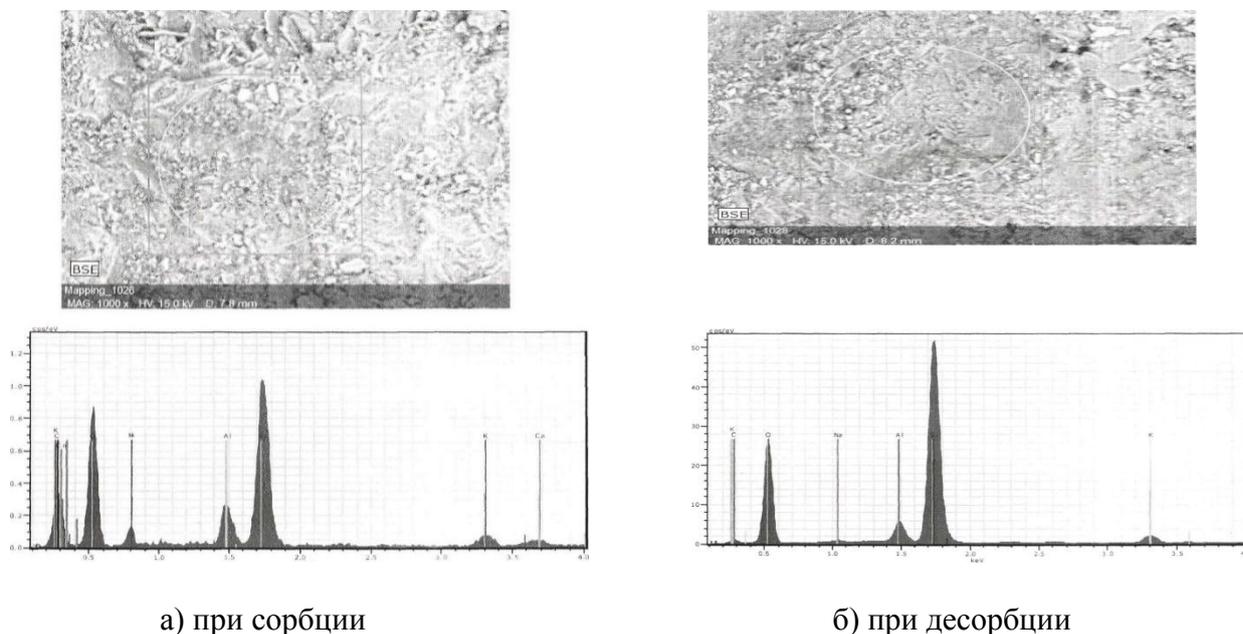


Рисунок 4 – Энергодисперсионный рентгеновский спектр природного цеолита

Таким образом, использование модифицированного цеолита для очистки сточных вод и получения ионов тяжелых металлов является осуществимой, показывая положительный эффект на окружающую среду.

#### Литература:

1. Электронная справочная энциклопедия «Википедия» [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B0\\_%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85\\_%D0%B2%D0%BE%D0%B4](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D0%B2%D0%BE%D0%B4)

Электронный справочный ресурс «Академик»

<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1851812#.D0.9F.D1.80.D0.B8.D0.BC.D0.B5.D0.BD.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5>

2. Макарова А. В. Адсорбционная очистка металлосодержащих сточных вод модифицированными цеолитами // Студенческий научный вестник России. - Краснодар: Изд-во «Пресс-Имидж», 2012. - №1-2012. С. 118-122

3. Макарова А. В., Руш Е. А. Изучение адсорбционной способности модифицированных цеолитов по отношению к ионам никеля(II) // Безопасность регионов - основа устойчивого развития: Материалы третьей международной научно-практической конференции, 12-15 сентября 2012. Иркутск: Изд-во ИрГУПС, 2012. - с. 131-135.

4. К. Накамото. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. - М.: Мир, 2014 г. - 505 с.

**Хумарбекұлы Ерасыл, Алтмышбаева Әлия Жетгенбайқызы, Гусейнова Гюльнара Джалалқызы  
Өнеркәсіптік ағынды сулардан модификацияланған табиғи цеолиттер негізінде ауыр металл  
иондарының сорбциясын сорбенттермен зерттеу**

**Резюме:** Ауыр металдар ( $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ) сияқты қоспалардың жоғары концентрациясы ағынды сулардың жоғары уыттылығын тудырады. Ағынды суларды ауыр металл иондарынан тазартудың бір әдісі –

адсорбциямен бөліп алу. Өнеркәсіптік адсорбенттердің алуан түрлілігіне қарамастан, жаңа сорбциялық материалдарды қолданумен сорбциялық процестерді зерттеу үлкен практикалық қызығушылық тудырады. Мақалада сорбциялық әдіспен өнеркәсіптік ағынды сулардан модификацияланған цеолиттерді қолдана отырып, ауыр металл иондарын бөліп алу бойынша тәжірибелер мен олардың нәтижелері келтірілген. Көптеген авторлардың зерттеу нәтижелері көрсеткендей, цеолиттер сорбенттер ретінде бірқатар ерекше қасиеттерге ие, соның ішінде ерітінділерден алынатын компоненттерге қатысты таңдамалы әсері көрсетуге болады. Сондықтан өнеркәсіптік ерітінділер мен ағынды сулардан алынған ауыр металл иондарына қатысты модификацияланған цеолиттердің сорбциялық белсенділігін одан әрі зерттеу өзекті ғылыми міндет болып табылады. Жүргізілген тәжірибелер ИҚ-спектроскопия әдісімен расталады.

**Түйінді сөздер:** адсорбция, цеолит, ИҚ-спектроскопия.

**Khumarbekuly Yerassyl, Altmyshbayeva Aliya, Gusseinova Gyulnara**  
**Investigation of sorption of heavy metal ions by sorbents based on modified natural zeolites from industrial wastewater**

**Summary:** High concentrations of impurities such as heavy metals ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) cause high toxicity of wastewater. One of the methods of wastewater treatment from heavy metal ions is adsorption. Despite the existing variety of industrial adsorbents, the study of sorption processes with the study of new sorption materials still holds a great practical interest. This article presents experiments and their results on the extraction of heavy metal ions using modified zeolites from industrial wastewater by using a sorption method. As evidenced by the research results of many authors, zeolites, as sorbents, have a number of unique properties, including a selective effect on the extracted components from solutions. Therefore, further study of the sorption activity of modified zeolites in relation to heavy metal ions extracted from industrial solutions and wastewater is an urgent scientific task. The experiments are confirmed by the methods of IR spectroscopy.

**Keywords:** adsorption, zeolite, IR spectroscopy.

УДК: 622.765(574)

**А. Р. Мамбеталиева<sup>1</sup>, Д. К. Турысбеков<sup>2</sup>, Д. Т. Амантаев<sup>1</sup>**  
*Научный руководитель - А. Р. Мамбеталиева, PhD доктор, лектор*  
*<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
*<sup>2</sup>Институт металлургии и обогащения, Казахстан, г. Алматы*  
[Alima\\_78@mail.ru](mailto:Alima_78@mail.ru)

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОЙ РУДЫ**

**Аннотация.** Увеличение потребности в полезном ископаемом, снижение качества руд требуют новых методов и подходов к решению к инновационным технологиям обогащения минерального компонента. Последние годы в руде содержание цветных металлов упало в 1,5 раза, а трудности обогащения руд обусловлены особенностями их вещественного состава. Проблема изыскания новых технологических методов и схем обогащения является актуальной задачей. Целью данной работы являлось изучение влияния модифицированных реагентов на извлечение меди и молибдена на примере медно-молибденовой руды Актогайского месторождения. Применение модифицированного реагента МФ-2 цикле селекции концентрата медно-молибденового концентрата позволяет повысить извлечение молибдена в молибденовый концентрат на 4,5 %.

**Ключевые слова:** медь, молибден, флотация, концентрат, руда.

На территории бывшего СССР насчитывается 60 месторождений молибдена, при этом месторождения молибдена разведаны в основном в России, Казахстане, Узбекистане и Армении. По оценке «Инфомайн», запасы молибдена в СНГ превышают 3 млн. т [1].

До 1998 г. на территории Казахстана разрабатывались не большие бедным запасом месторождения медно-молибденовых руд, содержание менее 1% запаса молибдена. В данный момент перерабатываются и обогащаются месторождения Актогай, Бозшаколь, Шатырколь, Кызылту.

К трудностям обогащения молибденосодержащих руд относятся необходимость очень тонкого измельчения полезного компонента, то есть разделения сульфидных минералов от минералов пустой породы идет недостаточно продуктивно, необходимо применить сложнейшие технологические режимы.

Поэтому актуальной является проблема изыскания новых технологических методов и схем обогащения молибденосодержащих руд [2-3]. Так в институте «Гинцветмет» проводились исследования с целью создания более селективно действующих, чем ксантогенаты и дитиофосфаты, реагентов-собирателей [4]. Синтезирован ряд S-замещенных диалкилдитиокарбаматов. Для флотации медно-молибденовых и полиметаллических руд наиболее перспективным признан S-цианэтил, N, N-диэтилдитиокарбамат (ДЭЦЭ), получаемый при взаимодействии диэтил-дитиокарбамата натрия и акрилонитрила. Установлено, что данный реагент является собирателем халькопирита и молибденита и не проявляет собирательных свойств по отношению к пириту [5].

Результаты исследований с применением отходов нефтяной промышленности в обогащении руд тяжелых и цветных металлов показали, что нефтешламный раствор содержит в своем составе органические вещества, обладающие избирательно гидрофобизирующим свойством минеральных частиц, с достаточно высокой адгезией (54,7 эрг/см) и может быть использован в качестве флотореагента как заменителя аполярных реагентов в коллективной флотации золотосодержащих медно-молибденовых руд [6].

Целью данной работы являлось изучение влияния модифицированных реагентов на извлечение меди и молибдена на примере медно-молибденовой руды Актогайского месторождения. Проведены работы по усовершенствованию технологии флотации медно-молибденовой руды месторождения Актогай с применением модифицированных реагентов. Изучен вещественный состав руды месторождения Актогай. Минералогический анализ показал, что в составе руды основные минералы меди и молибдена. Основными рудообразующими минералами являются халькопирит, халькозин, молибденит. По результатам химического анализа в исследуемой пробе руды месторождения Актогай содержится 0,009 % молибдена; 0,4 % меди; 0,58 % серы; 5,2 % железа; 4,6 % CaO; 16,5 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 55,7 % SiO<sub>2</sub>; 4,6 % MgO; 0,27 % Ti.

В качестве веществ для подготовки измененного реагента использовали керосин и нефть Арыскупского месторождения (реагент МФ-2). Произведен подбор оптимального соотношения совместно применяемых реагентов, которое составило 1:1.

Укрупненно-лабораторные испытания технологии обогащения медно-молибденовой руды месторождения Актогай включали цикл селекции с применением модифицированного реагента в сравнении с базовым режимом. Результаты представлены в таблице.

Таблица 1 – Результаты руды коллективного Mo-Cu концентрата месторождения Актогай в замкнутом цикле

Пробы	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Cu	Mo	Cu	Mo	
Mo конц	1,2	2,1	41,3	0,11	69,5	Керосин - 5 г/т
Cu конц	98,8	23,7	0,22	99,89	30,5	
Mo- Cu колл конц	100	23,44	0,71	100,00	100,00	
Mo конц	1,3	1,8	43,2	0,10	74,0	МФ -2 - 5 г/т
Cu конц	98,7	23,4	0,2	99,90	26,0	
Mo- Cu колл конц	100	23,12	0,76	100,00	100,00	

Результаты таблицы показывают, что при селективной флотации в замкнутом цикле с применением базового аполярного собирателя керосина получен концентрат молибдена с со

держанием Мо- 41,3 % при извлечении 69,5 % и концентрат меди: содержание минерала Си - 23,7 % при извлечении 99,89 %.

При флотации с применением модифицированного реагента получен молибденовый концентрат с содержанием молибдена 43,2 % при извлечении 74,0 % и концентрат меди с содержанием Си- 23,4 % при извлечении 99,9 %.

Применение модифицированного реагента МФ-2 цикле селекции коллективного Мо-Си концентрата, полученного из руды месторождения Актогай, позволяет повысить извлечение молибдена в молибденовый концентрат на 4,5 %.

Схема селекции и реагентный режим представлены на рисунке 1.

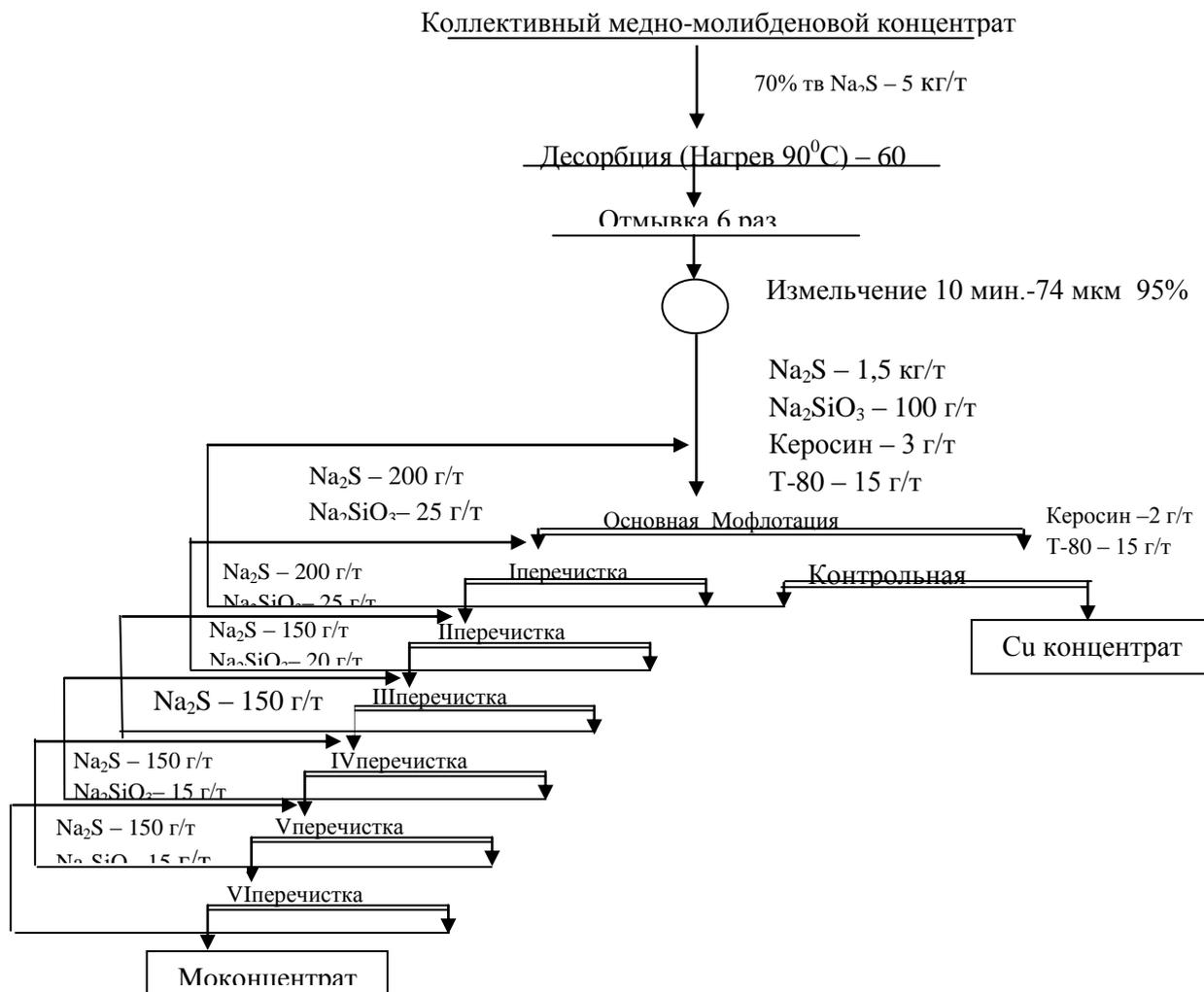


Рисунок 1 – Схема селекции коллективного медно-молибденового концентрата руды месторождения Актогай в замкнутом цикле

Таким образом, применение разработанной технологии обогащения позволит получить высококачественную товарную продукцию. Предлагаемый технологический режим флотации медно-молибденовой руды позволяет повысить степень селективного извлечения меди и молибдена из полиметаллических руд, повысить показатели обогащения, оптимизировать цикл флотации, снизить капитальные затраты, уменьшить негативное влияние на окружающую среду.

### Литературы

1. Мухтар А.А., Мухымбекова М.К., Макашев А.С., Касымова Б.К., Айтбаева М.К. Расширение минерально-сырьевой базы предприятий, перерабатывающих молибденосодержащие руды // Матер. 9 Конгр. обогатителей стран СНГ. -М., 2013.- С.427-428.

2. Бобракова А.А., Александрова Т.Н. Особенности флотации сульфидных минералов из молибденовых руд алюмосиликатного состава //Материалы IX Конгресса обогатителей стран СНГ, 2013. - Т.1. - С.115-117.

3. Гетман С.В. Инновационный подход к разработке технологии обогащения молибденовых руд //Материалы IX Конгресса обогатителей стран СНГ, 2013. - Т.1. - С.161-165.

4. Anita Ansari, Marek Pawlik Floatability of chalcopyrite and molybdenite in the presence of lignosulfonates. Part I. Adsorption studies // Minerals Engineering. - 2007.- Vol.20.- P.600–608.

5. Морозов В.В, Пестряк И.В., Баатархуу Ж., Хандмаа С. Повышение эффективности обогащения медно-молибденовых руд с применением комбинированной флотационно-биогидрометаллургической технологии //Изв. вузов. Горный журнал. - 2012. - № 4. - С.68-74.

6. Максимов И.И., Кучаев В.А., Отрожденнова Л.А., Колтунова Т.Е., Егорова В.Г. Разработка экономичных способов разделения коллективного медно-молибденово-пиритного концентрата, получаемого на монголо-российском предприятии «Эрдэнэт» //Обогащение руд. - 1997. - № 2- С.32-34.

**А. Р. Мамбеталиева, Д.К.Турысбеков, Д.Т. Амантаев.**

#### **Мыс-молибден кенін флотациялау технологиясын жетілдіру**

**Түйіндеме.** Қазбалы шикізатқа деген қажеттіліктің артуы, өндірілетін кен сапасының нашарлауы, энергия мен ресурсты үнемдеу проблемалары минералдық шикізатты байыту технологияларына жаңа тәсілдерді талап етеді. Соңғы 20 жылда кендердегі түсті металдардың құрамы 1,5 есе төмендеді, ал байытуға түсетін шикізаттың жалпы массасының 15-тен 40% - ға дейін өсті.

Жаңа технологиялық әдістер мен байыту схемаларын табу мәселесі өзекті мәселе болып табылады. Бұл жұмыстың мақсаты Ақтоғай кенорнының мыс-молибден кенін байытуда мыс пен молибденнің бөліп алу дәрежесіне түрлендірілген реагенттердің әсерін зерттеу болып табылады. Бірікті мыс-молибден концентратын таңдамалы бөлуде түрлендірілген МФ-2 реагенті қолданылады, ол молибден концентратына молибденнің бөліп алу дәрежесін 4,5%-ға арттыруға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** мыс, молибден, флотация, концентрат, кен **Түйінді сөздер:** мыс, молибден, флотация, концентрат, кен.

**Mambetaliyeva A.R., D.K. Turysbekov, Amantaev D.T.**

#### **Improvement of copper-molybdenum ore flotation technology**

**Abstract.** The growing demand for fossil raw materials, the deterioration of the quality of extracted ores, and the problems of energy and resource conservation require new approaches to mineral processing technologies. Over the past 20 years, the content of non-ferrous metals in ores has decreased by 1.5 times, and the share of hard-to-enrich ores has increased from 15 to 40 % of the total mass of raw materials received for processing. The problem of finding new technological methods and schemes of enrichment is an urgent task. The purpose of this work was to study the effect of modified reagents on the extraction of copper and molybdenum on the example of copper-molybdenum ore of the Akto gay deposit. The use of the modified MR-2 reagent in the selection cycle of the collective copper-molybdenum concentrate makes it possible to increase the extraction of molybdenum into the molybdenum concentrate by 4.5 %.

**Key words:** copper, molybdenum, flotation, concentrate, ore.

УДК: 622.765(574)

**А. Р. Мамбеталиева<sup>1</sup>, Д.К.Турысбеков<sup>2</sup> Н.М.Мажитов<sup>1</sup>, Ж.Ж. Жакупова<sup>1</sup>**

*Научный руководитель - А. Р.Мамбеталиева, PhD доктор, лектор*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*<sup>2</sup>Институт металлургии и обогащения, Казахстан, Алматы.*

### **ВЛИЯНИЕ ДОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПУЛЬПЫ НА СЕЛЕКТИВНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОТ ПУСТОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ТОНКОВКРАПЛЕННЫХ РУД**

**Аннотация.** В последнее время в промышленную переработку вводятся все более труднообогатимые полиметаллические руды, которые в обычных условиях флотации требуют тонкого измельчения, вследствие чего значительная часть минералов теряется с

*хвостами за счет ошламования. Проведены исследования в лабораторных условиях по разработке технологии переработки руды Шалкиинского месторождения, в котором суммарное содержание ценных металлов составляет 5 % (вес), из которых 70-80 % приходится на цинк и 20-30 % – на свинец. Предложено введение процессов дополнительного доизмельчения продуктов флотации - пенного продукта первой перечистки свинцовой флотации и камерного продукта основной свинцовой флотации. Установлены оптимальная степень измельчения исходной руды и оптимальная степень доизмельчения продуктов., что позволит улучшить качество концентратов и повысить извлечение свинца, цинка в разноименные концентраты.*

**Ключевые слова:** доизмельчение, флотация, цинк, свинец, концентрат.

С развитием производства потребности в минеральном сырье непрерывно возрастают. В настоящее время, перерабатываемое полиметаллическое сырье характеризуется тонковкрапленным минералогическим составом, сложными структурными характеристиками и большим содержанием вмещающих пород, что оказывает влияние на процесс флотации. В связи с этим возникает необходимость в поиске новых технологических решений при обогащении и переработке такого сырья. Один из крупных месторождений полиметаллических руд Республики Казахстан это Шалкиинское месторождение, общие запасы которого превышают 200 млн. тонн. Данное месторождение относится к числу труднообогатимых из-за содержания полезных компонентов – свинца и цинка в классе крупности менее 20 мкм. Тонкая вкрапленность руды предусматривает тонкое измельчение, что приводит к ошламованию и ухудшению флотуемости полезных минералов, теряющихся с хвостами флотации [1-3].

В современной практике флотации полиметаллического минерального сырья наибольшее распространение получили такие реагенты собиратели как ксантогенаты, аэрафлоты; в качестве активатора минералов цинка используют чаще всего медный купорос; а в качестве депрессора минералов цинка – цинковый купорос и цианид; в качестве депрессора пустых пород – жидкое стекло и др. Несмотря на известные достоинства данных реагентов реализация этих реагентов в переработку руды Шалкиинского месторождения становится затруднительной из-за тонкого взаимопрораствания полезных минералов и вмещающих пород в виде угольных сланцев и карбонатных пород.

На сегодняшний день еще не выбрана эффективная технология переработки данной руды. Это связано с тем, что пока не удастся получить селективные свинцовый и цинковый концентраты с высоким извлечением. Кроме того, тонкое измельчение руды и сорбционная способность угольных сланцев влечет за собой большие расходы флотационных реагентов, что делает процесс переработки экономически невыгодным.

Литературные данные показывают, что технологические показатели обогащения руды месторождения Шалкии невысокие: извлечение полезных минералов не превышает 60 %.

Поэтому разработка эффективной технологии переработки руды с получением высококачественных разноименных свинцового и цинкового концентратов является важной задачей. В свою очередь, решение существующих технологических проблем невозможно без разработки новых реагентных режимов и включения процессов стадийного доизмельчения камерных и промпродуктов флотации.

Проведены лабораторные исследования по определению раскрываемости полезных минералов и созданию оптимального технологического режима, обеспечивающего получение кондиционных селективных концентратов.

Для проведения исследований была использована технологическая проба свинцово-цинковой руды Шалкиинского месторождения с содержанием свинца 1,3 % (вес.) и цинка 3,7 % (вес.). Для определения формы нахождения свинца и цинка проведен фазовый анализ, который показывает, что 89 % свинца содержится в форме галенита, 6,5 % в форме англезита и церуссита. Цинк содержится в форме сфалерита 88,3 %, в окисленной форме 11,7 %. Т.е.

фазовый анализ свидетельствует о том, что ~ 90 % полезных компонентов свинца и цинка находится в сульфидной форме.

Дисперсионный анализ измельченной до 90 % по классу -0,074 мм приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты дисперсионного анализа свинцово-цинковой руды, измельченной до 90 % класса менее 0,074 мм

Класс крупности, мм	Выход, %	Суммарный выход, %	Содержание, %		Распределение, %	
			Zn	Pb	Zn	Pb
Более 0,074	10	10	3,1	1,5	8,75	9,36
-0,074 +0,050	5,2	15,2	3,8	1,8	5,58	5,84
-0,050 +0,040	10,9	26,1	3,3	1,5	10,17	10,21
-0,040 +0,030	10,1	36,2	4,0	1,8	11,41	11,35
-0,030 +0,020	11,6	47,8	3,9	1,7	12,78	12,31
-0,020 +0,010	10,5	58,3	3,4	1,5	10,08	9,83
-0,010 +0,005	16,1	74,4	3,5	1,7	15,91	17,1
-0,005 +0	25,6	100	3,5	1,5	25,32	24,0
Итого:	100		3,65	1,6	100	100

Результат дисперсионного анализа измельченной свинцово-цинковой руды показывает, что полезные компоненты сосредоточены во фракции -20 +0 мкм (таблица 1), раскрытие полезных минералов приводит к переизмельчению руды и образованию шламов.

Из-за очень тонкой дисперсности минералов галенита, сфалерита и пирита, их тесного взаимопрорастания между собой и породообразующими минералами, наличия ультратонких углистых веществ, а также присутствия легко измельчающихся минералов кальцита, наряду с трудно измельчающимися окремненными доломитами, данные руды характеризуются как труднообогатимые, из которых получение высококачественных свинцовых и цинковых концентратов весьма затруднено [2].

Лабораторные опыты по флотации проводилось по прямой селективной схеме. Свинцовый цикл состоял из основной свинцовой флотации, контрольной флотации и трех перечисток свинцового концентрата. Цинковый цикл состоял из основной цинковой флотации, двух контрольных флотаций и двух перечисток цинкового концентрата.

В основную свинцовую флотацию подавались сернистый натрий, цинковый купорос и цианид натрия для депрессии цинковых минералов, собиратель – бутиловый ксантогенат натрия, пенообразователь – Т-80. В контрольную свинцовую флотацию подавали собиратель и вспениватель, в перечистки – цинковый купорос и цианид натрия для дополнительной депрессии цинка. В основную цинковую флотацию подавали регулятор среды – известь, для создания рН=10-10,5, медный купорос, как активатор цинковых минералов, собиратель – бутиловый ксантогенат натрия, пенообразователь – Т-80. В контрольные цинковые флотации подавали активатор, собиратель и вспениватель, в перечистки – известь для создания рН=10,5-10,8 и жидкое стекло для депрессии пирита и пустой породы.

Проведены исследования по влиянию процесса доизмельчения некоторых продуктов флотации на степень раскрытия полезных минералов и их селективное разделение от пустых пород. Доизмельчению подвергались пенный продукт первой перечистки свинцовой флотации и камерный продукт основной свинцовой флотации. Степень измельчения исходной руды составил 80% по классу -0,074 мм. Степень доизмельчения пенного продукта первой перечистки составил 97 % по классу -0,074 мм, а камерного продукта контрольной флотации - 99 % по классу -0,074 мм. Сравнительные результаты без доизмельчения и с доизмельчением продуктов флотации приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты флотационных опытов обогащения Шалкинской руды на основе доизмельчения

Продукты	Выход	Содержание, %		Извлечение, %		Степень измельчения по классу -0,074 мм
	%	Zn	Pb	Zn	Pb	
Zn конц.	5,2	30	6,7	44,69	18,5	Базовый режим (80 %) без доизмельчения
Pb конц.	2,2	7,8	36,2	4,92	42,2	
Хвосты	92,6	1,9	0,8	50,40	39,3	
Руда	100	3,49	1,89	100,00	100	
Zn конц.	5,5	34,9	5,6	55,41	17,3	Исходная руда 80%, пенный продукт первой перерешетки 85%, камерный продукт контрольной флотации 85 %.
Pb конц.	2,4	6,8	38,2	4,71	51,6	
Хвосты	92,1	1,5	0,6	39,88	31,1	
Руда	100	3,46	1,78	100,00	100	
Zn конц.	5,9	39,5	4,8	60,14	15,4	Исходная руда 80%, пенный продукт первой перерешетки 90 %, камерный продукт контрольной флотации 90 %.
Pb конц.	2,5	6,1	40,2	3,94	54,7	
Хвосты	91,6	1,52	0,6	35,93	29,9	
Руда	100	3,88	1,84	100,00	100	
Zn конц.	6,1	38,7	4,3	60,62	14,6	Исходная руда 80%, пенный продукт первой перерешетки 95 %, камерный продукт контрольной флотации 95 %.
Pb конц.	2,6	6,3	41,3	4,21	59,9	
Хвосты	91,3	1,5	0,5	35,17	25,5	
Руда	100	3,89	1,79	100,00	100	

Результаты показывают, что введение дополнительного процесса доизмельчения некоторых продуктов флотации приводит к улучшению качества концентратов и повышению извлечения свинца, цинка в концентраты. В сравнении с базовым режимом содержание цинка в цинковом концентрате увеличивается на 8,7 %, извлечение цинка в цинковый концентрат - на 15,93 %. Содержание свинца в свинцовом концентрате увеличивается на 5 %, извлечение свинца в свинцовый концентрат - на 17,7 %.

По базовой технологии при степени измельчения 80 % по классу -0,074 мм получается низкая раскрываемость минералов. Для полного раскрытия минералов и увеличения флотиремости свинца и цинка требуется дополнительный процесс доизмельчения некоторых продуктов флотации.

Таким образом, проведены исследования по влиянию доизмельчения пульпы на селективность разделения полезных компонентов от пустых пород. Предложено введение дополнительного стадийного доизмельчения продуктов с целью уменьшения процесса ошламования. Установлены оптимальная степень измельчения руды и доизмельчения промпродуктов: степень измельчения исходной руды по классу -0,074 мм составила 80%, степень доизмельчения пенного продукта первой перерешетки - 97 % по классу -0,074 мм, степень доизмельчения камерного продукта контрольной флотации - 99 % по классу -0,074 мм. Процессы доизмельчения позволяют улучшить качество концентратов и повысить извлечение свинца, цинка в равноименные концентраты.

### Литература

1 Байбатша А. Б. «О новом взгляде на геологические строение и геодинамические развитие территории Казахстана» // Изв НАН РК, № Серия геол., 2008.- № 2.- С. 66-74.

2 Бектурганов Н.С., Тусупбаев Н.К., Турысбеков Д.К., Муханова А.А., Семушкина Л.В. Способ переработки труднообогатимой тонковкрапленной свинцово-цинковой руды, Предварительный патент №19554 от 16.06.2008 г.

3 Давыдов Г.И. Разработка научных основ и технологий обогащения носителей

редкоземельных из полиметаллических руд: дисс.док.тех. наук. - Алматы, 1994.

**А. Р. Мамбеталиева, Д. К. Турысбеков, Н. М. Мажитов, Ж. Ж. Жакупова.**

**Ұсақ түйіршікті кендерді байытуда қойыртпақтың ұсақталуының пайдалы компоненттерді бос жыныстардан іріктеп бөлуге әсері**

**Түйіндеме.** Соңғы уақытта өнеркәсіптік қайта өңдеуге неғұрлым қиын байытылатын полиметалл кендері енгізілуде, олар флотацияның қалыпты жағдайында ұсақ ұсақтауды қажет етеді, нәтижесінде минералдардың едәуір бөлігі қоқысқа байланысты қалдықтармен жоғалады. Зертханалық жағдайларда Шалқия кен орнының кендерін өңдеу технологиясын әзірлеу бойынша зерттеулер жүргізілді, онда бағалы металдардың жиынтық құрамы 5%-ды (салмақты) құрады, оның 70-80 %-ы мырышқа және 20-30 %-ы қорғасынға келеді. Флотация өнімдерін қосымша ұсақтау процестерін енгізу ұсынылды - қорғасын флотациясының алғашқы тазартылған көбікті өнімін және негізгі қорғасын флотациясының камералық өнімін. Бастапқы кенді ұсақтаудың оңтайлы дәрежесі және өнімдерді ұсақтаудың оңтайлы дәрежесі белгіленді, бұл концентраттардың сапасын жақсартуға және селективті концентраттарға қорғасын, мырыштың бөліп алу дәрежесін арттыруға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** ұсақтау, флотация, мырыш, қорғасын, концентрат.

**Mambetalieva A.R., D.K. Turysbekov, Mazhitov N.M, Zhakupova Zh.Zh.**

**The effect of pulp re-grinding on the selective separation of useful components from waste rock in the processing of fine-grained ores**

**Summary.** Recently, more and more difficult-to-enrich polymetallic ores have been introduced into industrial processing, which in normal flotation conditions require fine grinding, as a result of which a significant part of the minerals is lost with the tailings due to slamming. Laboratory studies were conducted to develop a technology for processing ore from the Shalkiinsky deposit, in which the total content of valuable metals is 5 % (weight), of which 70-80% is zinc and 20-30% is lead. It is proposed to introduce the processes of additional re-grinding of flotation products - the foam product of the first re-cleaning of lead flotation and the chamber product of the main lead flotation. The optimal degree of grinding of the initial ore and the optimal degree of additional grinding of the products have been established, which will improve the quality of concentrates and increase the extraction of lead and zinc into different concentrates.

**Keywords:** re-grinding, flotation, zinc, lead, concentrate.

УДК: 622.765(574)

**А.Р. Мамбеталиева<sup>1</sup>, Д.К.Турысбеков<sup>2</sup> А.Б. Бегжан<sup>1</sup>,**

*Научный руководитель - А. Р. Мамбеталиева, PhD доктор, лектор*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*<sup>2</sup>Институт металлургии и обогащения, Казахстан, Алматы.*

*[Alima\\_78@mail.ru](mailto:Alima_78@mail.ru)*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ МЕДНО-ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КОКТАСЖОЛ»**

**Аннотация.** *Исследование проводилась медно-золотосодержащей руде месторождении «Коктасжал». Месторождение «Коктасжал» находится в Каркаралинском районе Карагандинской области. Карагандинский промышленный регион в Центральном Казахстане является наиболее богатым небольшими перспективными месторождениями, которые являются дополнительными источниками рудного сырья меди, золота и серебра.*

*Результат анализов показывает с применением Амилового ксантогената натрия содержание меди увеличивается 0,9 % извлечение меди 3,1 %. Содержание золото медном концентрате увеличивается 1,8 г/т, извлечение золота медном концентрате увеличивается 5,06 %. Результат анализов показывает с применением ТС-1000 содержание меди увеличивается 4,6 % извлечение меди 2,55 %. Содержание золото медном концентрате увеличивается 5 г/т, извлечение золота медном концентрате увеличивается 5,6 %. По сравнению Бутилового ксантогената натрия расход амилового ксантогената уменьшается от 100 до 60 г/т, ТС-1000 от 100 до 30 г/т.*

**Ключевые слова:** флотация, цианирование, скорость извлечения, медистые руды, концентрат, способы добычи золота.

Содержание ценных компонентов в перерабатываемых рудах постоянно снижается. Запасы богатых руд практически исчерпаны. Так содержание меди в рудах за 100 последних лет снизилось в 10 раз, содержание железа за 30 лет в рудах снизилось в 2 раза. При переработке таких руд помимо технологических и технических аспектов приобретают значение экономические, экологические и организационные аспекты, что требует совершенствования всей горнодобывающей промышленности [1-4].

В качестве реагентов собирателей для медных и золотосодержащих руд на многих фабриках часто используют ксантогенаты калия и натрия, дитиофосфаты, реже - дитиокарбаматы, меркаптаны, соли жирных кислот и др. Однако данные собиратели не селективный по отношению к золоту и меди, т.к. активно флотируются золотосодержащие сульфиды и сульфиды, не содержащие золото. Получаемые флотационные концентраты с применением реагентных режимов, предусматривающих использование неселективных для золота и меди собирателей, характеризуются высоким выходом и низким содержанием полезного концентрата, что приводит к увеличению затрат на измельчение и гидromеталлургические процессы, что, в свою очередь, увеличивает себестоимость товарного продукта.

Поиск и разработка новых более селективных реагентов-собирателей для совершенствования процесса флотации является одной из первоочередных задач при создании инновационных технологий флотационного разделения веществ и минералов. В качестве собирателя предложено большое число органических соединений, однако используется на практике не более 160 [5]. Данные реагенты используются для селективной гидрофобизации (понижения смачиваемой) поверхности определенных минеральных частиц, что вызывает прилипание к частицам газовых пузырьков. Гидрофобизация осуществляется за счет вытеснения гидратной пленки. Прилипание пузырьков обусловлено хемосорбцией (образованием химической связи) или физической адсорбцией (ван-дер-ваальсовыми силами). В зависимости от структурных признаков собиратели могут быть анионными, катионными, амфотерными и неионогенными. В молекулах катионных и анионных реагентов содержатся полярные (карбоксо-, аминогруппы и т.д.) и неполярные (углеводородные) группы. Первые обращены к минералу и гидрофобизируют поверхность частиц, сорбируясь на ней. Неполярные группы обращены в воду и, отталкивая ее молекулы, предотвращают гидратацию поверхности частиц. Современная практика применения собирателей при флотации сульфидных руд в большинстве случаев предусматривает совместное использование ксантогенатов и аэрофлотов. Дополнительное к ксантогенатам использование аэрофлотов дает возможность не только улучшить качество получаемых сульфидных концентратов за счет более селективного действия аэрофлотов, но и повысить извлечение металлов за счет способности аэрофлотов эффективно флотировать тонкие частицы.

Большинство предлагаемых новых эффективных селективных собирателей для меди и золота не нашли практического применения на предприятиях РФ из-за их высокой стоимости, превышающей стоимость ксантогената в 4-6 раз, или из-за повышенной токсичности, а также отсутствия в РФ технической базы для производства этих флотореагентов.

Исследование проводилось на медно-золотосодержащей руде месторождения «Коктасжал». Месторождение «Коктасжал» находится в Каркаралинском районе Карагандинской области. Карагандинский промышленный регион в Центральном Казахстане является наиболее богатым небольшими перспективными месторождениями, которые являются дополнительными источниками рудного сырья меди, золота и серебра. Содержание основных компонентов в руде показано на таблице 1.

Таблица 1 - Результаты химического анализа руд

Элементы и соединения	Содержания в пробе, %	
	Окисленная руда	Сульфидная руда
Медь	0,61	0,6
Свинец	0,003	0,03
Цинк	0,014	0,02
Железо	2	3,2
Сера общая	0,43	0,8
Золото, г/т	0,72	0,82
Серебро, г/т	3,1	5,3
Диоксид кремния	70,2	65,7
Оксид магния	1,8	1,4
Оксид кальция	1,9	3,2
Оксид алюминия	15,6	13,9
Оксид калия	1,3	0,51
Оксид натрия	3,3	4,5
Пятиокись фосфора	<0,02	
П.П.П.	2,54	

Основным полезным компонентом является медь и золота. Медьсодержащие сульфидные минералы (халькопирит, борнит, ковеллин, халькозин) и самородная медь имеют второстепенное значение. Руда обогащается комбинированным методом обогащения гравитационным и флотационным. Гравитационным методом обогащается самородная золоту. Хвосты гравитаций направляются флотацию. Флотационная схема состоит из одной основной, одной контрольной и двух перевернутых. Проведены исследования по отработке технологических режимов флотации обогащения Коктасжалской обогатительной фабрики с применением базовых флотореагентов. Проведены исследования по определению оптимальных параметров базовых реагентов. Как вазовый реагент использовалась сернистый натрий, бутиловый ксантогенат и МИБК. По сравнению базовым собирателем использовались собиратели Амиловый ксантогенат и ТС-1000. Результат анализов показано на таблице 2.

Таблица 2 – Результаты флотации руды обогащения медно-золотосодержащей руды месторождения «Коктасжол» с применением разных собирателей

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Cu	Au	Cu	Au	
Сu концентрат	3,3	14,8	10,2	76,79	66,64	Na <sub>2</sub> S- 50 г/т
Пр. пр 1	1,1	1,6	2,6	2,77	5,66	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -pH=8-8,5
Пр. пр 2	0,4	3,2	5,3	2,01	4,20	БутКсан-100 г/т
Пен. контр. флотации	0,3	1,1	1,6	0,52	0,95	МИБК-30 г/т
Отв. хвосты	94,9	0,12	0,12	17,91	22,55	
Хвосты гравитаций	100	0,64	0,51	100,00	100,00	

Продолжение таблицы 2

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Cu	Au	Cu	Au	
Сu концентрат	2,5	19,4	15,2	79,34	72,24	Na <sub>2</sub> S- 50 г/т Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> -pH=8-8,5 ТС-1000-30 г/т МИБК-30 г/т
Пр. пр 1	0,9	1,2	2,3	1,81	4,12	
Пр. пр 2	0,3	2,9	4,8	1,46	2,87	
Пен. контр. флотации	0,4	1,3	2,9	0,87	2,31	
Отв. хвосты	95,4	0,1	0,1	15,98	19,00	

Хвосты гравитаций	100	0,60	0,50	100,0	100,00
Пр. пр 1	0,9	1,4	2	2,06	3,42
Пр. пр 2	0,5	2,8	5,5	2,29	5,23
Пен. контр. флотации	0,4	1	1,2	0,65	0,91
Отв. хвосты	95,7	0,1	0,1	15,66	18,19
Хвосты гравитаций	100	0,61	0,53	100,0	100,00

Результат анализов показывает с применением Амилового ксантогената натрия содержание меди увеличивается 0,9 % извлечение меди 3,1 %. Содержание золота медном концентрате увеличивается 1,8 г/т, извлечение золота медном концентрате увеличивается 5,06 %. Результат анализов показывает с применением ТС-1000 содержание меди увеличивается 4,6 % извлечение меди 2,55 %. Содержание золота медном концентрате увеличивается 5 г/т, извлечение золота медном концентрате увеличивается 5,6 %. По сравнению Бутилового ксантогената натрия расход амилового ксантогената уменьшается от 100 до 60 г/т, ТС-1000 от 100 до 30 г/т.

### Литература

1. Андреева Г.С., Горюшкина С.Я., Небера В.П. Переработка и обогащение полезных ископаемых россыпных месторождений. – М.; Недра. - 1992. - 410 с.
2. Козин В.З. Опробование на обогатительных фабриках. – М.; Недра. - 1988. - 287 с.
3. Самыгин В.Д., Филиппов Л.О. Шехирев Д.В. Основы обогащения руд. – М.; Альтекс. - 2003. - 304 с.
4. Бочаров В.А., Игнаткина В.А. Технология обогащения золотосодержащего сырья. – М.; Руда и металлы. - 2003. - 408 с.
5. Абрамов А.А. //Физ.-техн. пробл. разраб. полез. ископ. -2005. -№ 1. -С.1-14.

**А.Р. Мамбеталиева, Д.К.Турысбеков, А.Б. Бегжан.**

#### "Көктасжал" кен орнының мыс-алтын құрамды кендерін флотациялық байытуды зерттеу

**Түйіндеме:** «Көктасжал» кен орнының құрамында мыс-алтын бар кеніне зерттеу жүргізілді. Көктасжал кен орны Қарағанды облысының Қарқаралы ауданында орналасқан. Орталық Қазақстандағы Қарағанды индустриалды ауданы мыс, алтын және күмістің кен шикізатының қосымша көздері болып табылатын кішігірім ең бай кен орындарының бірі болып табылады.

Талдау нәтижелері көрсеткендей, натрий амил ксантагенатын қолданғанда мыс құрамы 0,9% -ға жоғарылайды, мыс экстракциясы 3,1% құрайды. Мыстың концентратындағы алтынның мөлшері 1,8 г / т-ға өсті, мыс концентратынан алтынның бөлінуі 5,06% өсті.

Талдау қорытындысының нәтижелері көрсеткендей, ТК-1000 қолдану кезінде мыс құрамы 4,6% -ға жоғарылаған, мыстың бөлінуі 2,55% құрайды. Мыс концентратындағы алтынның мөлшері 5 г / т-ға артады, мыс концентратынан алтынның бөлінуі 5,6% -ға артады. Натрий бутил ксантагенатын салыстыра отырып, амил ксантагенаттың шығыны 100-ден 60 г / т-ға дейін, TS-1000 100-ден 30 г / т-ға дейін азаяды.

**Түйінді сөздер:** флотация циандау, бөліп алу жылдамдығы, отқа төзімді кендер, мыс кендері, концентрат, алтын өндіру әдістері.

**Mambetaliyeva Mambetaliyeva A.R., D.K. Turysbekov A.R, Begzhan**

#### Research of flotation enrichment of copper-gold-bearing ore of the Koktaszhol deposit

**Summary.** The study was conducted in the copper-gold ore deposit "Koktaszhol". The Koktaszhol field is located in the Karkaraly district of the Karaganda region. The Karaganda industrial region in Central Kazakhstan is the richest in small promising deposits, which are additional sources of ore raw materials of copper, gold and silver.

The analysis results show that with the use of sodium amyl xanthogenate, the copper content increases by 0.9 % and the copper recovery is 3.1 %. The gold content of copper concentrate increases by 1.8 g / t, the gold recovery of copper concentrate increases by 5.06 %. The analysis results show that with the use of TS-1000, the copper content increases by 4.6 % and the copper recovery is 2.55 %.

The content of gold in copper concentrate increases by 5 g / t, the extraction of gold in copper concentrate increases by 5.6 %. In comparison with sodium Butyl xanthogenate, the consumption of amyl xanthogenate decreases from 100 to 60 g/t, TS-1000 from 100 to 30 g/t.

**Key words:** flotation, cyanidation, extraction rate, copper ores, concentrate, methods of gold mining.

*А. Р. Мамбеталиева<sup>1</sup>, Д.К. Турысбеков<sup>2</sup>, Заинабитдинов М.Д<sup>1</sup>, Таймасова А.Н.*

*Научный руководитель - А. Р. Мамбеталиева, PhD доктор, лектор*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*<sup>2</sup>Институт металлургии и обогащения, Казахстан, Алматы.*

*[Alima\\_78@mail.ru](mailto:Alima_78@mail.ru)*

## **ВЛИЯНИЕ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ ФЛОТАЦИИ БОЗШАКОЛЬСКОЙ РУДЫ**

**Аннотация.** *Исследование проводилось влияния разных вспенивателей на качество и извлечение медсодержащего концентрата. Для вспенивателя использовалось часто используемые реагенты: Т-90, МИБК, ОПСБ*

*Исследование проводилось медно-молибденой руде месторождении «Бозшаколь». Месторождение Бозшаколь (Бощекуль), недропользователем которого является корпорация «Казахмыс», расположено в Республике Казахстан, в Павлодарской области в 90 км западнее г. Экибастуз. Определена оптимальная степень измельчения руды. Установлен оптимальный базовый режим цикла коллективной медно-молибденовой флотации, для создания рН среды 8,0-9,0 использована известь, а в качестве сульфидизатора – сульфид натрия. Данные реагенты подавались в процесс измельчения.*

*Исследование проводилось тестовым опытом для определения оптимального расхода каждого вспенивателя. Полученный оптимальный результат проводилось укрупненным режиме. Наилучший результат показал реагент МИБК при расходе 15 г/т.*

**Ключевые слова:** *руда, флотация, реагент, медь, молибден, концентрат.*

Традиционно при флотационном обогащении применяют в качестве пенообразователей спирты или спиртосодержащие продукты, а именно сосновое масло, крезол, реагент Т-66, циклогексанол и др. Несмотря на их хорошие вспенивающие свойства, тем не менее они имеют некоторые недостатки, связанные с высокой стоимостью реагентов, отсутствием отечественного производства. Некоторые вспениватели плохо растворимы в воде, вследствие чего снижается селективность разделения и извлечение ценных компонентов. Для улучшения технологических показателей в таких случаях приходится подавать дополнительное количество реагента, что приводит к перерасходу и дополнительным затратам.

Сосновое масло является прозрачной жидкостью, имеет оттенок от светло-желтого до темно-желтого. Этот вспениватель является дефицитным и дорогостоящим. Он не растворяется в воде, его целесообразно использовать в виде эмульсии. Кроме того, он характеризуется низким селективным действием и недостаточно высокими технологическими показателями.

Вспениватели крезол и циклогексанол не применяются на обогатительных фабриках, это связано с тем, что в их состав входит сильно токсичное вещество фенол. Наряду с этим, они, подобно сосновому маслу, обладают низким селективным действием.

В состав вспенивателя Т-66 входят одно- и многоатомные спирты пиринового и диоксидного ряда (до 60 %), простые эфиры (до 20-25 %), легколетучие компоненты (до 15-20 %). Для Т-66 характерны недостаточно высокие вспенивающие свойства, что требует дополнительной подачи реагента (расход до 0,1-0,15 кг/т), приводящий к снижению степени селективного разделения ценных компонентов.

В практике флотации полиметаллических руд в последнее время взамен Т-66 успешно используется реагент Т-80. Оба реагента содержат одно- и двухвалентные спирты пиранового и диоксидного ряда. Разница в том, что в состав реагента Т-66 входят простые эфиры, а в состав реагента Т-80 - сложные эфиры. Этим объясняется слабая растворимость в воде и недостаточно высокие вспенивающие свойства реагента. При флотации данный реагент испо

льзуется в виде водной эмульсии или в нерастворенном виде, что влечет за собой сравнительно большой расход указанного вспенивателя [1].

Пенообразующая способность вспенивателя растет с ростом их концентрации в растворе. Эта зависимость объясняется процессом мицеллообразования: максимальный объем пены наблюдается при достижении критической концентрации мицеллообразования. При критической концентрации мицеллообразования формируется адсорбционный слой с максимальной механической прочностью. Дальнейшее увеличение концентрации вспенивателя в растворе приводит к снижению скорости диффузии молекул в поверхностный слой и к некоторому снижению пенообразующих свойств [2- 3].

Исследование проводилось влияния разных вспенивателей на качество и извлечение медсодержащего концентрата. Для вспенивателя использовались часто используемые реагенты: Т-90, МИБК, ОПСБ

Исследование проводилось медно-молибденовой руде месторождения «Бозшаколь». Месторождение Бозшаколь (Бощекуль), недр пользователем которого является корпорация «Казахмыс», расположено в Республике Казахстан, в Павлодарской области в 90 км западнее г. Экибастуз. Усреднённый химический состав первичных сульфидных руд месторождения Бозшаколь (в том числе и Восточного участка Бошекуль) приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав проб первичных сульфидных руд месторождения Бозшаколь

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Mo	0,0045	Pb	0,01-0,03
Cu	0,36	Fe	4,84-6,75
Au, г/т	0,11-0,21	Mg	2,11-2,58
Ag, г/т	1,7-3,1	Hg	<0,0001-0,0001
Al	8,3-8,6	Mn	0,15-0,19
Sb	<0,006	Ni	0,0018-0,0021
As	0,063-0,072	Re	<0,00019
Cd	<0,001	Zn	0,04-0,07
Bi	<0,002	Se	<0,001
Ca	0,92-1,05	SiO <sub>2</sub>	58,3-59,7
S <sub>общ</sub>	0,76-0,81	S <sub>общ</sub>	1,21-1,35
Co	0,0025-0,0031	Te	<0,0079

Фазовым анализом определено содержание сульфидных форм меди в пробах 92,3-96,7 % отн., из них первичными сульфидами представлено 80,8-88,3 % отн.

Молибден на 77,8-87,5 % отн. представлен сульфидными формами, такими как молибденит, и на 12,5-22,2 % отн. - окисленными формами: молибдит, повелит и вульфенит.

Железо в руде представлено пиритом, гематитом и халькопиритом на 45,0-57,9 % отн., магнетитом и гидроокислами – на 42,1-55,0 % отн.

По результатам минералогического анализа основными рудными минералами являются пирит и халькопирит, магнетит, гидроокислы железа. К второстепенным и редким минералам были отнесены пирротин, ярозит, ковеллин, халькозин, сфалерит и молибденит. Составляющими минералами рудовмещающих пород являются плагиоклаз, серицит, хлорит, биотит, кварц, эпидот и другие.

В цикле коллективной медно-молибденовой флотации руды месторождения Бозшаколь (Бошекуль) проводились опыты по установлению оптимальной степени измельчения и реагентного режим. В процесс измельчения подавали известь для создания рН среды равной 8,0-9,0; сульфид натрия для сульфидизации минералов.

Технологическая схема месторождения Бозшаколь (Бошекуль) представлена на рисунке 1.

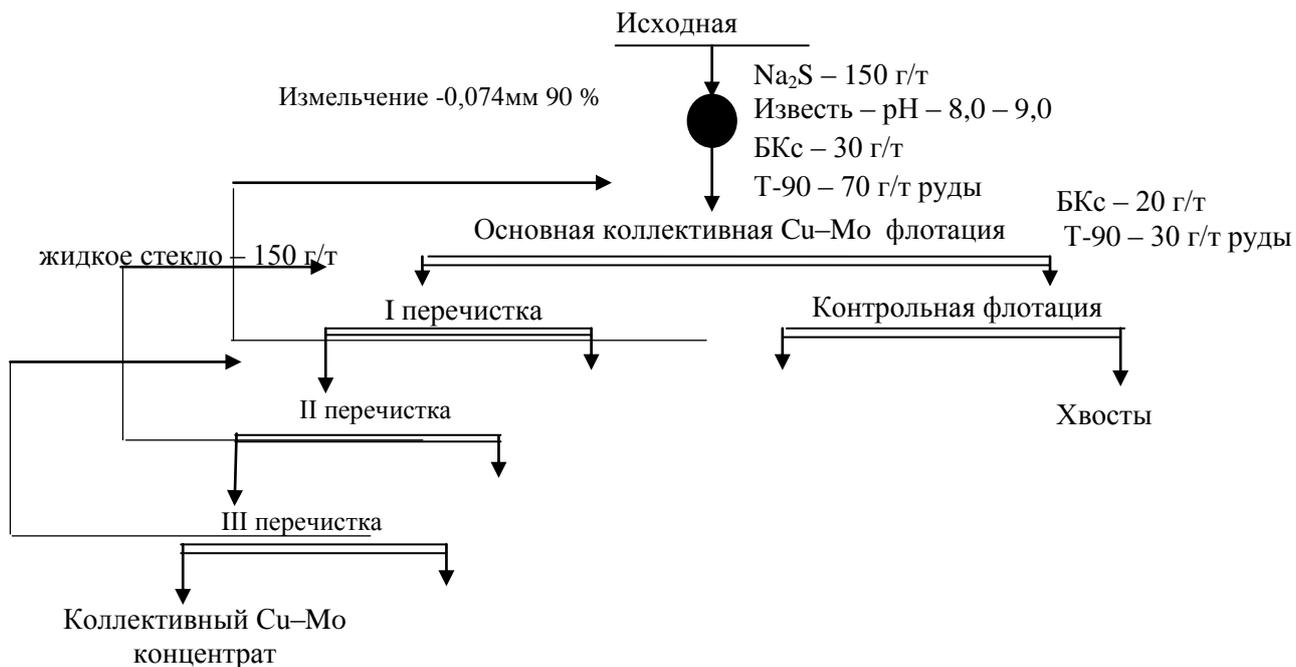


Рисунок 1 - Схема коллективной медно-молибденовой флотации руды месторождения Бозшаколь (Бошекуль)

Исследование проводилась тестовом опытам для определение оптимального расхода каждого вспенивателя. Полученный оптимальный результат проводилась укрупненным режиме.

Таблица 2 – Результаты руды месторождения Бозшаколь в зависимости от разного вида вспенивателей

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Cu	Mo	Cu	Mo	
Си-Мо концентрат	1,3	21	0,4	73,45	72,5	Т-90 – 50 г/т
Хвосты	98,7	0,1	0,002	26,55	27,5	
Исходная руда	100	0,37	0,007	100,00	100,0	МИБК – 15 г/т
Си-Мо концентрат	1,2	22,6	0,42	75,31	70,8	
Хвосты	98,8	0,09	0,0021	24,69	29,2	ОПСБ – 30 г/т
Исходная руда	100	0,36	0,007	100,00	100,0	
Си-Мо концентрат	1,4	19,8	0,38	75,75	70,1	
Хвосты	98,6	0,09	0,0023	24,25	29,9	
Исходная руда	100	0,37	0,008	100,00	100,0	

С применением пенообразователя Т-90 50 г/т получен коллективный медно-молибденовый концентрат с содержанием меди 21 % при извлечении 73,45 % и содержанием молибдена 0,4 % при извлечении молибдена 72,5 %. С применением пенообразователя МИБК 15 г/т получен коллективный медно-молибденовый концентрат с содержанием меди 22,6 % при извлечении 75,31 % и содержанием молибдена 0,42 % при извлечении молибдена 70,8 %. С применением пенообразователя ОПСБ 30 г/т получен коллективный медно-молибденовый концентрат с содержанием меди 19,8 % при извлечении 75,75 % и содержанием молибдена 0,38 % при извлечении молибдена 70,1 %. Наилучший результат показал регент МИБК при расходе 15 г/т.

## Литературы

1. Патент 2024321 РФ Способ флотации полиметаллических руд. Гак Т. Л; Курилков Б. Р; Варламов В. Г; Бегалинов А. Б; Первых В. И; Исаков С. И. Опубликовано 15.12.1994;
2. Л.Я.Шубов, С.И.Иванков, Н.К.Щеглова. Флотационные реагенты в процессах обогащения минерального сырья-М.: Недра,1990. -Книга-1, с..5-26.
3. Бабак В.Г., Павлова А.Н., Свитова Т.Ф., Даниленко А.Н., Егоров В.В., Варламова Е.А. Поверхностные свойства и мицеллообразование в водных растворах гомологического ряда катионных поверхностно-активных мономеров. // Коллоид. журн., 1996, Т. 58, № 1, С. 5-12.

**А. Р.Мамбеталиева, Д.К.Турсыбеков, М.Д. Зайнабитдинов, А.Н. Таймасова**

### **Бозшакөл кенін флотациялау кезінде көбіктендіргіштердің әсері**

**Түйіндеме.** Мысқұрамды концентраттың сапасы және бөліп алу дәрежесіне әсер етуші әр түрлі көбіктендіргіштерге зерттеу жұмыстары жүргізілді. Көбіктендіргіш ретінде жиі қолданылатын реагенттер: Т-90, МИБК, ОПСБ.

"Бозшакөл"кен орнында мыс-молибден кеніне зерттеу жүргізілді. Бозшакөл кен орнындағы пайдалы казбаларды пайдаланушы "Қазақмыс" корпорациясы. Бозшакөл кен орны Қазақстан Республикасында, Павлодар облысында Екібастұз қаласынан батысқа қарай 90 км жерде орналасқан. Бозшакөл ((*Бошечуль*)) кен орнының кендерін мыс-молибден флотациялау циклінде ұжымдық мыс-молибден концентратын алу үшін қажетті ұсақтаудың оңтайлы дәрежесін және реагенттік режимді белгілеу бойынша тәжірибелер жүргізілді. Ұнтақтау процесіне ортаның рН=8,0-9,0 жасау үшін әк берілді; минералдарды сульфидтеу үшін натрий сульфиді берілді. Әр көбіктің оңтайлы шығынын анықтау үшін сынақ тәжірибелерімен зерттеу жүргізілді. Алынған оңтайлы нәтиже кеңейтілген режимде жүргізілді. Ең жақсы нәтижені МИБК регенті 15 г/т тұтыну кезінде көрсетті.

**Түйінді сөздер:** кен, флотация, реагент, мыс, молибден, концентрат.

**A.R Mambetaliyeva, D.K. Turysbekov, M.D. Zainabitdinov, A.Taimassova**

### **Influence of foaming agents in the flotation of Bozshakol ore**

**Summary.** The study was conducted on the influence of different foaming agents on the quality and extraction of medical concentrate. For the foaming agent, frequently used reagents were used: T-90, MIBK, OPSB

The study was carried out in copper-molybdenum ore deposit "Bozshakol". The Bozshakol (Boschekul) deposit, the subsurface user of which is the Kazakhmys corporation, is located in the Republic of Kazakhstan, in the Pavlodar region, 90 km west of the city of Ekibastuz. In the cycle of collective copper-molybdenum flotation of ore from the Bozshakol (Boschekul) deposit, experiments were carried out to establish the optimal degree of grinding and the reagent regime necessary to obtain a collective copper-molybdenum concentrate. Lime was fed into the grinding process to create a pH of the medium equal to 8.0-9.0; sodium sulfide for mineral sulfidization. The study was conducted by test experiments to determine the optimal flow rate of each foamer. The obtained optimal result was carried out in an enlarged mode. The best result was shown by the MIBK reagent at a flow rate of 15 g/t.

**Keywords:** ore, flotation, reagent, copper, molybdenum, concentrate.

УДК 622.79:544.7

<sup>1</sup> А.М.Мырзабекова, <sup>2</sup> М.Б.Рыспаева

*Научный руководитель: Н.К. Тусупбаев зав.лаб. д.т.н., профессор, член-корр. КазНАЕН*

<sup>1</sup>*Satbayev University, г. Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан*

## **ОЦЕНКА ОБЩУЮ ЭНЕРГИЮ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ МИНЕРАЛОВ ПОЛИМЕРНЫМИ ФЛОКУЛЯНТАМИ**

**Аннотация.** На основании расширенной теории устойчивости дисперсных систем Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (ДЛФО) выполнен анализ парной энергии взаимодействия частиц минералов с различными значениями краевого угла смачивания и полимерного флокулянта. Определены условия, при которых возможна флокуляция частиц. Использовано модифицированное уравнение ДЛФО для расчета количества макромолекул

флокулянта, взаимодействующих с частицей дисперсной фазы суспензии различных минералов.

**Ключевые слова:** минералы, энергия гидрофобного взаимодействия, полимерные флокулянты, флокуляция, общая энергия взаимодействия.

Современные требования, предъявляемые к качеству продукции обогатительных предприятий, эффективности ресурсосбережения и охране окружающей среды от вредных выбросов, обуславливают насущную необходимость совершенствования существующих и разработки новых технологий обогащения минерального сырья, в том числе, технологии разделения суспензий продуктов обогащения.

В связи с этим очевидна актуальность задачи повышения эффективности применения флокулянтов. Оценка и прогнозирования технологических показателей процессов разделения суспензий с использованием флокулянтов до настоящего времени осуществляется на основании результатов экспериментальных исследований. В то же время следует отметить, что современные теоретические исследования о механизмах фазового взаимодействия в дисперсных системах позволяют количественно оценить принципиальную возможность агрегирования частиц дисперсной фазы суспензий полимерными флокулянтами.

Анализ парной энергии взаимодействия частицы твердой фазы суспензий с полимерного флокулянта выполнен в соответствии теорией ДЛФО [1]. Были приняты следующие допущения:

- рассматриваются частицы твердой фазы крупностью свыше 1 мкм;
- частицы твердой фазы имеют сферическую форму;
- макромолекула полимера в водной фазе суспензии имеет форму статистического клубка, который в первом приближении также может рассматриваться как сфера;
- все заряженные функциональные группы полимера (в данном случае – карбоксильные) принимают участие в образовании поверхностного заряда статистического клубка.

Классическая теория ДЛФО рассматривает парную энергию взаимодействия частиц дисперсной фазы, при этом, как правило, учитывает две составляющие: электростатическую ( $U_{ОТТ}$ ), обусловленную отталкиванием одноименно заряженных ионов, и молекулярную ( $U_M$ ), обусловленную силами притяжения Ван-дер-Ваальса [2]:

$$U_{ОТТ} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot r_1 \cdot r_2 (\phi_1^2 + \phi_2^2)}{4(r_1 + r_2)} \cdot \left[ \frac{2\phi_1 \phi_2}{\phi_1^2 + \phi_2^2} \ln \left( \frac{1 + e^{-kh}}{1 - e^{-kh}} \right) + \ln(1 - e^{-2kh}) \right] \quad (1)$$

$$U_M = - \frac{A_{123}^* \cdot r_1 \cdot r_2}{6h(r_1 + r_2)} \quad (2)$$

где  $\varepsilon_0$  – абсолютная диэлектрическая проницаемость ( $8,85 \cdot 10^{-12}$  Ф/м);  $\varepsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость (для воды при  $T = 293\text{K}$  равна 80);  $r_1, r_2$  – радиусы частиц соответственно 1 – го и 2 – рода, м;  $\phi_1, \phi_2$  – потенциалы поверхностей соответствующих частиц, В;  $h$  – расстояние между частицами, м;  $A_{123}^*$  – константа Гамакера для взаимодействия двух частиц различной природы (индексы 1 и 2) через прослойку дисперсионной среды (индекс 3), Дж;  $\kappa$  – параметр Дебая,  $\text{м}^{-1}$ .

Кроме упомянутых выше составляющих потенциальной энергии необходимо учитывать гидрофобное взаимодействие, обусловленное тем, что энергия водородной связи между молекулами воды превосходит энергию их взаимодействия с неполярными частицами. Согласно [2], величина энергии гидрофобного взаимодействия  $U_{ГФ}$  зависит от расстояния между частицами  $h$  следующим образом:

$$U_{ГФ} = C \cdot e^{-\frac{h}{D}} \quad (3)$$

или:

$$U_{ГФ} = C_0 \cdot e^{-\frac{h}{D_0}} + C_1 \cdot e^{-\frac{h}{D_1}} \quad (4)$$

где  $C, C_o, C_l, D, D_o, D_l$  – экспериментальные константы.

Практические расчеты по формулам (3) и (4) затруднены по причине сложности определения названных констант.

В работе [3] предложено более простое и удобная методика расчета величины  $U_{ГФ}$ :

$$U_{ГФ} = - \frac{K_H \cdot r_1 \cdot r_2}{6h(r_1+r_2)} \quad (5)$$

где  $K_H$  – константа гидрофобного взаимодействия частиц (1) и (2) через прослойку дисперсионной среды; для частиц твердой фазы величина  $K_H$  рассчитывается исходя из значения краевого угла смачивания дисперсной фазы дисперсионной средой (в данном случае – угла натекания)  $\theta$ :

$$K_H = a \cdot e^{b \cdot \theta} \quad (6)$$

где  $a$  и  $b$  – экспериментальные постоянные, зависящие от величины  $\theta$  (таблица 1)

Таблица 1 – Значения экспериментальных констант  $a$  и  $b$

Краевой угол смачивания	$a$	$b$
$\theta < 87^\circ$	$2,8 \cdot 10^{-21}$	0,04041
$87^\circ < \theta < 91^\circ$	$5,1 \cdot 10^{-44}$	0,6551
$\theta < 91^\circ$	$6,7 \cdot 10^{-27}$	0,2252

Таким образом, суммарная потенциальная энергия парного взаимодействия  $U$  выражается следующим уравнением:

$$U = U_{ОТТ} + U_M + U_{ГФ} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \cdot r_1 \cdot r_2 (\phi_1^2 + \phi_2^2)}{4(r_1+r_2)} \cdot \left[ \frac{2\phi_1 \phi_2}{\phi_1^2 + \phi_2^2} \ln \left( \frac{1+e^{-kh}}{1-e^{-kh}} \right) + \ln(1 - e^{-2kh}) \right] - \frac{A_{123}^* \cdot r_1 \cdot r_2}{6h(r_1+r_2)} - \frac{K_H \cdot r_1 \cdot r_2}{6h(r_1+r_2)} \quad (7)$$

Следует отметить, что величина  $U_{ОТТ}$  имеет положительный знак, и с увеличением расстояния между частицами  $h$  убывает (по абсолютной величине) значительно быстрее, чем величины  $U_M$  и  $U_{ГФ}$ . Следовательно, силы молекулярного и гидрофобного притяжения являются дальнедействующими, в отличие от силы электростатического отталкивания, действие которой имеет существенное значение на сравнительно небольших расстояниях (до 15-20 нм). Зависимость величин  $U, U_{ОТТ}, U_M$  и  $U_{ГФ}$  от  $h$  (для угла  $\theta = 60^\circ$ ) представлена на рис.1.

На кривой зависимости  $U$  от  $h$  (рис.1) выделяются следующие области:

I – дальний потенциальный минимум; соответствует расстоянию, превышающему сумму радиусов двойных электрических слоев взаимодействующих частиц; в этой области преобладают дальнедействующие силы молекулярного и гидрофобного притяжения.

II – потенциальный барьер, возникающий при перекрытии двойных электрических слоев частиц; в результате сила электростатического отталкивания больше сил притяжения.

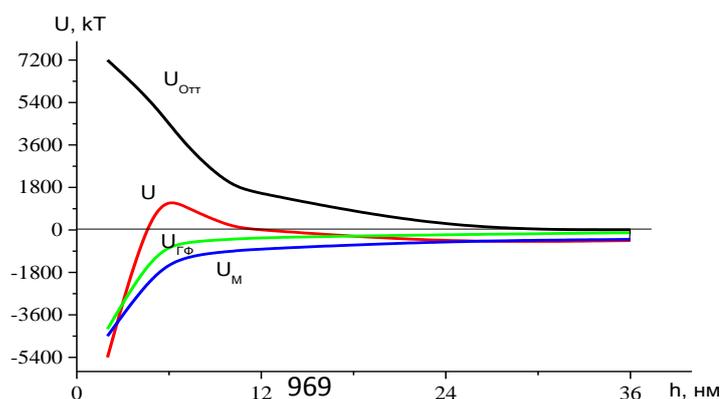


Рисунок 1 – Зависимость составляющих потенциальной энергии взаимодействия от расстояния для частиц угольного шлама ( $\theta = 60^\circ$ ): I – дальний потенциальный минимум; II – потенциальный барьер; III – ближний потенциальный минимум

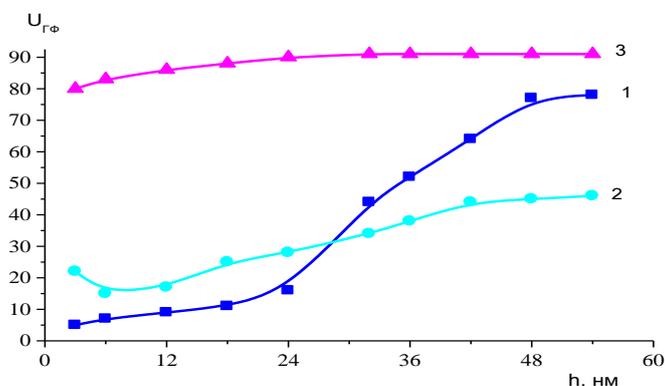


Рисунок 2 – Зависимость долевого участия энергии гидрофобного взаимодействия минеральных частиц от расстояния. 1 – бентонитовая глина  $\theta = 25^\circ$ ; 2 – угольный шлам  $\theta = 60^\circ$ ; 3 – сульфидные минералы  $\theta_{ср.} = 92^\circ$

III – ближний потенциальный минимум; соответствует сближению частиц на расстояние, равное радиусу потенциалопределяющих ионов (с учетом толщины гидратных слоев), составляющих порядка нескольких Å.

Долевое участие отдельных составляющих потенциальных энергии взаимодействия частиц зависит от расстояния между частицами и краевого угла смачивания. На рис.2 видно, что для гидрофильной глины и умеренно гидрофобного угля долевое участие величины  $U_{ГФ}$  на расстоянии до 15 нм не превышает 20%, так как преобладает энергия электростатического отталкивания; с увеличением расстояния долевое участие возрастает до 30-70%. Другими словами, в данной области величины  $U_{ГФ}$  и  $U_M$  сопоставимы. Для сульфидного минерала, характеризующегося высокой степенью гидрофобности, во всем рассматриваемом интервале значений  $h$  энергия гидрофобного взаимодействия превалирует: ее долевое участие составляет не менее 80%.

Таким образом, при расчетах потенциальной энергии частиц обязательно следует учитывать гидрофобную составляющую, поскольку для минералов с  $\theta < 90^\circ$  по порядку величины она сопоставима с электростатической и молекулярной составляющими, а для гидрофобных минералов ( $\theta > 90^\circ$ ) превосходит названные составляющие на 1 и 2 порядка.

На основании результатов анализа парной энергии взаимодействия анионоактивного полиакриламидного флокулянта с минеральными частицами установлено, что возможны следующие варианты потенциальных кривых взаимодействия (рис.3).

Кривая (1): при высоте потенциального барьера больше (10-15)  $kT$  и ординате дальнего потенциального минимума менее (1-2)  $kT$  система агрегативно устойчива, поскольку макромолекулы флокулянта не фиксируются в области названного минимума, а проскальзывают относительно частиц твердой фазы [6]. Следовательно, в данном случае флокуляция частиц по мостиковому механизму маловероятно.

Кривая (2): в случае наличие невысокого потенциального барьера и дальнего потенциального минимума с глубиной больше (1-2)  $kT$  и абсциссой порядка 10-30 нм вполне возможна фиксация макромолекулы полимера в данной области и образование мостиковых связей между частицами твердой фазы. При этом образуются, как правило, крупные флокулы с высоким содержанием воды.

Кривая (3): отсутствие потенциального барьера свидетельствует об агрегативной неустойчивости системы. Частицы твердой фазы и макромолекулы полимера могут сближаться на расстояние порядка нескольких Å. В данном случае образуются компактные, плотные флокулы.

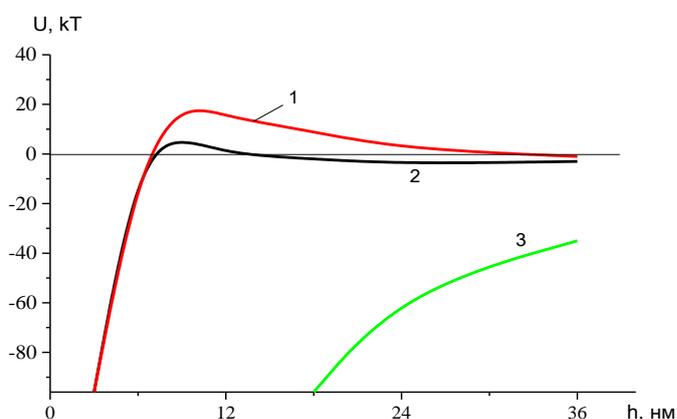


Рисунок 3 – Потенциальные кривые взаимодействия анионного флокулянта А-150 с минеральными частицами. 1 - сульфидные минералы 2 - бентонитовая глина 3 - угольный шлам

Рассмотренные дисперсные системы содержат частицы только одного минерала. Несомненный интерес представляют закономерности флокуляции минеральных суспензий, содержащих по крайней мере два компонента, существенно отличающихся друг от друга по значениям поверхностных свойств (электрокинетический потенциал, краевой угол смачивания, константа Гамакера). Общеизвестным является утверждение о том, что растворимы в воде флокулянты (полиакриламид и его производные, полиэтиленоксид, полимеры четвертичных аммониевых оснований и др.) в общем случае считают действующими на минеральные суспензии неселективно [4]. Однако результаты исследований по разделению гематита и кварца, приведенные в работе [5], дают основание полагать, что селективная флотация может быть эффективной в случае применения сильных анионоактивных производных полиакриламида для минеральных суспензий, один из компонентов которых обладает высоким отрицательным поверхностным зарядом, и, следовательно, практически не взаимодействует с флокулянтом (соответствует кривой (1) на рисунок 3). В то же время флокуляция целевого компонента происходит беспрепятственно (рис.3 кривая 3). В работе [6] на примере угля ОФ «Распадская» экспериментально показали, что применение анионоактивных производных полиакриламида позволяет селективно разделить шлам на угольный концентрат и отходы.

Следует отметить, что теория ДЛФО не учитывает влияние концентрации твердой фазы и полимера на характер их взаимодействия. Поэтому представляется целесообразным определить в аналитическом виде количество макромолекул флокулянта, способных взаимодействовать с частицей твердой фазы определенного диаметра.

Рассмотрим сферическую частицу диаметром  $d_1$  и ее окрестность, ограниченную сферой диаметром  $d_5$ , определенным исходя из условия:

$$d_5 = d_1 + 2(d_2 + h_k) \quad (8)$$

где  $d_2$  – диаметр статистического клубка полимера;  $h_k$  – расстояние между частицей и клубком полимера, соответствующее ближнему или дальнему потенциальному минимуму.

Объем пространства  $V_X$  между сферами диаметрами  $d_1$  и  $d_5$  составит:

$$V_X = \frac{\pi}{6}(d_S^3 - d_1^3) = \frac{\pi}{6}[6d_1^2(d_2 + h_k) + 12d_1(d_2 + h_k)^2 + 8(d_2 + h_k)^3] \quad (9)$$

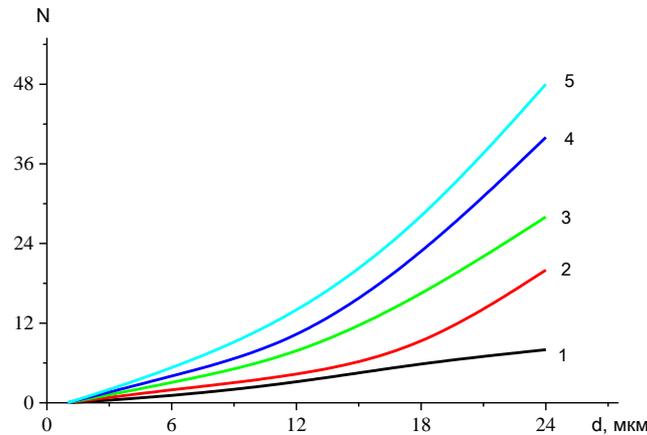


Рисунок 4 – Зависимость количества макромолекул полимера, находящихся в зоне взаимодействия с минеральной частицей от ее размера: 1 – 15 г/т; 2 – 30 г/т; 3 – 45 г/т; 4 – 60 г/т; 5 – 75 г/т

Следовательно, количество макромолекул полимера в объеме  $V_X$  при известных значениях дозы флокулянта  $d_\phi$  и содержания твердого в суспензии  $C_T$  выражается следующим образом:

$$N_X = 10^{-3} \cdot \frac{\pi}{6} \cdot d_\phi \cdot C_T \cdot N_A \cdot \frac{1}{M_\phi} [6d_1^2(d_2 + h_k) + 12d_1(d_2 + h_k)^2 + 8(d_2 + h_k)^3] \quad (10)$$

где  $N_A$  – число Авогадро;  $M_\phi$  – молекулярная масса флокулянта.

Таким образом, количество макромолекул флокулянта, способных взаимодействовать с частицей твердой фазы, пропорционально квадрату диаметра частицы.

Расчетные значения величины  $N_X$  в зависимости от диаметра частиц при молекулярной массе флокулянта  $2,5 \cdot 10^7$  кг/моль, содержании твердого в суспензии  $20$  кг/м<sup>3</sup> и дозе флокулянта от  $20$  до  $100$  г/т приведены на рис.4. Поскольку величина  $h_k$ , согласно приведенным выше расчетным данным, не превышает  $25$  нм (почти на  $2$  порядка меньше по сравнению с  $d_2$ ), то ее влиянием на количество макромолекул  $N_X$  можно пренебречь.

Данные расчетов по формуле (10) свидетельствуют, что в рассмотренном диапазоне значений дозировок полимера макромолекулы последнего (при условии равномерного распределения в объеме суспензии) могут сблизиться на расстояние  $h_k$  с частицами, имеющими диаметр не менее  $5-8$  мкм. Для частиц диаметром порядка  $1-2$  мкм флокуляция не исключена, то маловероятна.

### Литература

- 1 Дерягин Б.В., Чураев Н.В., Муллер В.М. Поверхностные силы. – М.: Наука, 1985. – 398с.
- 2 Yoon R.-H., Mao L. Application of extended DLVO theory. IV. Derivation of flotation rate equation from first principles // Journal of Colloid and Interface Science. - 1996. - V. 181, № 2.- P. 613-626.
- 3 Yoon R.-H., Flinn D.H., Rabinovich Y.I. Hydrophobic Interactions between Dissimilar Surfaces // Journal of Colloid and Interface Science. - 1997. - V. 185, № 2.- P. 363-370.

4 Борц М.А., Бочков Ю.Н., Рябченко А.Н. Флокуляция угольных и минеральных суспензий за рубежом: Экспресс-информация / ЦНИЭИУголь. – М.: 1989, вып. 22. – 32с.

5 Read A.D. Selective flocculation separations involving hematite // Institution of Mining and Metallurgy. Transactions / Section C. - 1971. - V. 80. - P. 24-31.

6 Новак В.И., Гольберг Г.Ю. Исследование селективной флокуляции тонкодисперсных угольных шламов // Вода: химия и экология. – 2010, № 4. – С.9-13.

**А. М. Мырзабекова., М. Б. Рыспаева**

**Полимер флокулянттары бар минералды бөлшектердің өзара әрекеттесуінің жалпы энергиясын бағалау**

**Түйіндеме.** Дерягин-Ландау-Фервей-Овербек (ДЛФО) дисперстік жүйелерінің тұрақтылығының кеңейтілген теориясы негізінде минерал бөлшектерінің шеттік жұғу бұрышының әртүрлі мәндерімен полимерлік флокулянттар қатысында олардың өзара жұптық әрекеттесуінің энергиясына талдау жасалды. Бөлшектердің флокуляциясының мүмкін болатын шарттары анықталды. Әртүрлі минералдар суспензиясының дисперстік фазасының бөлшегімен әрекеттесетін флокулянт макромолекулаларының санын есептеу үшін түрлендірілген ДЛФО теңдеуі қолданылды.

**Түйінді сөздер:** минералдар, гидрофобты өзара әрекеттесу энергиясы, полимерлік флокулянттар, флокуляция, өзара әрекеттесудің жалпы энергиясы.

**A.M. Mirzabekova., M.B. Ryspaeva**

**Estimation of the total energy of interaction of mineral particles with polymer flocculants**

**Abstract.** Based on the extended stability theory of the Deryagin-Landau-Fairway-Overbeek disperse systems (DLFO), the analysis of the pair energy of interaction of mineral particles with different values of the wetting edge angle and the polymer flocculant is performed. The conditions under which flocculation of particles is possible are determined. The modified DLFO equation is used to calculate the number of flocculant macromolecules interacting with a particle of the dispersed phase of a suspension of various minerals.

**Keywords:** minerals, hydrophobic interaction energy, polymer flocculants, flocculation, total interaction energy.

УДК 669.4.6

**Г. Ж. Молдабаева, Ш. Сәулебекқызы, А.Н. Таймасова**

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

*Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты, Қазақстан, Алматы қаласы*

*[g.moldabaeva@bk.ru](mailto:g.moldabaeva@bk.ru), [saulebekkyzy.sh@mail.ru](mailto:saulebekkyzy.sh@mail.ru)*

**СЕЛЕН ЖӘНЕ ТЕЛЛУР ТИОТҰЗДАРЫНЫҢ ТҮЗІЛУ КИНЕТИКАСЫ**

**Аннотация.** 573-873 К температура диапазонында және әртүрлі тәжірибелерде селен мен теллур тиотұздарының пайда болу кинетикасы зерттелді. Қарастырылған екі жүйеде бастапқы реактивті заттардың өзара әрекеттесуін сипаттайтын ең дәл модель Авраамия-Ерофеев-Колмогоров теңдеуі екендігі анықталды. Кинетикалық қисықтардың температура мен жылдамдық константаларына, сондай-ақ активтендірудің көрінетін энергиясының мәндеріне байланысты өзгеру сипаты өтпелі және диффузиялық режимдерде селен мен теллур тиотұздарының түзілу реакцияларының жүруін көрсетеді.

**Түйінді сөздер:** өзара әрекеттесу дәрежесі, өзара әрекеттесу жылдамдығы, кинетика, жылдамдық константасы, натрий тиоселениті, натрий тиотеллуриі.

Жаңа технологиялық схемаларды әзірлеу және тиотұз металлургиясы әдістерімен қорғасын және мыс балқыту өндірістерінің жартылай өнімдерін өндеудің қазіргі процестерін жетілдіру кезінде металл тиотұздарының пайда болуының кинетикалық заңдылықтарын білу қажет. Бұрын жүргізілген есептеулер көрсеткендей, тиотұз синтезінің реакциялары Гиббс энергиясының теріс мәндерін 573 к-ден төмен температурада алады, яғни бұл реакциялар қатты фазаларда мүмкін болады. Алайда, осы температурадағы реакциялар жылдамдығы аз болуы мүмкін. Сондықтан тиотұз синтезінің шарттарын тек процестің кинетикасын зерттеу негізінде зерттеуге болады.

Іс жүзінде селен мен теллур тиотұздарының түзілу реакциясы гетерогенді болып табылады, яғни өзара әрекеттесу фазалық бөлімнің бетінде жүзеге асырылады, және кез-келген топохимиялық өзара әрекеттесу сияқты, ол реактивті компоненттердің кеңістіктік орналасуына байланысты, өзгертілген құрамның жаңа фазаларының пайда болуымен байланысты және жалпы жағдайда бірқатар қарапайым процестерден тұрады. Кристалдық тордың бұзылуы, компоненттердің химиялық өзара әрекеттесуі, қатты дененің бетіндегі сорбциялық процестер, диффузия процестері және реакция өнімдерінің фазалық шекарасында түзілу және олардың кристалдануы жүреді [1-4].

Гиббс бос энергиясын есептеу селен мен теллур тиотұздарының пайда болуының термодинамикалық ықтималдығын өте төмен температурада жүргізуге болатындығын көрсетті. Алайда, мұндай жағдайда қалыптасу жылдамдығы шамалы болады. Осыған байланысты 5, 10, 15, 30, 60 минут тәжірибе ұзақтығымен 573-873 К температура аралығында тиоселенит пен натрий тиотеллуриінің түзілу кинетикасына зерттеулер жүргізілді.

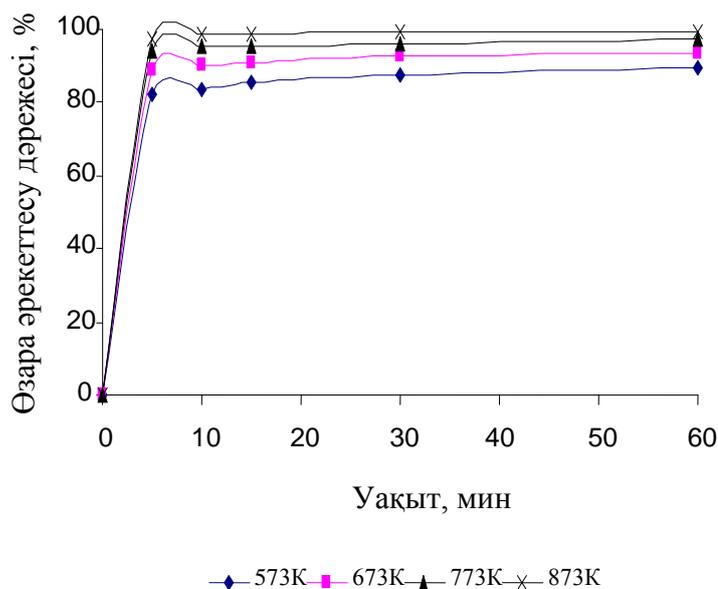
Селен және теллурий тиотұздарының пайда болу кинетикасын зерттеу нәтижелері металл селен – натрий сульфиді – күкірт және металл теллур – натрий сульфиді-күкірт селен мен теллурий тиотұздарының пайда болуы өте тиімді екенін көрсетті.

1-кестеден көріп отырғанымыздай, 573 К температурада және 5 минуттық экспозицияда қарастырылып отырған жүйеде өзара әрекеттесу дәрежесі айтарлықтай мөлшерге жетеді және 82,1% - ға тең. 873 К температурада және тәжірибенің бірдей ұзақтығында өзара әрекеттесу дәрежесі 97,1% құрайды. Айта кету керек, температураның жоғарылауы селен тиотұзының түзілуіне айтарлықтай әсер етеді, ал тәжірибе ұзақтығының артуы әлдеқайда аз әсер етеді.

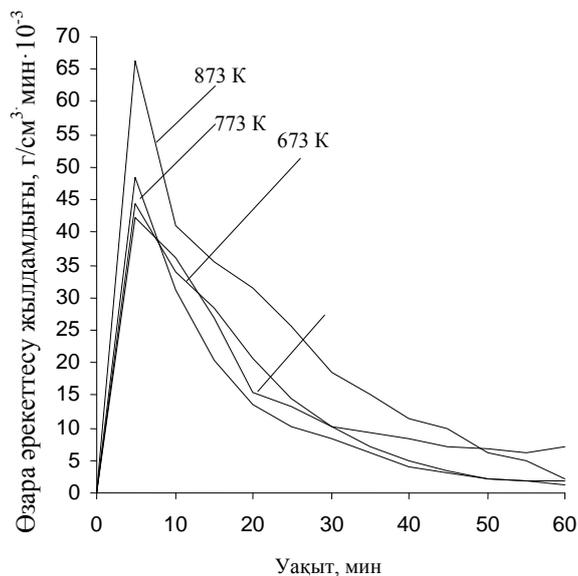
1073 К температурада және 60 минут ұстау кезінде өзара әрекеттесу дәрежесі 99,5% - ға жетеді. Өзара әрекеттесу дәрежесінің тәуелділігі асимптотикалық түрде 100% - ға жақындады (1-сурет).

Кесте 1 - Se-Na<sub>2</sub>S-S<sub>2</sub> жүйесіндегі өзара әрекеттесу дәрежесінің өзгеруі

Уақыт, мин	573 К	673 К	773 К	873 К
	Өзара әрекеттесу дәрежесі, %			
5	82,1	88,5	94,3	97,1
10	83,8	90,3	95,1	98,5
15	85,2	91,1	95,4	98,9
30	87,3	92,7	96,1	99,2
60	89,2	93,4	97,2	99,5



Сурет 1 - Se-Na<sub>2</sub>S-S<sub>2</sub> жүйесіндегі уақыт бойынша өзара әрекеттесу дәрежесінің тәуелділігі



Сурет 2 - Se-Na<sub>2</sub>S-S<sub>2</sub> жүйесіндегі уақытқа байланысты өзара әрекеттесу жылдамдығы

Бұл жүйеде жылдамдық тұрақтысы келесі мәндерге ие: 573 К температурада 1,505мин<sup>-1</sup> және 873 К температурада 3,449мин<sup>-1</sup>, яғни температураның жоғарылауымен өзара әрекеттесу жылдамдығының тұрақтысы артады. 573-673 К, 673-773 К, 773-873 К температура аралығында активтендіру энергиясы келесі мәндерге ие: 44,9; 42,1; 38,4 кДж/моль.

Компьютерде алынған мәліметтерді математикалық өңдеу зерттелген процестер үшін Авраами-Ерофеев-Колмогоров теңдеуі ең қолайлы екенін атап өтуге мүмкіндік береді:

$$\ln \ln(1/1 - x) = \ln K + n \ln \tau$$

мұндағы  $x$ -өзара әрекеттесу дәрежесі;

$K$ -өзара әрекеттесу жылдамдығының тұрақтысы, мин<sup>-1</sup>;

$n$ -коэффициент;

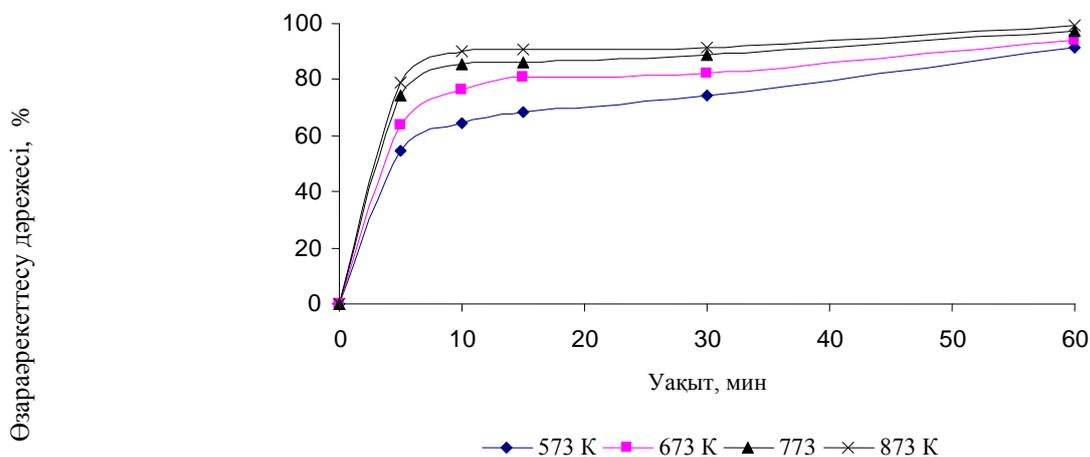
$\tau$ -өзара әрекеттесу уақыты.

Теллур тиотұзының пайда болу кинетикасын зерттеу нәтижелері термодинамикалық талдау деректерін растайды және бастапқы реактивтер тиотұз түзілу үшін қатты фазаларда белсенді әрекеттесетінін көрсетеді. 5 минут ішінде 573 К дейін реактивті компоненттердің қоспасы қызған кезде  $\text{Na}_2\text{TeS}_3$  синтезі жағдайында өзара әрекеттесу деңгейі 54,5% құрайды.

Өзара әрекеттесу дәрежесі температураның жоғарылауымен тез өсіп, 873 К-да 79,2% жетеді, 60 минут ұсталған кезде ол 93,3% құрайды. 573-тен 873 К дейінгі температурадағы жылдамдық константасы 0,894-тен  $2,312\text{мин}^{-1}$ -ге дейін ұлғаю жағына өзгереді. 573-673 К, 673-773 К, 773-873 К температура аралығында активтендіру энергиясы келесі мәндерді алады: 29,5; 19,7; 11,4 кДж/моль.

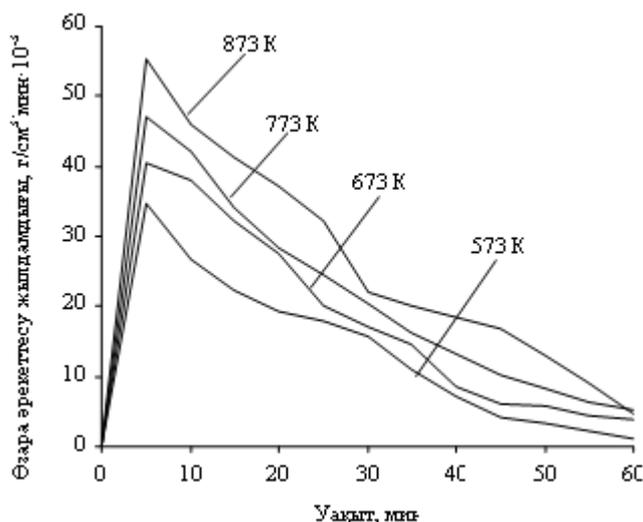
Кесте 2 -  $\text{Te-Na}_2\text{S-S}_2$  жүйесіндегі өзара әрекеттесу дәрежесінің өзгеруі

Уақыт, мин	573 К	673 К	773 К	873 К
	Өзара әрекеттесу дәрежесі, %			
5	54,5	63,6	74,2	79,2
10	63,8	76,3	85,8	90,4
15	68,3	80,7	86,4	90,9
30	74,4	82,1	88,5	91,3
60	80,3	87,7	90,6	93,3



Сурет 3 -  $\text{Te-Na}_2\text{S-S}_2$  жүйесіндегі уақыт бойынша өзара әрекеттесу дәрежесінің тәуелділігі

Тиотұздар синтезінің қатты фазалық реакцияларын жүзеге асыру кезінде натрий сульфидінің тоғыздысулы кристаллогидратын вакуумды кептіру нәтижесінде пайда болатын тепе-теңдік ақауларының жоғары концентрациясы бар натрий сульфиді пайдаланылғанын атап өткен жөн.



Сурет 4-Te-Na<sub>2</sub>S-S<sub>2</sub> жүйесіндегі уақытқа байланысты өзара әрекеттесу жылдамдығы

Атап айтқанда, бұл жағдай күкірт иондарын қосымша енгізумен бірге кристалл торының құрамдас бөліктерінің диффузиялық қозғалғыштығын едәуір арттырады, өзара әрекеттесу жылдамдығын арттырады. Сонымен қатар, реакция барысында жүзеге асырылатын жылу әсерінің артуы тепе-тең емес ақаулардың жойылуына ықпал етеді. Бұдан натрий сульфидін вакуумдық кептіру кезінде пайда болатын тепе-тең емес ақаулардың концентрациясы процестің бастапқы сатысында өзара әрекеттесудің жоғары жылдамдығын анықтайтын селен мен теллур тиотұздарының синтезіне белгілі бір әсер етеді.

#### Әдебиеттер

- 1 Еремин Е.Н. Основы химической кинетики. – М.: Высшая школа, 1976. – 374 с.
- 2 Болдырев В.В. Методы изучения кинетики термического разложения твердых веществ. – Томск, 1958. – 332 с.
- 3 Розовский А.Я. Кинетика топохимических реакций. – М.: Химия, 1974. – 224 с.
- 4 Семиохин И.А. и др. Кинетика химических реакций. – М., 1995. – 346 с.

**Г. Ж. Молдабаева, Ш. Саулебекқызы**

#### **Кинетика образования тиосолей селена и теллура**

В температурном диапазоне 573-873 К и при различной продолжительности опытов проведены исследования кинетики образования тиосолей селена и теллура. Установлено, что наиболее точной моделью для описания взаимодействия исходных реагирующих веществ в двух рассмотренных системах является уравнение Авраамии-Ерофеева-Колмогорова. Характер изменения кинетических кривых в зависимости от температуры и констант скоростей, а также значений кажущейся энергии активации свидетельствует о протекании реакций образования тиосолей селена и теллура в переходном и диффузионном режимах.

Ключевые слова: степень взаимодействия, скорость взаимодействия, кинетика, константа скорости, тиоселенит натрия, тиотеллури́т натрия.

**G. Zh. Moldabaeva , Sh. Saulebekkyzy**

#### **Kinetics of formation selenium and tellurium thiosols**

The kinetics of the formation of selenium and tellurium thiosols were studied in the temperature range of 573-873 K and at different experiment durations. It is established that the most accurate model for describing the interaction of the initial reacting substances in the two systems under consideration is the Avraamiya-Erofeev-Kolmogorov equation. The nature of changes in the kinetic curves as a function of temperature and velocity constants, as well as the values of the apparent activation energy, indicates the course of reactions of the formation of selenium and tellurium thiosols in the transition and diffusion modes.

УДК 669.334

**А. Мулик, С.С. Коныратбекова**  
*Satbayev University, Республика Казахстан, г. Алматы*  
[s.konyratbekova@satbayev.university](mailto:s.konyratbekova@satbayev.university)

## ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ И ДЕСОРБЦИИ ЗОЛОТА ИЗ ИОДИДНЫХ ПРОДУКТИВНЫХ РАСТВОРОВ

**Аннотация.** Статья посвящена изучению сорбции и десорбции золота и иода из продуктивных растворов после выщелачивания. Объектом исследования был ионит марки АМ-2Б и АН-21 и иодидный продуктивный раствор. В процессе данной работы определены оптимальное значение рН раствора, для сорбции золота и иода ионитами и объемная емкость смолы. Приведены результаты сорбции золота и иода в динамических и статических условиях. В ходе процесса были изучены такие свойства ионита как удельный объем набухшего ионита, насыпная плотность и влажность. Таким образом, сорбция золота и иода из продуктивных растворов на ионитах марки АМ-2Б и АН-21 является эффективной, а элюирование золота раствором сернокислого нитрата натрия достаточно полно извлекает золото в элюат (> 90 %).

**Ключевые слова:** сорбция, ионит, раствор, емкость, концентрация, извлечение.

При переработке золотосодержащих растворов после выщелачивания концентратов, полученных при обогащении природного сырья, растворы могут содержать примеси цветных металлов, железа и др. Поэтому для извлечения золота следует применять высокоселективные способы.

Золото из иодидных растворов после выщелачивания можно извлекать методом сорбции на анионитах. В качестве сорбентов нами предложено использовать аниониты марки АМ-2Б и АН-21, которые производятся в промышленном масштабе [1] и обладают ценными технологическими свойствами. С целью оценки и сравнения ионообменных свойств предлагаемых ионитов была проведена сорбция золота в сопоставимых условиях в статическом режиме без достижения полной обменной емкости сорбентов. Опыт проводили в конических колбах емкостью 2 дм<sup>3</sup>, в которые наливали по 1 дм<sup>3</sup> золотосодержащего иодидного раствора и при перемешивании добавляли сорбент. Результаты сорбции золота и иода приведены в таблицах 1, 2 и на рисунке 1.

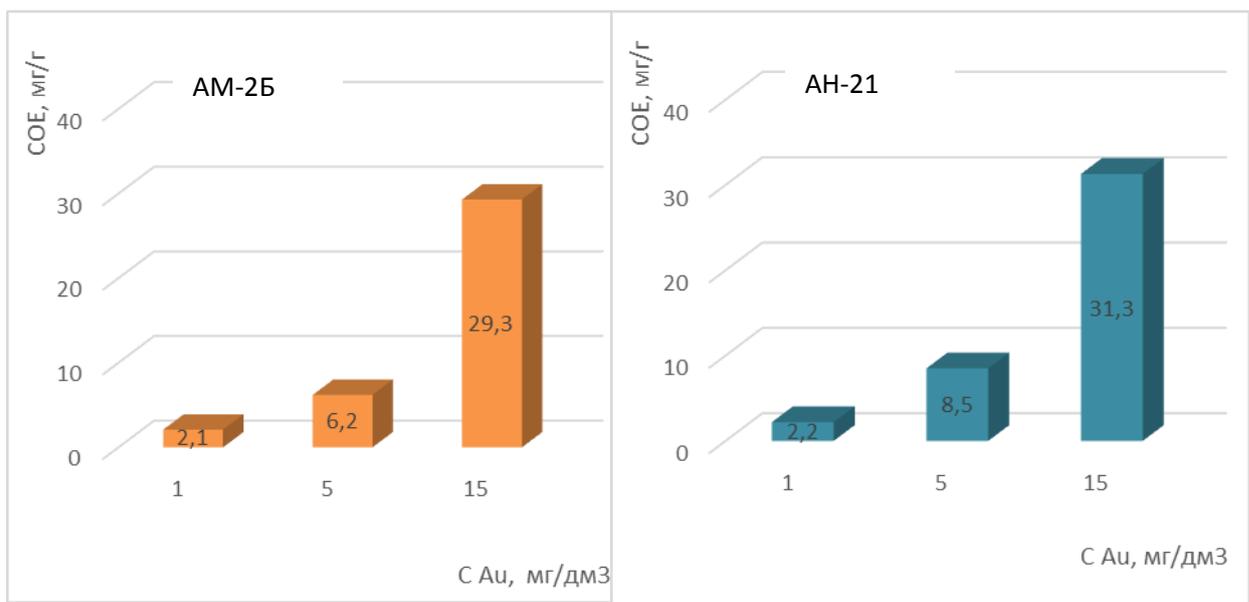
Полученные данные свидетельствуют о достаточном высоком извлечении золота предлагаемыми ионитами, причем смола АН-21 обладает более высокой емкостью по золоту. Сорбцию золота в динамических условиях проводили в колонке, в которую загружали 1 см<sup>3</sup> сорбента. Через слой ионита пропускали золотосодержащий иодидный раствор с содержанием 50 мг/дм<sup>3</sup> I<sub>2</sub> и 5 мг/дм<sup>3</sup> Au. Согласно предварительным данным скорость пропускания раствора через колонку поддерживали ~ 40 см<sup>3</sup>/ч.

Сорбцию золота на ионитах в динамических условиях оценивали косвенно по проскоку иода в рафинат, поскольку иод связан с золотом в комплексные анионы [AuI<sub>4</sub>]<sup>-</sup> и [AuI<sub>2</sub>]<sup>-</sup>. Анализ смол показал достижение содержания металла на анионите АН-21 60 мг/г, а на анионите АМ-2Б – 40 мг/г.

Таблица 1 – Результаты сорбции золота на анионитах АМ-2Б и АН-21 при C<sub>I<sub>2</sub> исх</sub> = 5 мг/дм<sup>3</sup>

Сорбент	СОЕ, мг/г	Остаточное содержание золота в растворе, мг/дм <sup>3</sup>	Степень извлечения золота в сорбент, %
C <sub>Au исх</sub> = 1 мг/дм <sup>3</sup>			
АМ-	2,1	0,05	95,0

2Б			
АН-21	2,2	0,01	99,0
$C_{Au_{исх}} = 5 \text{ мг/дм}^3$			
АМ-2Б	6,2	0,4	92,0
АН-21	8,5	0,2	96,0
$C_{Au_{исх}} = 15 \text{ мг/дм}^3$			
АМ-2Б	29,3	1,8	88,0
АН-21	31,3	0,9	94,0
Примечание: $V_{р-ра} = 1 \text{ дм}^3$ ; $V_{сорбента} = 1,5 \text{ см}^3$ , насыпная масса АМ-2Б–0,42 г/см <sup>3</sup> , АН-21– 0,3 г/см <sup>3</sup> , рН ~ 3.			



а

б

Условия сорбции: а, б –  $C_{Au_{исх}} = 15 \text{ мг/дм}^3$ ;  
Рисунок 1 – Результаты сорбции золота в статических условиях

Таблица 2 – Результаты сорбции золота на анионитах АМ-2Б и АН-21 при  $C_{Au_{исх}} = 15 \text{ мг/дм}^3$

Сорбент	COE, мг/г	Остаточное содержание золота в растворе, мг/дм <sup>3</sup>	Степень извлечения золота в сорбент, %
$C_{I_{исх}} = 5 \text{ мг/дм}^3$			
АМ-2Б	29,3	1,8	88,0
АН-21	31,3	0,9	94,0
$C_{I_{исх}} = 50 \text{ мг/дм}^3$			
АМ-2Б	30,3	1,35	91,0
АН-21	32,3	0,45	97,0
$C_{I_{исх}} = 100 \text{ мг/дм}^3$			
АМ-2Б	31,0	1,05	93,0
АН-21	39,2	0,08	99,5
Примечание: $V_{р-ра} = 1 \text{ дм}^3$ ; $V_{сорбента} = 1,5 \text{ см}^3$ , насыпная масса АМ-2Б – 0,42 г/см <sup>3</sup> , АН-21 – 0,3 г/см <sup>3</sup> , рН ~ 3.			

Элюирование золота сернокислыми растворами тиомочевины [2] (таблица 3, рисунок 2) не позволило достигнуть полного извлечения металла ( $\epsilon_{Au} < 50\%$ ). Десорбция золота раствором сернокислого нитрата натрия (5 %  $H_2SO_4$  и 50 г/дм<sup>3</sup>  $NaNO_2$ ), предложенная авторами работы [3], позволила достаточно полно извлечь золото в элюат (> 90 %) (таблица 4).

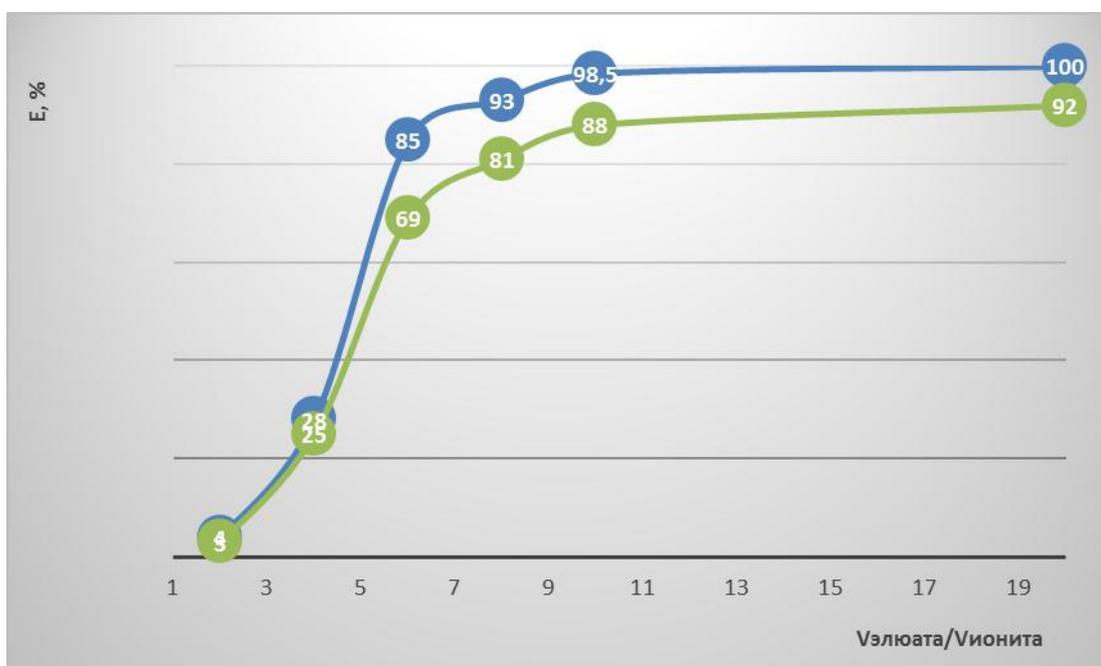


Рисунок 2 – Степень десорбции золота.

Таблица 3 – Результаты элюирования золота раствором тиомочевины

та, V_элюата/V_иони см <sup>3</sup> /см <sup>3</sup>	CAu в элюате, мг/дм <sup>3</sup>		Степень десорбции золота, %	
	АН-21	АМ-2Б	АН-21	АМ-2Б
2	176,6	140	3	3
4	706,6	510	15	14
6	1410	1070	39	37
8	293,3	280	44	43

Продолжение таблицы 3

та, V_элюата/V_иони см <sup>3</sup> /см <sup>3</sup>	CAu в элюате, мг/дм <sup>3</sup>		Степень десорбции золота, %	
	АН-21	АМ-2Б	АН-21	АМ-2Б
10	176,6	186,6	47	47
20	23,3	18,6	49	49
30	12	9,3	50	50

Примечание: Элюат с  $H_2SO_4 \sim 25 \div 30$  г/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{тиомочевины}} \sim 80-90$  г/дм<sup>3</sup>; приведены усредненные результаты

Таблица 4 – Результаты элюирования золота сернокислым раствором  $NaNO_2$  из насыщенных ионитов АМ-2Б и АН-21.

V_элюата/V_ионита, см <sup>3</sup> /см <sup>3</sup>	CAu в элюате, мг/дм <sup>3</sup>		Степень десорбции золота, %	
	АН-21	АМ-2Б	АН-21	АМ-2Б
2	236,6	140	4	3
4	1410	976,6	28	25
6	3350	2093,3	85	69

8	470	556,6	93	81
10	323,3	326,6	98,5	88
20	17,3	37,3	100	92
30	–	18,6	100	94
35	–	9,3	100	95
Примечание: СОЕ АМ-2Б = 31,0 мг/г; СОЕ АН-21 = 39,2 мг/г; Вионита – 1,5 см <sup>3</sup> .				

Десорбция золота на 98,5 % может быть осуществлена 9-10-ю удельными объемами регенерирующего раствора.

Таким образом, сорбция золота и иода из продуктивных растворов на ионитах марки АМ-2Б и АН-21 является эффективной, а элюирование золота раствором сернокислого нитрата натрия достаточно полно извлекает золото в элюат (> 90 %).

### Литература

1 Ласкорин Б.Н., Вялков В.И., Доброскокин В.В. Сорбционная технология в гидрометаллургии золота. В кн: Гидрометаллургия золота. М.: Наука, 1980, С. 76-88.

2 Патент № 2754 Республики Казахстан. Способ регенерации ионообменной смолы, насыщенной благородными металлами, 1995, бюл № 4.

3 Ергожин Е.Е., Менлигазиев Е.Ж. Полуфункциональные ионообменники Алма-ата, 1986, 303 с.

**А. Мулик, С.С. Коныратбекова**

#### Ионидті өнімді ерітінділерден алтынның сорбциясы мен десорбциясын зерттеу

**Аннотация.** Мақала шаймалаудан кейінгі өнімді ерітінділерден алтын мен иодтың сорбциясы мен десорбциясын зерттеуге арналған. Зерттеу нысаны АМ-2Б және АН-21 маркалы ионит және ионидті өнімді ерітінді болды. Осы жұмыс барысында Алтын мен йодты иониттермен сорбциялау үшін ерітіндінің рН оңтайлы мәні және шайырдың көлемдік сыйымдылығы анықталды. Динамикалық және статикалық жағдайларда алтын мен иодты сорбциялау нәтижелері келтірілген. Процесс барысында иониттің ісінген иониттің белгілі бір мөлшері, сусымалы тығыздық және ылғалдылық сияқты қасиеттері зерттелді. Осылайша, АМ-2Б және АН-21 маркалы иониттердегі өнімді ерітінділерден алтын мен йодтың сорбциясы тиімді, ал алтынды натрий сульфат нитратының ерітіндісімен элюаттау элюатқа Алтынды толық алады (> 90 %).

**Түйінді сөздер:** сорбция, ионит, ерітінді, сыйымдылық, концентрация, экстракция.

**A. Mulik, S.S. Konyratbekova**

#### Study of gold sorption and desorption from iodide productive solutions

**Annotation.** The article is devoted to the study of sorption and desorption of gold and iodine from productive solutions after leaching. The object of the study was ionite of the AM-2B and AN-21 brands and an iodide productive solution. In the course of this work, the optimal pH value of the solution for the sorption of gold and iodine by ionites and the volume capacity of the resin were determined. The results of sorption of gold and iodine under dynamic and static conditions are presented. During the process, such properties of ionite as the specific volume of swollen ionite, bulk density and humidity were studied. Thus, the sorption of gold and iodine from productive solutions on AM-2B and AN-21 ionites is effective, and the elution of gold with a solution of sodium sulfate nitrate sufficiently fully extracts gold into the eluate (> 90 %).

**Keywords:** sorption, ionite, solution, capacity, concentration, extraction.

УДК 622.765

**Мырзабекова К.Д., Мамбеталиева А.Р., Акказина Н.Т.**

*Научный руководитель: Шаутинов М.Р. к.т.н., профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[m.shautenov@satbayev.university](mailto:m.shautenov@satbayev.university)

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ РУД АКТОГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Аннотация.** Проведены сведения по рудной базе Актогайского месторождения медно-молибденовых руд. На основании проведенных исследований гранулометрического состава исходной руды месторождения выполнен ситовой анализ пробы медной руды с определением в классах крупности содержание меди, серы и железа. Содержание меди составляет 0,93%. Наиболее высокое содержание меди фиксируется в классе крупности - 0,045+0,020 мм. Содержание серы в пробе руды по данным ситового анализа составляет 1,17 и по классам крупности варьирует в диапазоне 0,93-2,23%; массовая доля железа составляет 2,23, в разных классах крупности изменяется от 1,91 до 3,5%. Среднее содержание меди поступающего на переработку составляет 0,461%, молибдена 0,010%. Технологическая схема переработки руд с использованием зарубежного высокотехнологического обогатительного оборудования предусматривает следующие процессы: первичное дробление руды до крупности -250 мм и двухстадийное измельчение до крупности 80% кл -80 мм. Флотационное обогащение Си-Мо руды с получением коллективного концентрата. Концентрат контрольной коллективной флотации доизмельчается до крупности 80% кл -0,025 мм. Пенный продукт IV перечистки является готовым молибденовым концентратом содержанием 50% молибдена. Концентрат II перечистки флотации является медным концентратом с содержанием меди 23%.

**Ключевые слова:** месторождение, сульфидные и окисленные руды, ситовой анализ, гранулометрический состав, минеральный состав, дробление, измельчение, флотационное обогащение, концентрат, хвосты.

Месторождение «Актогай» является одним из крупнейших медно-молибденовых руд, представленных сульфидными и окисленными рудами. Рудоносный штокверк месторождения расположен среди гранитоидов первой фазы Колдарского массива и распространяется на восточную часть Центрально-Актогайского ксенолита терригенно-вулканогенных пород керегентасской свиты. Принципиальной особенностью участка месторождения является кольцевой план геологических образований и рудоносного штокверка в целом, обусловленный особенностями тектонического строения.

Расчет общих ресурсов месторождения «Актогай» составляет около 1444,922 млн тонн сульфидных руд и 96,5733 млн тонн окисленных руд [1]. Основную промышленную ценность месторождения составляют сульфидные руды. По текстурному рисунку эти руды подразделяются на вкрапленно-прожилковые, прожилково-вкрапленные, гнездово-вкрапленные и брекчиевые. Наиболее широко распространены первые два типа руды, на долю которых приходится 75-80 % запасов сульфидных руд.

Окисленные руды представлены собой сильно нарушенные скальные образования с налетами, корочками и колломорфными стяжениями хризоколлы, малахита, гидроксидов железа, азурита, брошантита, гипса, кальцита и глинистых минералов. Присутствуют реликтовый халькозин, куприт, халькопирит, молибденит. Содержание меди и молибдена в окисленных рудах ниже, чем в подстилающих их сульфидных рудах.

В зоне окисления из собственно медных минералов наиболее развиты хризоколла (40-80 %) и её марганцевистая разновидность, названная антогайтом; малахит (20-30 %), азурит, атакамит и другие более редкие окисленные минералы меди. Все указанные минералы обычно образуют псевдоморфозы по полуокисленным первичным сульфидам – халькозину, ковеллину, халькопириту, борниту, пириту и другим.

На основании проведенных исследований гранулометрического состава исходной руды месторождения «Актогай» нами выполнен ситовой анализ пробы исходной руды. В каждом классе определяли содержание меди, серы, железа и распределение их по классам крупности. Установлено, что материал пробы по классам крупности распределяется неравномерно, концентрируясь преимущественно в крупных классах в интервале крупности -2+0,5 мм. В данном диапазоне сосредоточено более 62 % материала. Еще 15 % пробы фиксируется в

крупном классе  $-0,5+0,2$  мм. В нижних классах крупности материал распределяется равномерно с незначительным выходом фракций от 3,67 до 7,76 %.

Содержание меди в пробе исходной руды по данным гранулометрического анализа составляет 0,93 %. В разных классах крупности этот показатель варьирует в диапазоне 0,75-1,76 %. Крупные классы характеризуются пониженными содержаниями ценного компонента. Максимальное содержание меди фиксируется в классе крупности  $-0,045+0,020$  мм. Степень концентрации меди в данном классе 1,9 условных единиц и в смежных классах крупности снижается незначительно: до 1,7 условных единиц.

Содержание серы в пробе руды по данным ситового анализа составляет 1,17 и по классам крупности варьирует в диапазоне 0,93-2,23 %.

Массовая доля железа в руде месторождения «Актогай» составляет 2,23 %. В разных классах крупности этот показатель изменяется от 1,91 до 3,5 %.

Гранулометрическая характеристика пробы руды с распределением меди по классам крупности представлены на рисунке 1.

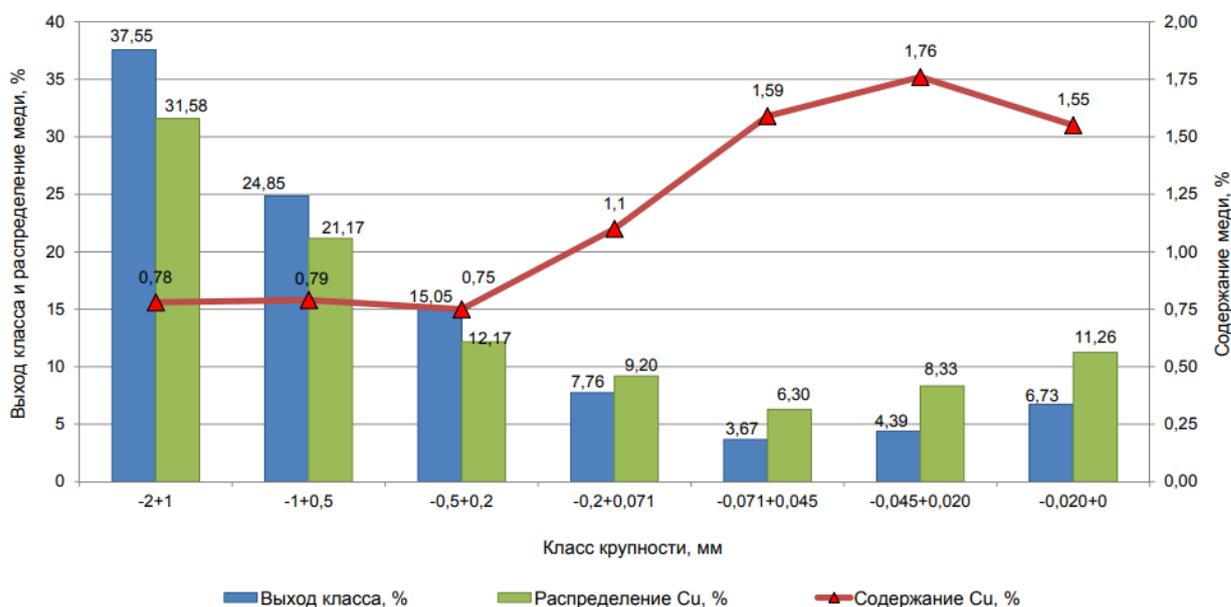


Рисунок 1 – Гранулометрическая характеристика пробы руды месторождения «Актогай» с распределением меди по классам крупности

Минеральный состав сульфидных руд: главные (пирит, халькопирит, молибденит, магнетит); второстепенные (борнит, халькозин, гематит, сфалерит, галенит, титаномагнетит, рутил, сфен, лейкоксен); нерудные (кварц, калишпат, серицит, биотит, хлорит, кальцит, ломантит).

Среднее содержание меди, поступающего на переработку, составляет 0,461 %, молибдена 0,010 %.

Переработка указанных руд Актогайского месторождения осуществляется на обогатительной фабрике, построенной по проекту ТОО «Kazakhmys Project LLC» совместно с Fluor Australia Pty Ltd.

Технологическая схема переработки руд представлена на рис.2, которая предусматривает следующие процессы: первичное дробление в конусной дробилке до крупности  $-250$  мм и двухстадиальное измельчение до крупности 80%  $-0,180$  мм.

Дробление руды организовано в одну нитку производительностью 3805 т/ч. Далее руда ленточным конвейером подается в корпус измельчения. На обогатительной фабрике организовано двухстадиальное измельчение дробленой руды, первая стадия измельчения в

шаровой мельнице полусамоизмельчения (SAGMill FLSmidth 40'×26') до класса крупности 80 % кл -0,180 мм, вторая стадия измельчение в шаровых мельницах в замкнутом цикле (FLSmidth 28'-0"×44'-0"). Вторая стадия измельчения проводится в замкнутом цикле с гидроциклонами.

Двухстадиальное додробливание рудной гали, первая в конусных дробилках, вторая в валковой дробилке высокого давления. Далее дробленая рудная гали подается в зумпф мельницы полусамоизмельчения.

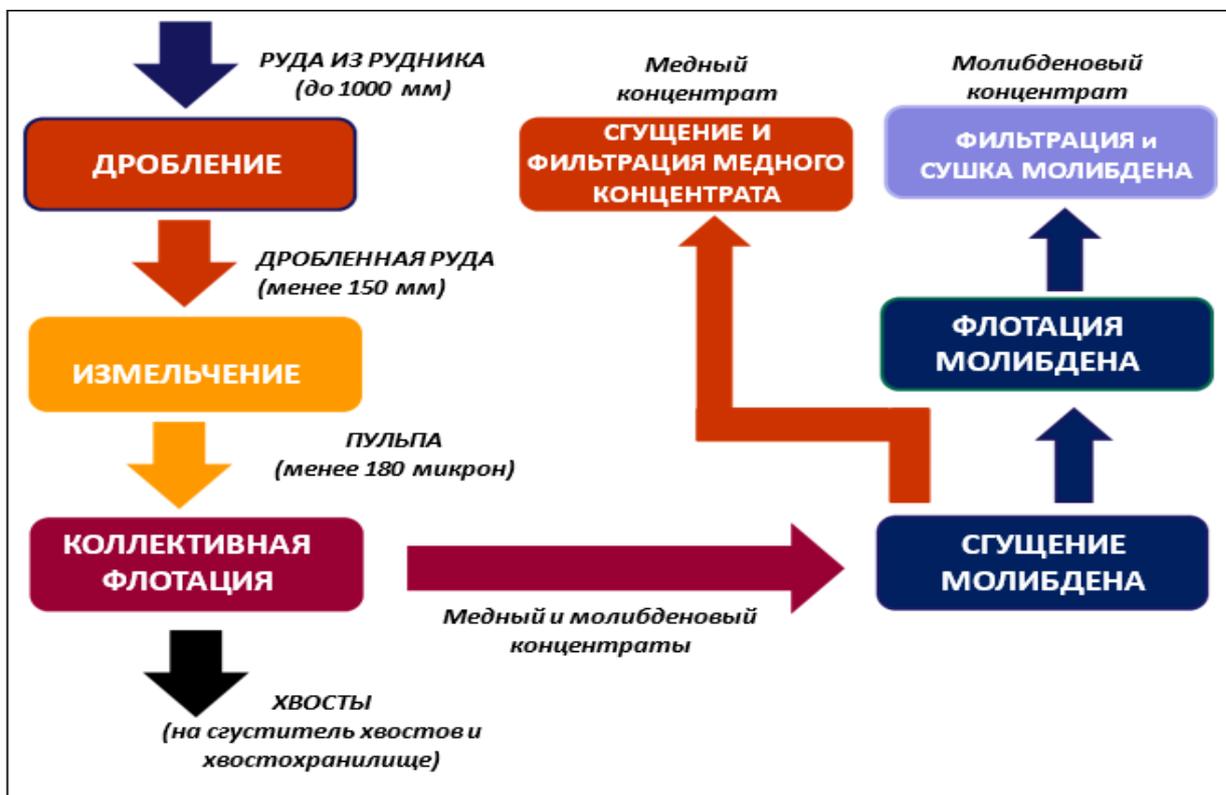


Рисунок 2 – Технологическая схема переработки руд на обогатительной фабрике Актогай

Флотационное обогащение медно-молибденовой руды с получением коллективного концентрата. Флотационное обогащение на основной и контрольной флотации организовано в самовсасывающих флотомашинах чанового типа фирмы FLSmidth Self Aspirated Flotation Cell, объемом –250 м<sup>3</sup>. На I перечистной и контрольной флотации, объемом -70 м<sup>3</sup>, на II перечистной и III перечистной флотации -30 м<sup>3</sup>.

Концентрат контрольной коллективной флотации поступает в биссерную мельницу (ISAMill) с объемом 10,0 м<sup>3</sup>, работающей в замкнутом цикле с гидроциклоном. Содержание класса -0,025 мм в нем составляет 80 %. Слив гидроциклонов поступает в камеры флотомашин I перечистной флотации, концентрат которой подвергается еще одной операции перечистки, пенный продукт которого является медным концентратом с содержанием меди 23 %. Концентраты II и III перечистки, направляются в коллективный сгуститель, где происходит процесс сгущения.

Сгущенный продукт поступает на молибденовую флотацию. Флотация осуществляется в механических флотомашинах фирмы FLSmidth Dorr-Oliver RT Internal Launder, объемом -5 м<sup>3</sup>.

Флотационное обогащение на II-IV перечистных операциях организовано в флотомашинах колонного типа фирмы Eriez Flotation Division. Пенный продукт IV перечистки является готовым молибденовым концентратом с содержанием молибдена 50 %

## Литература

1 Baisui Han, Batnasan Altanskh, Kazutoshi Haga, Yasushi Takasaki and Atsushi Shubayama. Coppez Recovery from Silicate-Containing. Low-Grade Copper Ore Using Flotation Followed by High-Pressure Oxidative Leaching. Resources Processing 64. 2017. P.3-14.

**Myrzabekova K.D., Mambetalieva A.R., Akkazina N.T.**

### **Intensification of technological processes of the Aktogay ore deposit**

**Abstract.** The given materials shows ore base of the Aktogay deposit. A sieve analysis of the source sample of copper ore was carried out with the detection size classes of the contents of copper, sulfur and iron . There are presented the technological scheme of processing of ore raw materials, including the processes of ore preparation and flotation with the use of modern processing equipment.

**Keywords:** deposit, sulfide and oxidized ores, sieve analysis, granulometric composition, mineral composition, crushing, grinding, flotation, concentrate, tails.

**Мырзабекова К.Д., Мамбеталиева А.Р., Акказина Н.Т.**

### **Ақтоғай кен орны кендерінің технологиялық процестерін қарқындату**

**Аңдатпа.** Ақтоғай кенорнының кен қоры туралы мәліметтер сарапталынды. Бастапқы кеннен алынған сынамадың елеуіштік талдауы жүргізілді, соның негізінде ірілік кластарындағы мыстың, күкірттің және темірдің үлестері анықталынды. Кен шикізатын өңдеудегі қолданылатын технологиялық сұлба ұсынылды, оның құрамындағы кенді байытуға дайындау және флотация үдерістері, сондай-ақ оларды қолданылатын заманауи қондырғылар қарастырылды.

**Түйін сөздер:** кенорны, күкіртті және тотықты кендер, елеуішті талдау, гранулометриялық құрам, минералдық құрам, ұсату, ұнтақтау, флотация, концентрат, қалдықтар.

УДК 622.765.06

<sup>1</sup>М.Е. Нурдан., <sup>2</sup>А.А.Муханова

*Научный руководитель:* <sup>2</sup>Тусупбаев Н.К. зав.лаб. д.т.н., профессор, член-корр. КазНАЕН  
<sup>1</sup>Satbayev University, г. Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан

## **ОСОБЕННОСТИ ФЛОТАЦИИ БЕДНОЙ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТОГАЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ**

**Аннотация.** Выбран наилучший селективный реагент, состоящий из смесей композиционного ксантогената, ТС-1000 и композиционного аэрофлота в массовом соотношении 1:1:2. Проведены лабораторные испытания обогащения руды месторождения Актогай. В базовом режиме получен коллективный медно-молибденовый концентрат с содержанием меди 20,58 % при извлечении 86,11 % и с содержанием молибдена 0,503 % при извлечении 71,11 %. С применением композиционного собирателя получен концентрат с содержанием меди 22,41 % при извлечении 90,32 % и с содержанием молибдена 0,615 % при извлечении 75,45 %. Композиционный собиратель позволяет, по сравнению с бутиловым ксантогенатом, увеличить извлечение в коллективный медно-молибденовый концентрат меди – на 4,21 %, молибдена – на 4,34 %. При этом содержание меди в коллективном концентрате увеличивается на 1,83 %, с 20,58 до 22,41 %. Расход композиционного собирателя, по сравнению с базовым бутиловым ксантогенатом, снижается в семь раз, со 140 до 20 г/т.

**Ключевые слова:** медно-молибденовая руда, флотация, извлечение, молибден, медно-молибденовый концентрат, композиционный собиратель.

Молибден-меднопорфировое месторождение Актогай по административному делению находится на территории Аягоского района Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан.

Проектная мощность предприятия составляет: по перерабатываемой руде – 25000 тыс.тонн в год; по производству медного концентрата – 383,625 тыс.тонн в год; по производству молибденового концентрата – 3,644 тыс.тонн в год.

Товарной продукцией АГОКа являются медный концентрат с содержанием меди 23,0% и молибденовый концентрат с содержанием молибдена 50%.

Месторождение «Актогай» является одним из крупнейших неразработанных месторождений меди, существующих в мире. На данный момент расчет общих ресурсов месторождения «Актогай» составляет около 1444,922 млн.тонн, сульфидных руд и 96,5753 млн. тонн окисленных руд [1].

Разработка технологии обогащения медно-молибденовой руды с использованием композиционных реагентов обеспечит более высокое извлечение полезных компонентов из труднообогатимого сырья.

Изучен вещественный состав и отработан реагентный режим флотации тонковкрапленной бедной медьсодержащей руды месторождения Актогай с применением базовых реагентов. В исследуемой пробе руды месторождения Актогай основным медьсодержащим минералом является халькопирит. В таблице 1 приведены результаты фазового анализа исследуемой пробы руды по меди.

Таблица 1 – Фазовый анализ руды месторождения Актогай

Фазы	Содержание	
	абсолютное	относительное
Медь:		
Халькопирит	0,25	73,5
Борнит	0,03	8,8
Халькозин	0,05	14,7
Окисленная	0,01	3,0
Общая	0,34	100,0
Молибден:		
Сульфидный	0,0096	96,0
Окисленный	0,0004	4,0
Общий	0,01	100,0

По результатам химического анализа в исследуемой пробе руды месторождения Актогай содержится 0,009 % молибдена; 0,4 % меди; 0,58 % серы; 5,2 % железа; 4,6 % CaO; 16,5 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 55,7 % SiO<sub>2</sub>; 4,6 % MgO; 0,27 % Ti. Проведен дисперсионный анализ измельченной руды, результаты которого показали, что в классе крупности + 50 мкм содержится 33,0 % меди и 41,0 % молибдена; в классе -20 мкм находится 42,1 % меди и 36,0 % молибдена. Проведена отработка реагентного режима флотации медно-молибденовой руды месторождения Актогай с применением базовых реагентов [2,3].

Схема флотации состояла из основной и контрольной флотации и трех перечисток медного концентрата. В процесс измельчения подавали известь для создания pH среды равной 8,0-9,0; сульфид натрия для сульфидизации минералов. Исследования по установлению оптимальной степени измельчения исходной руды показали, что наилучшие показатели достигнуты при измельчении 90 % класса -0,071 мм. При этом получен медный концентрат с содержанием меди 19,3 % при извлечении 79,92 %.

Проведены исследования по определению оптимального расхода бутилового ксантогената натрия. При оптимальном расходе бутилового ксантогената натрия 140 г/т получен концентрат с содержанием меди 20,68 % при извлечении 85,1 % (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты коллективной медно-молибденовой флотации руды месторождения Актогай в замкнутом цикле с применением базовых флотореагентов

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Cu	Mo	Cu	Mo	
Mo-Cu концентрат	1,9	20,68	0,5	85,1	65,9	БКс – 140 г/т
Хвосты	98,1	0,07	0,005	14,9	34,1	
Исходная руда	100	0,46	0,014	100,0	100,0	
Mo-Cu концентрат	2,0	22,38	0,6	90,1	75,4	ТС-1000 – 130 г/т
Хвосты	98	0,05	0,004	9,9	24,6	
Исходная руда	100	0,50	0,016	100,0	100,0	

Изучалось влияние на извлечение меди и молибдена в коллективный медно-молибденовый концентрат собирателя ТС-1000 вместо бутилового ксантогената натрия. Флотореагент ТС-1000 представляет собой N-аллил-о-изобутилтионокарбамат. При оптимальном расходе ТС-1000 130 г/т получен коллективный медно-молибденовый концентрат с содержанием меди 22,38 % при извлечении 90,1 % и с содержанием молибдена 0,6 % при извлечении 75,4 %. Собиратель ТС-1000 позволяет, по сравнению с бутиловым ксантогенатом, увеличить извлечение в коллективный медно-молибденовый концентрат меди – на 5,0 %, молибдена – на 9,5 %. При этом содержание меди в коллективном концентрате увеличивается на 1,7 %.

Отработан реагентный режим флотации медьсодержащей руды с применением композиционного собирателя. На основе комплексных исследований выбран наилучший селективный собиратель, состоящий из смеси композиционного ксантогената, ТС-1000 и композиционного аэрофлота в массовом соотношении 1:1:2 [2]. В отличие от бутилового ксантогената композиционный собиратель является более селективным собирателем при меньшем расходе. Исследования проводились при расходе композиционного собирателя от 10 до 40 г/т.

Проведены лабораторные испытания технологии обогащения медно-молибденовой руды месторождения Актогай с применением композиционного собирателя в сравнении с базовым реагентным режимом.

Схема флотации руды месторождения Актогай в замкнутом цикле изображена на рисунке 1. Расход базового собирателя бутилового ксантогената натрия составлял 140 г/т, расход композиционного собирателя составлял 20 г/т. Результаты флотации представлены в таблице 3. Показано, что при флотации в замкнутом цикле с применением бутилового ксантогената получен коллективный медно-молибденовый концентрат с содержанием меди 20,58 % при извлечении 86,11 % и с содержанием молибдена 0,503 % при извлечении 71,11 %. При флотации в замкнутом цикле с применением композиционного собирателя получен медно-молибденовый концентрат с содержанием меди 22,41 % при извлечении 90,32 % и с содержанием молибдена 0,615 % при извлечении 75,45 %.

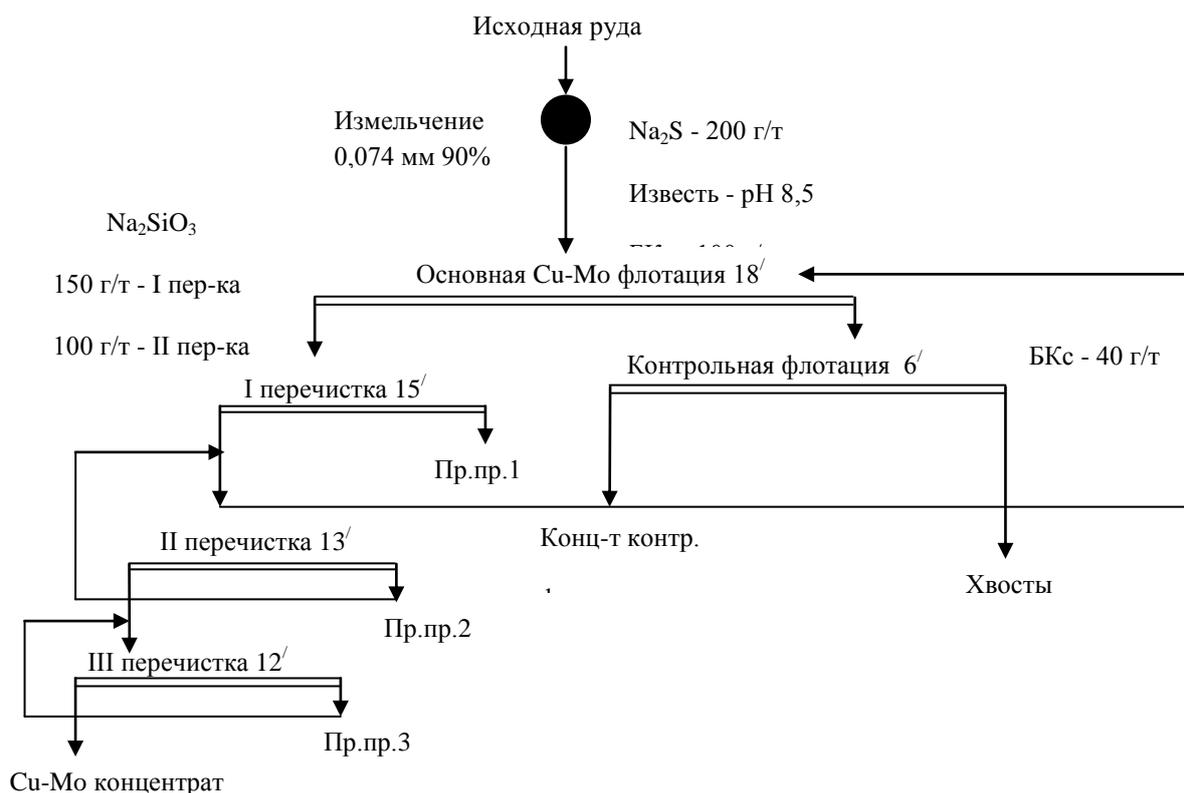


Рисунок 1 – Схема флотации руды месторождения Актогай в замкнутом цикле

Таблица 3 – Результаты лабораторных испытаний композиционного собирателя при обогащении медно-молибденовой руды месторождения Актогай

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %		Извлечение, %		Примечание
		Cu	Mo	Cu	Mo	
Концентрат	1,92	20,58	0,503	<b>86,11</b>	<b>71,11</b>	Базовый собиратель БКс – 140 г/т
Хвосты	98,08	0,065	0,004	<b>13,89</b>	<b>28,89</b>	
Исходная руда	100,0	0,459	0,014	100,0	100,0	композиционный собиратель – 20 г/т
Концентрат	1,96	22,41	0,615	<b>90,32</b>	<b>75,45</b>	
Хвосты	98,04	0,048	0,004	<b>9,68</b>	<b>24,55</b>	
Исходная руда	100,0	0,486	0,016	100,0	100,0	

Таким образом, композиционный собиратель позволяет, по сравнению с бутиловым ксантогенатом, увеличить извлечение в коллективный медно-молибденовый концентрат меди – на 4,21 %, молибдена – на 4,34 %. При этом содержание меди в коллективном концентрате увеличивается на 1,83 %, с 20,58 до 22,41 %.

### Литература

- 1 Тусупбаев Н.К. Пути интенсификации флотации сульфидных руд (монография), Алматы, 2017. -244с.
- 2 Билялова С.М., Тусупбаев Н.К., Ержанова Ж.А., Мухамедилова А.М. Коллоидно-химические и флотационные характеристики полифункциональных реагентов //Комплексное использование минерального сырья.- 2017. - № 1.- С.5-10.
- 3 Кенжалиев Б.К., Тусупбаев Н.К., Семушкина Л.В., Нарбекова С.М., Калдыбаева Ж.А., Мухамедилова А.М. Исследование возможности переработки медьсодержащего сырья с

применением модифицированного флотореагента //Материалы XII Конгресса обогатителей стран СНГ. Москва, 26-28 февраля 2019.- С.88-93.

**М.Е. Нұрдан, А.А. Мұханова**

**Ақтоғай кенорнындағы мыс-молибден кедей кенін композициялық реагенттерді қолдану арқылы флотациялаудың ерекшелігі**

1:1:2 массалық қатынасында композициялық ксантогенат, ТС-1000 және композициялық аэрофлот қоспаларынан тұратын ең жақсы таңдамалы реагент алынды. Ақтоғай кенорнының кенін байытуына зертханалық сынақтар жүргізілді. Базалық режимде мыс мөлшері 20,58% болып, оның бөлініп шығуы 86,11% құрады, ал молибденнің мөлшері 0,503% болып, оның бөлініп шығуы 71,11% тең бірікті мыс-молибден концентраты алынды. Композициялық жинағышты қолданғанда, мыс мөлшері 22,41% болды, оның бөлініп шығуы 90,32% құрады, ал молибденнің мөлшері 0,615% болып, оның бөлініп шығуы 75,45% тең бірікті мыс-молибден концентраты алынды. Композициялық жинағыш бутил ксантогенатымен салыстырғанда бірікті мыс-молибден концентратына мыстың бөлініп шығуы 4,21% – ға, молибденнің бөлініп шығуы 4,34% – ға арттыруға мүмкіндік береді. Бұл ретте бірікті концентраттағы мыстың мөлшері 1,83% - ға, 20,58-ден 22,41% - ға дейін ұлғаяды. Базалық бутил ксантогенатымен салыстырғанда композициялық жинағыштың шығыны жеті есе, яғни 140-тан 20 г/т-ға дейін төмендейді.

**Түйінді сөздер:** мыс-молибден кені, флотация, бөлініп шығуы, молибден, мыс-молибден концентраты, композициялық жинағыш.

**M. E. Nurdan., A.A. Mukhanova**

**Features of flotation of copper-copper-molybdenum ore of the Aktogay deposit with the use of composite reagents**

The best selective reagent was selected, consisting of mixtures of composite xanthogenate, TS-1000 and composite aeroflot in the ratio of 1:1:2. Laboratory tests of ore dressing at the Aktogay deposit were carried out. In the basic mode, a collective copper-molybdenum concentrate was obtained with a copper content of 20.58 % at the extraction of 86.11 % and with a molybdenum content of 0.503 % at the extraction of 71.11 %. Using a composite collector, a concentrate with a copper content of 22.41% was obtained at the extraction of 90.32 % and with a molybdenum content of 0.615 % at the extraction of 75.45 %. The composite collector allows, in comparison with butyl xanthogenate, to increase the extraction in the collective copper-molybdenum concentrate of copper – by 4.21%, and of molybdenum – by 4.34 %. At the same time, the copper content in the collective concentrate increases by 1.83%, from 20.58 to 22.41 %. The consumption of the composite collector, in comparison with the base butyl xanthogenate, is reduced by seven times, from 140 to 20 g / t.

**Keywords:** copper-molybdenum ore, flotation, extraction, molybdenum, copper-molybdenum concentrate, composite collector.

УДК 622.775

**Е.Н.Нургалым**

*Научный руководитель – Х. А. Юсупов, доктор технических наук, профессор*

*<sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)*

*[er.nur\\_13@mail.ru](mailto:er.nur_13@mail.ru)*

**ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРА ОТЛОЖЕНИЯ СОЛЕЙ НА ПРОЦЕССЫ  
ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИ ПСВ УРАНА**

**Аннотация:** В настоящее время в Казахстане широко применяется метод подземного скважинного выщелачивания (ПСВ). Этот метод прошел все стадии исследований, разработки и промышленного внедрения на гидрогенных месторождениях, залегающих в проницаемых осадочных породах депрессионных зон земной коры, где вскрытие и подготовка рудных тел и добыча урана осуществляется через скважины. В этой связи с увеличением площадей добычных комплексов урановой руды возникает необходимость принятие комплексных мер по недопущению образования кольматантов, в которую свою очередь требует разработки мер по снижению возможности условия для кольматантов. И для этого применяются химические реагенты – ингибитор, что немаловажно играет определенную роль в этом процессе

**Ключевые слова:** ингибитор, кольматация, дозировка, механическое встряхивание, пневмоимпульсная обработка, магнитоимпульс, гидродинамическая дисперсия

Эффективность добычи металла методом подземного выщелачивания через систему технологических скважин существенным образом зависит от стабильности работы скважин. В случае нарушения заданных режимов эксплуатации скважин нарушаются параметры кинетики извлечения металла из недр, снижается эффективность работы добычного комплекса. Одними из характерных причин нарушения режима эксплуатации скважин являются химическая кольматация порового пространства рудоносных пород, кольматация прифильтровых зон и фильтров скважин. Интенсивность процесса химической кольматации зависит от химического и минерального состава рудовмещающих пород, от вида и концентрации рабочего реагента, применяемого для выщелачивания металла. Химическая кольматация возникает в результате осаждения твердых фаз, образующихся в процессе растворения минералов рудовмещающих пород.

По характеру воздействия на фильтрационные свойства рудовмещающих пород химическая кольматация может быть обратимой (временной) и необратимой. Обратимая химическая кольматация развивается на всех стадиях закисления и отработки блоков. Особенно интенсивно она развивается на первых стадиях закисления, на границе перемещения кислых растворов. При закислении пласта из твердой фазы в раствор переходит значительное количество алюминия и железа, которые при повышении pH раствора образуют слаборастворимые соединения, кольматирующие поровое пространство продуктивных пластов. 2 Гидроксиды железа  $Fe(OH)_3$  выпадает в осадок при pH от 2,0 до 3,5, гидроксиды алюминия  $Al(OH)_3$  – 4,4–5,7. В результате выпадения в осадок этих рыхлых гидроксидов проницаемость пласта может существенно ухудшиться, соответственно снизится дебит технологических скважин.

Твердые фазы образуются и выпадают в осадок в определенной последовательности, что обуславливает формирование в породах зональности с поступательным перемещением зон по направлению к откачным скважинам. При перемещении кислых порций раствора от закачных к откачным скважинам выпавшие гидроксиды вновь растворяются и при уменьшении pH ниже 2,0 кольматационные эффекты исчезают.

К необратимой химической кольматации приводит выпадение гипса. Количество гипса, образующегося на единицу объема породы или раствора, обусловлено как исходной концентрацией кальция в растворе, так и содержанием карбонатного минерала в породе.

Гипсовая кольматация проявляется несколько позже газовой. Оценить ее можно после прекращения образования  $CO_2$  и растворения гидроксидов металлов. Кольматация порового пространства гипсом определяется содержанием ионов кальция, которые переходят в раствор при взаимодействии серной кислоты с карбонатами и фосфатами кальция, с полевыми шпатами и другими минералами. Кроме того, ионы кальция могут переходить в раствор в результате ионообменных процессов в породах, содержащих значительное количество глинистых минералов, главным образом монтмориллонитовой группы.

В промышленной практике подземного выщелачивания опробовались различные растворители гипсоацетат аммония, серная кислота, поваренная соль, хлористый аммоний, хлористый калий, соляная кислота, азотная кислота, мочевины и др. Установлено, что наиболее интенсивно гипс растворяется в соляной и азотной кислотах, а также в водном растворе мочевины. Гипсовую кольматацию можно существенно уменьшить, используя для закисления минерализованные пластовые воды, доукрепленные по кислоте.

#### **Лабораторные работы при комнатной температуре**

Методика эксперимента:

Три литровых стакана поместили на магнитные мешалки с термостатом, добавили 10 грамм гипса и по 1 кг растворов разных составов (Рисунок-1).

Составы растворов были следующие:

Стакан №1 - добавили 1 кг воды;

Стакан №2 - добавили 970 грамм воды и 30 грамм серной кислоты, что соответствует раствору серной кислоты 3% концентрации;

Стакан №3 - добавили 770 гр. воды, 30 гр. серной кислоты и 200 гр. предварительно выбранный состав реагента ингибитора;



Стакан-1

Стакан-2

Стакан-3

Рисунок 1 – Результаты лабораторных исследований

Мешалки выставили на значение 1000 об\мин и мешали растворы в течение часа при комнатной температуре. Результаты перемешивания показаны на рисунке 2.

Сравнение объема осадка в стакане №2 и №3



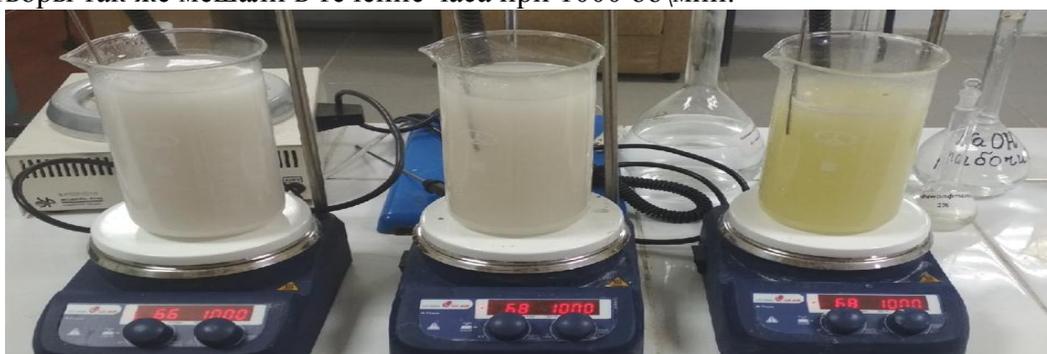
Стакан-2

Стакан-3

Рисунок 2 - Результаты лабораторных исследований

Как мы можем видеть на Рисунке 2 наличие осадка в стакане № 3 меньше, чем в стакане №2.

Следующим шагом было повышение температуры растворов до 70 °С (Рисунок 3). Растворы так же мешали в течение часа при 1000 об\мин.



### Рисунок 3 - Результаты лабораторных исследований

После всех процедур осадки взвесили на весах (Рисунки 4,5,6). Вес осадка №1 составил 7,147 гр. (71,5%) , осадка №2 - 7,767 гр. (77,7%), осадка №3 - 5,091 гр. (50,9%).



Рисунок 4 - Осадок №1      Рисунок 5 - Осадок №2      Рисунок 6 - Осадок №3

Рисунок 4,5,6 - Результаты лабораторных исследований

Растворимость гипса в воде (Стакан №1, осадок №1) при 70 °С составила 2,853 грамма на литр; Растворимость гипса в 3% растворе серной кислоты (Стакан №2, осадок №2) при 70 °С составила 2,233 грамма на литр; Растворимость гипса в 3% растворе серной кислоты и 20% растворе предварительно выбранном составе реагента ингибитора (Стакан №3, осадок №3) составила 4,909 грамма на литр.

С понижением концентрации кислоты степень растворимости гипса не падает.

#### **Заключение:**

Растворимость гипса в растворе серной кислоты меньше, чем в воде. Растворимость гипса повышается более чем в два раза при добавлении 20 %-го раствора предварительно выбранного состава реагента ингибитора при разных температурах.

В данной лабораторной работой мы рассмотрели предварительно выбранный состав реагента ингибитора в качестве растворителя гипса в сернокислой среде.

Для применения реагента на постоянной основе в качестве ингибитора образования гипса, необходимо проводить дальнейшие лабораторные исследования.

#### **Литература**

1. Мамилов В.А. Добыча урана методом подземного выщелачивания. М: Атомиздат, 1980 – 248 с.
2. Битимбаев, М.Ж. Химическая коагуляция и способы ее устранения при подземном выщелачивании металлов / М.Ж. Битимбаев // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. - 2009. - №2. - С. 122-125.
3. Яшин, С.А. Подземное скважинное выщелачивание урана на месторождениях Казахстана / С.А. Яшин // Горный журнал. - 2008. - № 3. - С. 45 - 49.
4. Инструкция по подземному скважинному выщелачиванию урана: Методические рекомендации/ НАК Казатомпром, Алматы. 2006. – 307 с.
5. Юсупов, Х.А. Повышение эффективности отработки сложных гидрогенных месторождений урана с применением пероксида водорода / Х.А. Юсупов, Д.А. Джакупов, Е.С. Башилова // Горный журнал Казахстана. – 2018. - №2. – С. 18-21.
6. Белецкий В. И., Давыдова Л. Г., Долгих П. Ф. и др. Методы исследований при подземном выщелачивании руд : учеб. пособие. — М. : МГРИ, 1981.
7. Бахуров В. Г., Вечеркин С. Г., Луценко И. К. Подземное выщелачивание урановых руд. — М. : Атомиздат, 1969.

**Е. Н. Нұрғалым**

**Тұз тұндыру ингибиторының ЖСҚ-да уранды сілтілеу және қайта өңдеу процессіне әсері.**

**Аңдатпа:** Қазіргі кезде Қазақстанда жер асты ұңғымалық сілтілеу әдісі (ЖҰС) кеңінен қолданылады. Бұл әдіс кен денелерін ашу және дайындау ұңғымалар арқылы жүзеге асырылатын жер қыртысының депрессиялық аймақтарының сутегі кен орындарында зерттеудің, игерудің және өнеркәсіптік енгізудің барлық кезеңдерінен өтті. Осыған байланысты уран рудасын өндіру кешендері алаңының ұлғаюына байланысты колматанттардың пайда болуына жол бермеу жөнінде кешенді шаралар қабылдау қажеттігі туындайды, бұл өз кезегінде колматанттардың мүмкіндіктерін азайту жөнінде шаралар әзірлеуді талап етеді. Ал ол үшін химиялық реагенттерді қолдану – бұл үдерісте маңызды рөл атқаратын ингибитор

**Түйін сөз:** ингибитор, кольматация, дозалау, механикалық сілкілеу, пневматикалық өңдеу, магниттеу, гидродинамикалық дисперсия

**E. N. Nurgalym**

**Influence of the salt deposition inhibitor on the process of leaching and processing of uranium at underground borehole leaching.**

**Abstract:** Currently, the method of underground well leaching (UBL) is widely used in Kazakhstan. This method has passed all stages of research, development and industrial implementation in hydrogen deposits, lying in permeable sedimentary rocks of the depression zones of the earth's crust, where the autopsy and preparation of ore bodies and uranium extraction is carried out through wells. In this regard, with the increase in the area of uranium ore mining complexes, there is a need to take comprehensive measures to prevent the formation of colmatants, which in turn requires the development of measures to reduce the possibility of colmatants. And for this use chemical reagents - an inhibitor, which plays an important role in this process

**Keywords:** inhibitor, colmatium, dosage, mechanical shaking, pneumatic treatment, magnetoimpuled, hydrodynamic variance

УДК 622.7

<sup>1</sup>Омар Р.С., <sup>1</sup>Телков Ш.А., <sup>1</sup>Мотовилов И.Ю. \*

*Ғылыми жетекші – И.Ю. Мотовилов, профессор ассистент, доктор PhD*

*SATBAYEV UNIVERSITY, Алматы қ.*

[motovilov88@inbox.ru](mailto:motovilov88@inbox.ru)

**ТЕМІРҚҰРАМДЫ КЕНДЕРДІҢ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ БАЙЫТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЗЕРТТЕУ**

**Аңдатпа.** Жұмыста темірқұрамды кендерді отсадка әдісін қолдана отырып байытудың технологиялық схемасын жасау кезінде алынған нәтижелері көрсетілген.

Алынған зерттеу нәтижелерінің негізінде темірқұрамды кендерді өңдеудің гравитациялық технологиялық схемасы әзірленіп және өнеркәсіптік жағдайда пайдалануға ұсынылды: схема бастапқы кенді ірілігі 50 мм-ге дейін ұсақтаудан, -50 + 5 мм және -5 + 1,25 мм машинді кластарына елеуден және әрі қарай отсадкалы машиналарда байытуды қамтиды.

Ірілігі -50+5 мм машинді клас ауалы-золотисті отсадкалық бөлектеу машинасында, ал -5 + 1,25 мм клас диафрагмалық отсадка машинасында елеуіштен өткізу арқылы жүзеге асырылды.

Зерттеулер нәтижесі бойынша ең оңтайлы алынған жалпы гравитациялық темірқұрамды концентраттың бағалы зат үлесі 56-57 % болып табылады.

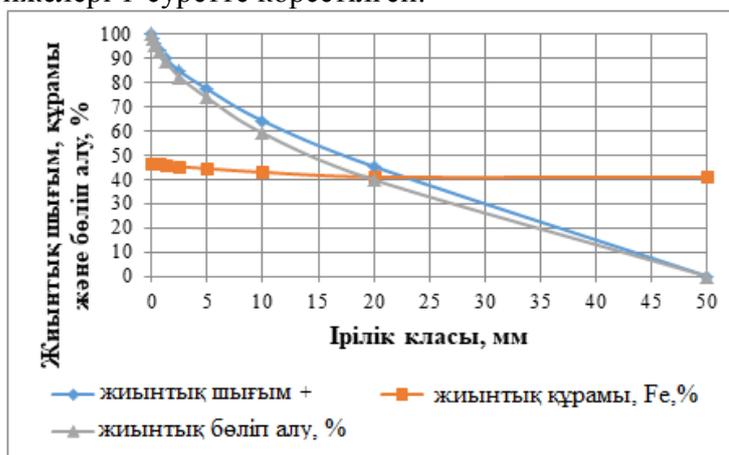
**Түйінді сөздер:** темір, грануметриялық талдау, отсадка, шығым, құрамы, бөліп алу.

Қазіргі уақытта Үшқатын-III кен орнында негізінен гравитациялық технология бойынша бастапқы марганец кендері отсадка әдісін қолданылып өңделеді [1]. Алайда кен орындарын игеру процесінде темірқұрамды кендер де өндіріледі, оларды байыту кезінде гравитациялық процестерді пайдалана отырып, құрамында кемінде 55% темір бар темір концентраттарын алуға болады.

Баяндама авторларымен бұған дейін темірқұрамды кеннің сынамасының химиялық, гранулометриялық және фракциялық құрамын зерттелген [2]. Гранулометриялық және фракциялық талдаулар негізінде зерттелген темірқұрамды кен сынамасының гравитациялық жеңіл байытылатын санатқа жатқызуға болады. Ірілік машинді кластарын байытудың технологиялық схемасын жасау бойынша келесі зерттеулер жүргізілді:

- ірілігі -50+5 мм машинді класы - отсадкамен, ауалы-золотисті отсадкалы машинасында;
- ірілігі -5+1,5 мм машинді класы отсадкамен – диафрагмалық отсадкалы машинасында.

Торлы анализ нәтижелері 1-суретте көрсетілген.

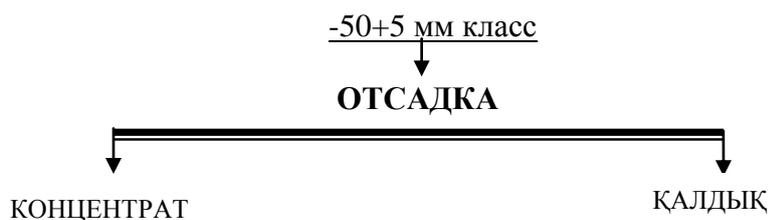


1 Сурет – Торлы анализ нәтижесі

Торлы анализ нәтижелерінің ірілігі -50+5 мм және -5+1,25 мм машинді кластарында темірдің жиынтық шығым 90,11%, бөліп алу 88,74 % - ды құрады.

-50 + 5 мм машинді класын отсадкалау келесі параметрлер бойынша оңтайлы жағдайларда жүргізілді: пульсация жиілігі 50 кол/мин, тербеліс амплитудасы 100 мм, синусоидалы пульсация циклы, табиғи төсеніш биіктігі 250 мм, меншікті өнімділігі 10 т/сағ·м<sup>2</sup> [3,4].

Схема бойынша -50 + 5 мм класының оңтайлы режимде отсадкасынан алынған екі өнімнің (концентрат пен қалдықтар, 2-сурет) нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.



2 Сурет – -50+5 мм класының отсадка схемасы

1 Кесте – -50+5 мм отсадка класының нәтижелері

Өнімдер атауы	Шығым, %		Fe үлесі, %	Бөлінуі, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша		Клас бойынша	Кен бойынша
Концентрат	60,29	46,63	55,07		
Қалдық	39,71	30,71	20,85	19,97	14,42
Түсетін кен	100,0	77,34	41,48	100,0	72,24
Класс -5+0 мм	-	22,66	54,41	-	27,76
Руда	-	100,	44,41	-	100,0

Концентраттың шығымы 46,63 %, темірдің үлесі 55,07 %, кен бойынша бөліп алу 57,82 % (1 кесте) құрайды. Осы ретте қалдықтардың шығымы 30,71 %, құрамында темір үлесі 20,85 %, ал бөліп алу 14,42 % құрайды.

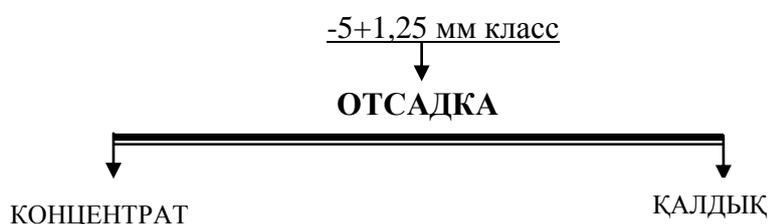
-50+5 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы 2-кестеде келтірілген.

2 Кесте – -50+5 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы

Құрамы, %						Тығызды қ, кг/м <sup>3</sup>
Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	CaO	P	S	
55,58	3,02	13,64	2,26	0,03	0,02	4480

Концентраттың химиялық құрамы-зиянды қоспалардың толықтай жоқтығын көрсетеді. Концентраттың орташа тығыздығы 4480 кг/м<sup>2</sup> құрады.

Ұсақ класты -5+1,25 мм бөлектеу схема (3-сурет) бойынша жүзеге асырылды және мынадай оңтайлы параметрлер кезінде жүргізілді: пульсация жиілігі 180 кол/мин, жасанды төсеніштің биіктігі 20 мм, ауытқу амплитудасы 8 мм, меншікті өнімділігі 6 т/ч·м<sup>2</sup>. Отсадка нәтижелері 3-кестеде келтірілген.



3 Сурет – -5+1,25 мм бөлектеу класының схемасы

3 Кесте – -5+1,25 мм бөлектеу класының нәтижелері

Өнімдер атауы	Шығым, %		Fe үлесі, %	Бөлінуі, %	
	Клас бойынша	Кен бойынша		Клас бойынша	Кен бойынша
Концентрат	81,44	10,40	64,10	95,02	15,01
Қалдық	18,56	2,37	14,74	4,98	0,79
Түсетін кен	100,0	12,77	54,94	100,0	15,80
Клас -50+5 мм	-	77,34	41,48	-	72,24
Клас - 1,25+0,0 мм	-	9,89	53,72	-	11,96
Кен	-	100,	44,41	-	100,0

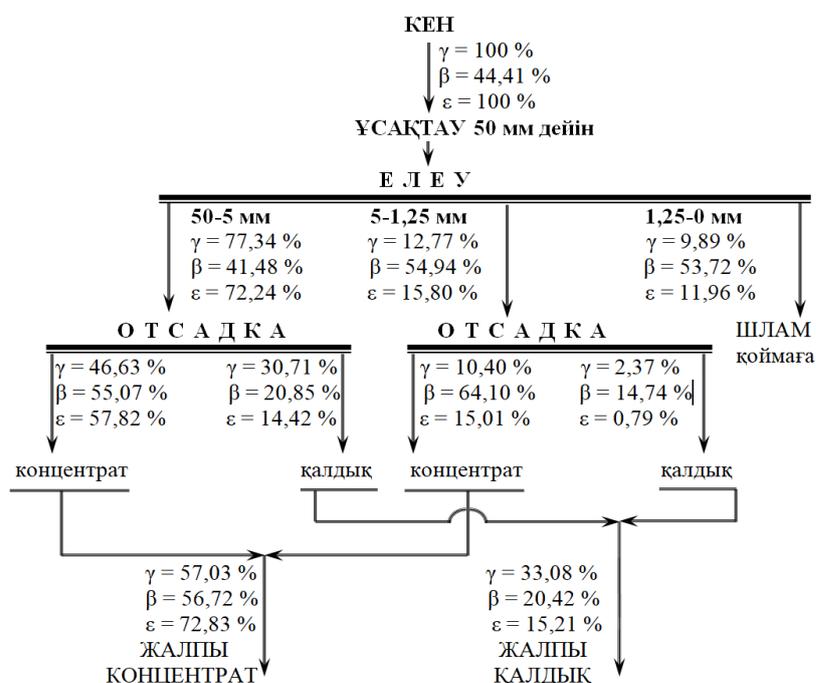
Концентраттың шығымы 10,40 %, темірдің үлесі 64,10 %, кен бойынша бөліп алу 15,01 % (3 кесте) құрайды. Осы ретте қалдықтардың шығымы 2,37 %, құрамында темір үлесі 14,74 %, ал бөліп алу 0,79 % құрайды.

– 5+1,25 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы 4-кестеде көрсетілген.

4 Кесте – -5+1,25 мм клас отсадка концентратының химиялық құрамы

Құрамы, %						Тығызды қ, кг/м <sup>3</sup>
Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	CaO	P	S	
64,40	0,93	9,26	1,96	0,03	0,02	4710

Үшқатын-III кен орнының темір кенінің гравитациялық байытылуын зерттеу негізінде және ірі және ұсақ кластарды бөлу жөніндегі зерттеулер нәтижелері 4-суретте келтіріліп, байытудың технологиялық схемасы әзірленіп, ұсынылды.



4 Сурет – Темірқұрамды кеннің технологиялық байыту схемасы

Байытудың ұсынылатын технологиялық схемасы бастапқы кенді ірілігі 50 мм-ге дейін екі сатыда ұсақтауды қамтиды. Ұсақталған кен үш ірілік класын: -50+5 мм, -5+1,25 мм және -1,25+0,0 мм құрай отырып, сулы елегіштен өткізіледі. -50+5 мм ірілік класының концентрат пен қалдықтарын бөлу ауалы-золотисті бөлектеу машинасында жүргізілді. -5+1,25 мм ірілік класының концентрат пен қалдықтарын бөлу МОД типті диафрагмалық машинада жүргізіледі. Ірілік класы -1,25+0,0 мм (шламдар) отстойникке жиналады.

Ұсынылған технологиялық схема бойынша алынған Ұшқатын – III кен орнының темір кенін байыту бойынша оңтайлы технологиялық көрсеткіштер (4-сурет) 5-кестеде келтірілген.

5 Кесте – Технологиялық көрсеткіштер (металл балансы)

Өнімдер	ШЫҒЫМ, %	Құрамы, Fe, %	Бөліп алу, Fe, %
-50+5 мм отсадка концентраты	46,63	55,07	57,82
-5+1,25 мм отсадка концентраты	10,40	64,10	15,01
Жалпы концентрат	57,03	56,72	72,83
-50+5 мм отсадка қалды	30,71	20,85	14,42
-5+1,25 мм отсадка қалды	2,37	14,74	0,79
Жалпы қалдықтар	33,08	20,42	15,21
Шламдар -1,25+0,0 мм	9,89	53,72	11,96
Кен	100,0	44,41	100,0

Ірілігі 50-1,25 мм класының біріктірілген темір концентратының химиялық құрамы 6-кестеде келтірілген.

6 Кесте – Біріктірілген концентраттың химиялық құрамы

Құрамы, %						Тығызд ық, кг/м <sup>3</sup>
Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	CaO	P	S	
56,4	2,25	10,15	2,10	0,03	0,02	4500
1						

**Қорытынды:**

- 50+5 мм және -5+1,25 мм сыныпты тұндыру арқылы байыту бойынша жүргізілген зерттеулер жоғары сапалы темір концентраттарын алу мүмкіндігін дәлелдеді.

Зерттеу нәтижелері негізінде Үшқатын – III кен орнының темір кенін байытудың технологиялық схемасы әзірленді, оған кеңклассификациялық ірілік -50+5 мм және -5+1,25 мм кластарының бөлектеу кіреді.

Әзірленген технологиялық схема бойынша оңтайлы көрсеткіштер анықталды: темір концентратының жалпы шығымы 57,03% құрады, құрамында темір үлесі 56,72%, жалпы темір концентратын бөліп алу кезінде 72,83 % құрайды.

### Әдебиеттер

1. Студенцов В.В. Клец А. Вопросы теории и практики обогащения руд. /Кн. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан // Анализ, запасы, технологии. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1997.

2. Омар Р.С., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю. Темір құрамды кендердің гравитациялық байытылуын зерттеу // Сатпаевские чтения 2020 – Алматы: КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, 2020. – С. 534-538

3. Митрофанов С.И. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962.

4. Леонов С.Б., Белькова О.Н. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. - М.: Интернет инжииринг, 2001.

<sup>1</sup>Р.С. Омар, <sup>1</sup>Ш.А. Телков, <sup>1</sup>И.Ю. Мотовилов \*

#### Разработка гравитационной технологии обогащения железосодержащей руды

**Аннотация.** В работе представлены результаты полученные при разработке технологической схемы обогащения железосодержащей руды с использованием процесса отсадки.

На основании полученных результатов исследований разработана и рекомендована к использованию в промышленных условиях гравитационная технологическая схема переработки железосодержащей руды, включающая в себя грохочение дробленной до 50 мм исходной руды на машинные классы крупностью -50 + 5 мм, -5 + 1,25 мм с дальнейшим их обогащением на отсадочных машинах.

Результатами исследований установлено, что наиболее оптимальным вариантом является получение общего гравитационного железосодержащего концентрата с содержанием железа порядка 56-57 %.

**Ключевые слова:** железо, гранулометрический анализ, отсадка, выход, содержание, извлечение.

R.S. Omar, Sh.A. Telkov, I.Y. Motovilov

#### Development of gravitational technology for concentration of iron-bearing ore

**Annotation.** The paper presents the results of the development of a technological scheme for the concentration of iron-bearing ore using the jigging process. Based on the obtained research results, a gravity technological scheme for processing iron-containing ore was developed and recommended for use in industrial conditions, including screening of the initial ore crushed to 50 mm into machine classes with a size of -50 + 5 mm, -5 + 1.25 mm with their further enrichment on jigging machines.

The results of the research found that the most optimal option is to obtain a total gravity iron-containing concentrate with an iron content of about 56-57 %.

**Key words:** iron, granulometric analysis, jigging, yield, content, extraction.

УДК: 546.791.6-38

**Б.А.Пернебеков**

*Научный руководитель – Х.А. Юсупов, д.т.н., профессор кафедры «Горное дело»  
института ИГНиГД Satbayev University (г. Алматы Казахстан)*

[yasin\\_amin@bk.ru](mailto:yasin_amin@bk.ru)

### ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ АММИАЧНОЙ ВОДЫ В КАЧЕСТВЕ РЕАГЕНТА ОСАДИТЕЛЯ

**Аннотация:** В этой статье описана переход большого количества урановых месторождений в Республике Казахстан на использование аммиак водный технический

(аммиачная вода) в качестве реагента осадителя, в связи с повышением рыночных цен на каустическую соду.

Рассмотрены сравнения реагентов осадителя и опытно-промышленные испытания по осаждению химического концентрата природного урана (ХКПУ) из товарного десорбата (ТД) технической аммиачной водой (25%)

**Ключевые слова:** реагент осадитель, аммиачная вода, каустическая сода, осаждение урана.

Казахстан является второй страной в мире по объему запасов и ресурсов урана. По данным МАГАТЭ, запасы и ресурсы урана в Казахстане в настоящее время составляют около 1,7 млн. тонн, или около 12% от общего объема мировых запасов и ресурсов урана.

Месторождения Казахстана можно рассматривать в составе шести урановорудных провинций: Шу-Сарысуйская, Сырдарьинская, Северо-Казахстанская, Прикаспийская, Прибалхашская, Илийская.

В настоящее время из 54 разведанных месторождений с балансовыми запасами урана разрабатываются 16, а остальные 38 находятся в резерве. Особенностью запасов урана в Казахстане является то, что около 80% из них сосредоточено в месторождениях песчаникового типа, что позволяет использовать при добыче технологию подземного скважинного выщелачивания который на данный момент является прогрессивным, экологически безопасным и экономически выгодным способом добычи [24].

Уран и его изотопы применяются в качестве топлива для атомных электростанций, двигателей морских судов, авиации. Атомная энергия, которая вырабатывается, в основном, из урановых продуктов, имеет определенные преимущества по сравнению энергией, производимой традиционными методами, и по прогнозам, в течение следующих 20 лет ожидается существенное увеличение потребления электроэнергии из ядерных источников [14,15].

АО НАК «Казатомпром» является мировым лидером в добыче природного урана и национальным оператором Республики Казахстан в сфере урана, редких металлов и ядерного топлива.

Последствия трагических событий в Японии в марте 2011 года внесли некоторые коррективы в прогнозы развития рынка урана, цены на уран падают несколько лет подряд из-за аварии на японской АЭС "Фукусима-1". С 2011 по 2014 год, цена на уран упала более чем в 2 раза. Так, же важным является фундаментальная несбалансированность показателей спроса и предложения в этой сфере. На протяжении последних лет уровень потребления первичных ядерных материалов заметно превышает объемы добычи природного урана.

Текущая цена на уран составляет \$28,5 за фунт, в то время как средняя цена с 2011 года по сегодняшний день составляет \$39,80, что на 58% выше текущих уровней. Максимальная цена с тех пор была зафиксирована на уровне \$73 за фунт. Как мы видим, падение было колоссальным, что привело добычными компаниям к диверсификации производства в своей основе, что преследует цель минимизировать расходы на добычу и переработку сырья [23].

Все работы на месторождении «Северный Харасан» (участок «Харасан-1») осуществляет ТОО «Хорасан-U». Учредители: АО «НАК Казатомпром», Energy Asia (B.V.I.), Limited, UrAsia London Limited. ТОО «Хорасан-U» создано в мае 2005 года в рамках программы «15 000 тонн», разработанной АО «НАК «Казатомпром».

Рудник «Хорасан-1» — действующий современный урановый рудник на месторождении «Северный Харасан» (участок «Харасан-1») в Жанакорганском районе Кызылординской области. Месторождение урана «Харасан-1» расположено в Сырдарьинской урановорудной провинции, южнее месторождения «Карамурун».

Одной из стратегий укрепления и развития ТОО «Хорасан-U» является диверсификация производства путем перехода на новую технологию, максимально используя имеющиеся трудовые ресурсы и производственные мощности.

Перспективный план развития ТОО «Хорасан-У» предполагает освоение новой технологии по осаждению урана с использованием аммиачной воды, в то время как, в настоящее время в качестве реагента применяется каустическая сода.

Получение нового продукта химического концентрата (ХКПУ) в виде диураната (полиураната) аммония предусматривается с использованием в полном объеме оборудования действующей технологической линии по осаждению урана, что исключает необходимость значительного объема нового строительства.

В целях выполнения задачи по снижению затрат на используемый химический реагент на предприятии были проведены опытно-промышленные испытания по осаждению ХКПУ из товарного десорбата (ТД) технической аммиачной водой 25%.

Вода аммиачная 25% - раствор технического аммиака в воде (ГОСТ 9-92). Химическая формула продукта -  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Это бесцветная или желтоватая жидкость щелочной реакции, с резким запахом, негорючая и невзрывоопасная. Аммиачная вода - нестабильный продукт - при длительном хранении возможно снижение концентрации основного вещества и потере свойств. Аммиак может улетучиваться из аммиачной воды, чем объясняется потеря азота при перевозке, хранении и внесении.

Плотность 18,5 – 25% раствора – 0,930–0,910 г/см<sup>3</sup> при +15°С.

Порциональное давление паров аммиака – 0,1 МПа (при +40°С).

Температура выпадения твердой фазы – от –31,3 до –53,9°С.

Теплота растворения газообразного аммиака в воде с концентрацией 1-50% составляет 34-24 кДж/моль [7].

Были проведены опытно-промышленные испытания по осаждению ХКПУ из ТД технической аммиачной водой (25%). Испытания проводились в промышленном масштабе с апробацией и прессованием технологического оборудования осаждения и фильтровального оборудования.

Для проведения первого испытания из цикла десорбции было отобрано 40 м<sup>3</sup> товарного десорбата по 10 м<sup>3</sup> четыре раза с различными анализами. Опыты проводились в поз. 302/3. При ведении процесса осаждения, т.е. при сливе реагента никаких побочных факторов, таких как бурление или кипение раствора, а также выброса газов не наблюдалось. Время осаждения опыта №1 - 5 часов, опыт № 2 - 4 часа, опыт № 3, 4 по 3 часа. Проблем по перекачке пульпы по трубопроводам не наблюдалось. Фильтрация на фильтр-прессе LAROX проходила в штатном режиме. Один цикл (фильтрация, отжим, сушка, выгрузка, промывка ткани и зажим плит) 5 м<sup>3</sup> пульпы составляет 1 час. Пульпа после опробования перед фильтрацией в пробоотборнике долго отстаивается и рыхлая (мелкодисперсная), но маточки после фильтра светлые.

По результатам первого испытания приводим данные по удельному расходу аммиачной воды рассчитанной на уран в ХКПУ в таблице 1.1.

Удельный расход аммиачной воды рассчитанной на уран в ХКПУ (1 опыт)

Таблица 1.1. – Удельный расход аммиачной воды рассчитанной на уран в ХКПУ

Масса урана в ХКПУ, кг	Расход аммиачной воды, м <sup>3</sup>	Средняя плотность аммиачной воды, кг/м <sup>3</sup>	Средняя массовая доля аммиачной воды, %	Масса аммиачной воды, кг	Удельная норма (100%), кг/кг	Удельная норма (25%), кг/кг	Удельная норма (25%), дм <sup>3</sup> /кг
2 400	3,2	0,91	25,0	728,0	0,303	1,213	1,333

В результате получили количество урана согласно нижеприведенной таблице 1.2.

Таблица 1.2. – Количество полученного урана

№ контейнера	Брутто, кг	Массатары, кг	Масса нетто кг	Содержание урана %, норма не менее 35%	Нерастворимый остаток примесей в азотной кислоте, %	Массовая доля влаги, % норма не менее 30%	Количество Me, кг
108	4530	500	4030	54,12	0,041	13,8	2 181

Извлечение Me в ХКПУ из ТД составило 97%. С учетом нескольких факторов (остатков в трубопроводах, остатков на дне реактора, погрешность МВИ, отбор проб, Me в маточниках фильтрации и т.д.).

*Вывод:*

Замена реагента в технологическом процессе переработки товарного десорбата позволит снизить экологические и производственные риски, устранят ряд опасных факторов, сопровождающихся процедурами приёма, хранения и перекачки реагента, так как аммиачная вода является менее взрывоопасным и ядовитым химическим соединением.

*Заключение:*

Комплекс мероприятий по замене химического реагента для осаждения урана предусматривает снижение затрат на 30%, тем самым полностью оправдывает целесообразность применения аммиачной воды 25%, вместо каустической соды.

Литература

1. Волков В.П. Сорбционные процессы действующих производств. – М.: Руда и металлы, 2014. 160 с.
  2. Волкович В.А., Смирнов А.Л. Metallургия урана и технология ее соединений. Издательство Уральского Университета, 2014.
  3. Галкин Н. П. Технология переработки концентратов урана / Н. П. Галкин, А. А. Майоров, У. Д. Верятин. М. : Атомиздат, 1960.
  4. ГОСТ 902-92 Аммиак водный. Технические условия.
  5. Громов Б. В. Ведение в химическую технологию урана. М. : Атомиздат, 1978. 336 с.
  6. Гузев В.В., Гузеева Т.И. Основы технологии переработки ядерных сырьевых материалов. Томский политехнический университет, 2008.
- Евсеева Л.С. и др. Геохимия урана в зоне гипергенеза. М., 1974 г.

**Б.А.Пернебеков**

**Аммония суын шөгінді реагент ретінде қолдану туралы зерттеулер**

**Аңдатпа:** Бұл мақалада каустикалық содаға нарықтық бағаның көтерілуіне байланысты Қазақстандағы уран кен орындарының көп мөлшерін техникалық сулы аммиакты (аммиак суы) тұндырғыш реагент ретінде пайдалануға көшуі сипатталған.

Тұндырғыш реактивтерді салыстыру және табиғи уранның химиялық концентратын (ХКПУ) өндірістік десорбаттан техникалық аммиак суымен (25%) тұндыруға арналған тәжірибелік сынақтар қарастырылған.

**Түйінді сөздер:** тұндырғыш реагент, аммиак суы, каустикалық сода, уранды тұндыру.

**В.А.Pernebekov**

**Research on the application of ammonia water as a reagent of the sedimentary**

**Abstract:** This article describes the transition of a large number of uranium deposits in the Republic of Kazakhstan to the use of technical aqueous ammonia (ammonia water) as a precipitant reagent, in connection with an increase in market prices for caustic soda.

Considered are comparisons of precipitant reagents and pilot tests for the deposition of a chemical concentrate of natural uranium (CCNU) from a commercial desorbate (CD) with technical ammonia water (25%)

**Key words:** precipitant reagent, ammonia water, caustic soda, uranium precipitation.

**М.Р. Шауменов, Н.Т. Акказина, А.А. Ералиев, Г.К. Кошер**  
*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[n.akkazina@satbayev.university](mailto:n.akkazina@satbayev.university)

## ВОПРОСЫ ЗОЛОТОНОСНОСТИ УГЛЕЙ И ПРОДУКТОВ ИХ СГОРАНИЯ

**Аннотация:** В работе рассмотрены вопросы золотоносности углей в зависимости от региональной геохимической зональности угольных месторождений, а также возможность извлечения свободного самородного золота и железа из продуктов сжигания углей на примере Степногорской ТЭЦ Акмолинской области гравитационно-магнитными методами обогащения. Анализ морфоструктурных особенностей и химического состава минеральных фаз, обнаруженных в золе остающейся в топочной камере, свидетельствуют, что большинство минералов переходят в золу, не претерпевая существенных изменений. Сфероиды магнетита полностью сохраняют свои субструктурные особенности в виде хорошо проявленной блочной полигонизации. Золото в тонкой фракции золы отмечается крайне редко, значительная его часть, остающаяся в топочной камере, сосредоточена в недожогах, в которых также обнаружены и частицы пластины. Отмечается присутствие нефтеподобных продуктов от 0,175 до 3,30. Проведены исследования по гравитационному обогащению, отобранных проб золошлака с получением продуктов обогащения.

**Ключевые слова:** уголь, месторождение, золото в угле, содержание золота, геохимия, класс крупности, зола, золоотвал, свободное золото, гравитационное обогащение.

**Золотоносность углей.** Значительные уровни накопления золота в углях привлекают к ним внимание как к потенциальному сырьевому источнику благородных металлов, в связи с чем золото в угленосных отложениях в последнее время исследуют весьма активно. Тем не менее по-прежнему недостаточно изучены условия накопления золота в угольных пластах, а также причины, образования аномально высоких его концентраций. Не сформированы и представления о поведении золота при сгорании углей и его распределение в продуктах горения.

Авторами [1-3] была изучена золотоносность бурых углей Амурской области ими были выполнены исследование процессов миграции и локализации золота в кайнозойских угленосных отложениях на территории Зейско- Буреинского бассейна и его обрамления - Монголо-Охотского складчатого пояса, Гонжинского, Октябрьского и Буреинского массивов. Вдоль периферии бассейна развиты крупнейшие на Дальнем Востоке золотороссыпные пояса (Южно-Тукуринский, Притуранский и др.), с которыми сопряжены угленосные площади [1].

В результате проведенных исследований установлено, что распределение золота неравномерно как по разрезу пластов угля, так и по площади изученных месторождений (Сианчик, Свободное, Сергеевское, Ерковецкое и др.). Наиболее высокая степень концентрации золота отмечается на локальных участках в зонах сопряжения золотороссыпных месторождений и угленосных отложений. В массиве из 300 проб угля Ерковецкого месторождения более половины располагаются в интервале от следов до 5 г/т, при среднем значении на пласт 2 г/т, а с учетом проб с содержаниями до 10 г/т – около 3 г/т.

**Золото в продуктах горения угля.** В соответствии с доминирующими представлениями, принято считать, что благородные металлы при сжигании угля концентрируются в золе. В то же время, имеются материалы, свидетельствующие о высокой летучести золота [4, 5].

Фракционный и вещественный состав золы, остающейся в топочной камере и уносимой с дымом, зависит от характера распределения минеральной составляющей в угле, компонентов внешней и внутренней зольности и от технологии его сжигания.

Сравнительный анализ достаточно большого массива результатов пробирного определения содержания золота в бурых углях ряда месторождений Дальнего Востока и в золе, остающейся в топочной камере после их сжигания, свидетельствует, что содержание золота в золе относительно угля нередко понижается на 60–95%.

Анализ морфоструктурных особенностей и химического состава минеральных фаз, обнаруженных в золе, остающейся в топочной камере, свидетельствует, что большинство минералов переходят в золу, не претерпевая существенных изменений. Так, сфероиды магнетита полностью сохраняют свои субструктурные особенности в виде хорошо проявленной блочной полигонизации. Поверхность алюмосиликатных сфероидов трансформируется лишь незначительно с образованием отдельных участков стеклования, а в недожогах они полностью сохраняют свою исходную структуру. Шлаки формируются за счет более плотной агрегации различных минеральных фаз, цементируемых алюмосиликатной стеклофазой. Новообразованные фазы преимущественно сосредоточены в тонкой фракции золы и представлены оксидными и сульфатными соединениями главных золообразующих элементов Si, Al, Ca, Fe, Mg, Na, K, S, которые в углях имеют собственные минералы и входят в виде примеси в состав органического вещества и большинства минеральных фаз неорганического вещества.

Золото в тонкой фракции золы отмечается крайне редко, значительная его часть, остающаяся в топочной камере, сосредоточена в недожогах, в которых также обнаружены и частицы платины. Морфоструктурные особенности и химический состав золота в золе идентичен золоту исходных углей. Учитывая процентное соотношение золота в угле и золе, определенное пробирным анализом, а также то, что в состав золошлаков в виде недожогов входят в среднем 10–15% несгоревшего или частично сгоревшего угля, есть основание считать, что большая часть золота, присутствующая в углях, при его горении улетучивается вместе с дымом, а в топке остается в основном золото, законсервированное в недожогах, либо достаточно крупные частицы, не транспортируемые газовыми тепловыми потоками.

Нами были исследованы *золотоносность золошлаковых образований на примере золы Степногорской ТЭЦ (Акмолинской область)*.

Зола золотвала имеет следующие характеристики: содержание  $\text{SiO}_2$  – 57,7 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 25,1 %,  $\text{CaO}$  – 3,65 %,  $\text{MgO}$  – 1,30 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 5,89 %, Собщ.- 0,15 %. Содержание углерода органического в зависимости от размерности исходного материала колеблется от 0,232 г/кг до 6,65 г/кг. Отмечается присутствие нефтеподобных продуктов от 0,175 г/кг до 3,30 г/кг. Среди элементов – примесей выявлены медь (20 г/т), свинец (30 г/т), цинк (20 г/т). Кристаллическая фаза состоит из муллита, кварца (стекло), остатков несгоревшего углистого материала.

По гранулометрическим параметрам зола Степногорской ТЭЦ резко неоднородна. На карте золоотвала в околотрубном пространстве накапливаются шлаки гравийно-галечной размерности, далее песчанистой и в центре – алевритовой (рис.1).

В этом же направлении происходит увеличение содержания органического материала и уменьшение содержания золота. В результате проведенных нами исследований (обогащение на центробежных аппаратах) золоотвала Степногорской ТЭЦ в 30 пробах (весом 20–40 кг каждая) в классе крупности – 2 мм золы было установлено наличие свободного самородного золота от единичных до первых сотен знаков. Средний размер золотинок (253 замера) составляет 71 x 42 x 30 мкм. По морфологическим признакам выделяются золотины изометрической, шаровидной и неправильной комковидной формы, присутствующие примерно в равных соотношениях (табл.1).

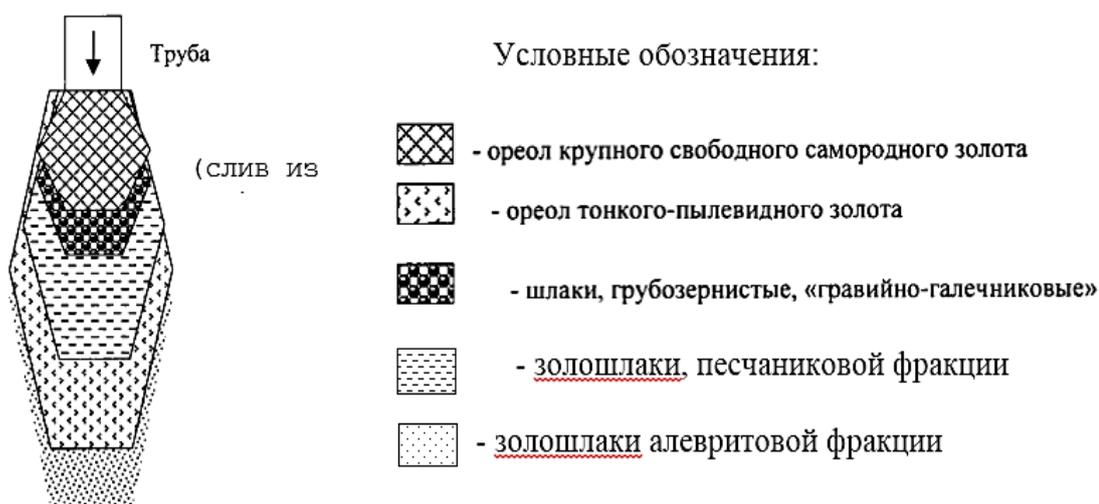


Рисунок 1 – Распределение свободного самородного золота в околотрубном пространстве золоотвала Степногорской ТЭЦ

Цвет золота от ярко- желтого, желтого с бронзовым оттенком до желтовато-зеленовато-серого. Совместно с золотом в концентратах присутствуют сферомagnetит (от 56 мкм и более), сферы кварца, железо, белый самородный металл возможно (Pt, Pd), гипс, арсенопирит, пирит, халькопирит.

Наличие в гравитационном концентрате сферомagnetита позволяет получать железосодержащий продукт методом магнитной сепарацией.

Распределение золота в карте золоотвала крайне неравномерно, большая его часть концентрируется на сливах труб и по руслам ручьев и водотоков, подчиняется тем же закономерностям, что и для крупного золота россыпей (изгибы ручьев, повороты, перегибы поверхности, лжеплотики и т. п.). В плане ореол крупного золота, «вложен» в ореоле тонкого-пылевидного (рис.1). Совместно с золотом установлено большое количество сферомagnetита, но прямой количественной связи между ним и золотом не наблюдается. Просматривается связь между гранулометрическим составом золы, чем крупнее, тем больше свободного золота. Объем песчано-гравийного материала составляет 20–30 % от его общего количества в золоотвале. По данным пробирного анализа, среднее содержание золота в классе крупности + 2 мм составляет 1,3 г/т, в тонких классах (-2 мм) – 0,75 г/т. Валовое содержание золота – 0,8 г/т. Эти данные получены при проведении технологических экспериментов на крупнообъемных пробах весом 300 – 500 кг. Проведенные укрупненные лабораторные испытания по обогащению материала класса крупности менее 2 мм на центробежных аппаратах, показали принципиальную возможность извлечения золота (~ 45 %) в гравииконцентрат [6]. По опыту работ доизмельчение материала позволит повысить извлечение не менее чем на 60 %.

Таблица 1 – Морфометрическая характеристика свободного самородного золота в золе Экибастузских углей (в классе крупности – 2 мм)

Форма золотин	Размер золотин (по длинной оси), мкм							Всего
	-20	21-70	71-98	99-140	141-280	281-420	>420	
Изометричная-шаровидная	2	12	6	6	14	1	-	41
Идиоморфные (куб, октаэдр)	4	7	-	1	-	-	-	12
Комковидные (неправильной формы)	14	11	5	7	3	-	-	40

Пластинчатое, чешуйчатое	4	25	6	6	-	-	-	41	
Губчатое (изометричное)	-	-	-	1	-	-	-	1	
Итого	К-во зерен, шт.	24	55	17	21	17	1	-	135
	%	17,7	40,74	12,60	15,55	12,60	0,74	-	100

Таким образом, проведенные исследования с использованием современных центробежных аппаратов позволили получить следующие данные: - в золошлаках присутствует самородное золото, в том числе свободное; - большая часть золота, находится в виде включений в кристаллических шлаковых образованиях. Объем последних 20–30 % от всего количества золошлакового материала в золоотвале; - свободное самородное золото поддается обогащению на современных центробежных аппаратах, но для эффективной работы оборудования необходимо предварительное доизмельчение материала; - валовые содержания золота в отдельных частных и крупнообъемных пробах из песчано-гравийной части золоотвала колеблются от 0,5 до 1,5 г/т и выше, в среднем составляют 0,8 г/т; - судя по морфологии зерен свободного самородного золота в золошлаковых образованиях отчетливо выделяются аутигенные (шаровидные), кластогенные (окатанные комковидные и пластинчатые) и «сульфидные» (корковидные, с отростками неправильной формы) породы.

*Выводы:* Завершая данную статью, необходимо отметить следующее.

1. Геохимическая специализация углей определяется региональной геохимической специализацией складчатых структур обрамления угольных бассейнов.

2. Золото в углях преимущественно находится в свободной форме с размерами зерен до 10-15 мкм, при преобладающих размерах до 1-2 мкм.

3. Изучение золоотвалов экибастузских углей показал, что среднее содержание золота в классе крупности + 2 мм составляет 1,3 г/т, в тонких классах (-2 мм) – 0,75 г/т. Валовое содержание золота – 0,8 г/т.

4. Использование современных центробежных обогатительных аппаратов показало принципиальную возможность извлечения золота в гравитационный концентрат.

### Литература

1 Сорокин А. П., Кузьминых В. М., Рождествина В. И. Распределение золота в кайнозойских бурых углях Верхнего и Среднего Приамурья // Материалы международного совещания «Инновационные процессы в технологиях комплексной экологически безопасной переработки минерального и нетрадиционного сырья (Плаксинские чтения – 2009)». Новосибирск. 2009. С. 50–51.

2 Рождествина В. И., Сорокин А. П., Макеева Т. Б., Мудровская Н. В. Онтогенез минералов благородных металлов Еркувецкого бурогоугольного месторождения // Вопросы геологии и комплексного освоения природных ресурсов Восточной Азии: Всерос. науч. конф.: сб. докладов. – Благовещенск: ИГиП ДВО РАН. 2010. С. 123–125.

3 Сорокин А. П., Рождествина В. И. Благородные металлы в бурых углях // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований: Всерос. науч. конф.: сб. докладов. – М.: ИГЕМ. 2010. С. 247–249.

4 Варшал Г.М. и др. О концентрировании благородных металлов углеродистым веществом пород // Геохимия, 1994 - №6- С.814-823.

5 В.В., Арбузов С.И., Алексеев В.П. Скандиеносные угли Яхлинского месторождения. Западная Сибирь//Доклады РАН. -2006. -Т.409. -№5. -С.6711-682.

6 М.Р. Шаутинов, В.В. Перегудов, А.Н. Айтулова, Н.А. Иманғалиев. Исследование по извлечению полезных компонентов из золошлаковых отходов. Вестник КазНУ, №4. 2018. с 453-458.

**M.R. Shautenov, N.T. Akkazina, A. Eraliev. G. Kosher**  
**Issues of gold-bearing coal and their products of combustion**

**Abstract:** The paper considers the issues of gold-bearing coal depending on the regional geochemical zonality of coal deposits, as well as the possibility of extracting free native gold and iron from coal combustion products using the example of Stepnogorsk TPP of the Akmola region by the gravity-magnetic enrichment method.

**Keywords:** coal, deposit, gold in coal, gold content, geochemistry, size class, ash, ash dump, free gold, gravity concentration.

**М.Р. Шаутинов, Н.Т. Акказина, А.А. Ералиев, Г.К. Көшер**  
**Көмірдің алтындылығы және ол өнімдердің жану мәселелері**

**Аңдатпа:** Жұмыста әртүрлі аймақтардың геохимиялық зоналарындағы орналасқан көмір кенорындарындағы алтынның үлестігіне қатынасты сұрақтар, сондай-ақ көмірді жағудан алынған күлқождық қалдықтардан пайдалы компонент ретінде бос саф алтынды және темірді гравитациялық және магнитті байыту (Ақмола облысының Степногорск ЖЭО мысалы) негізінде бөліп алу мүмкіншілігі қарастырылған.

**Түйін сөздер:** көмір, кен орны, көмірдегі алтын, алтын үлесі, геохимия, ірілік класы, күл, күлқождық қалдық, бос алтын, гравитациялық байыту.

УДК 662.7

**М.Р. Шаутинов, Н.Т. Акказина, Г.К. Көшер**  
*Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы*  
[n.akkazina@satbayev.university](mailto:n.akkazina@satbayev.university)

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ С  
ПОЛУЧЕНИЕМ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА**

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность переработки золошлаковых отходов от сжигания углей с получением железосодержащего продукта, гравитационно-магнитными методами обогащения. Переработка данного вида техногенного сырья с получением полезного компонента, даст еще возможность снизить высокие техногенные нагрузки на экологические уязвимые природные системы и проживающие в них население. Проведены укрупненно-лабораторные испытания на основе отбора пробы золы из действующего и лежалого золоотвала Степногорской ТЭЦ. Исследованы гранулометрический состав исследуемого материала и распределение в нем золота и железа по фракциям. Главными минералами грубозернистой фракции золошлаковых отходов является муллит, магнетит, кварц и с примесью гематита, кристоболита, кальцита, гипса. В химическом составе преобладают алюминий, кремний, железо, кальций. Осуществлялось гравитационное обогащение грубозернистого материала золошлаковых отходов с использованием центробежных аппаратов. Перечистка объединенного концентрата магнитной сепарацией, позволила получить магнитный продукт с выходом 10,1%, содержанием железа – 58,02% при извлечении – 85,89%.

**Ключевые слова:** золошлак, отходы, техногенное сырье, гранулометрический состав, гравитационное обогащение, магнитная сепарация, выход, содержание.

В настоящее время с истощением запасов рудного минерального сырья, появляется необходимость переработки техногенного сырья, например, зола сжигания Экибастузских углей. Каждый год при сжигании углей образуется от 25 до 38 млн. тонн золы и по своим масштабам накопление золы сопоставимо с природными процессами. Переработка данного вида техногенного сырья наряду с получением из них полезных компонентов, дает возможность снизить высокие техногенные нагрузки добывающих перерабатывающих

предприятий промышленных зон, на экологически уязвимые природные системы и проживающие в них население.

Сжигаемые угли, являясь природными сорбентами, содержат примеси многих ценных полезных элементов, включая редкие земли и драгметаллы. При сжигании их содержание в золе возрастает в несколько раз и может представлять промышленный интерес. Известно более сотни технологий переработки и использования золошлаковых отходов, которые в основном посвящены использованию золы в строительстве и производстве строительных материалов, не затрагивая при этом извлечения из них как токсичных и вредных, так и полезных и ценных компонентов. Поэтому проведение исследований по разработке технологии переработки данного вида техногенного сырья является актуальной.

Рассмотрена возможность переработки золошлаковых отходов Степногорской ТЭЦ, работающих на углях Экибастузского месторождения с получением полезных компонентов в виде свободного самородного золота и железосодержащих продуктов на основе гравитационных, магнитных и других методов обогащения.

Основание и исходные данные для проведения исследования по теме магистерской диссертации. Золошлаковые отходы Казахстана обязаны открытию крупнейшего месторождения энергетических углей в Экибастузе и строительству привязанных к нему тепловых электростанций, позволивших решить многие энергетические проблемы народного хозяйства. Гигантские угольные разрезы и дешевый карьерный способ добычи, постоянный спрос на уголь, несмотря на его высокую зольность (31-43%), привел к росту добычи угля. Общие запасы углей Экибастузского бассейна оцениваются в 11301 млн. т., что гарантирует обеспеченность сырьем на сотню лет. Каждый год при сжигании углей образуется от 25 до 38 млн. т. золы и по своим масштабам накопление золы сопоставимо с природными процессами.

Проведены крупноразмерные лабораторные испытания выделенных продуктивных частей золошлаковых образований. Отбор пробы осуществлялся из действующего и лежалого золотвала Степногорской ТЭЦ. Общая масса пробы (500 кг) для исследований была отобрана из околотрубного пространства, в зоне распространения грубозернистого, шлакового материала. Отбор пробы для среднезернистого из лежалых золошлаковых отвалов 1980 г. и для мелкозернистого материала осуществлялся из действующего золотвала.

Из отобранной пробы грубозернистого шлакового материала методом перемешивания и сокращения была отобрана проба для исследований с весом 194 кг, влажностью 21,66%, вес сухой пробы 152 кг.

Гранулометрический состав исследуемого материала и распределение в нем золота (атомно-абсорбционный анализ) и железа по фракциям приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав и распределение золота и железа по фракциям

Класс крупности, мм	Выход		Содержание		Распределение, %	
	г	%	Au, г/т	Fe, %	Au	Fe
+2	147	<b>9,16</b>	0,09	9,08	6,15	5,53
-2+0,25	432	<b>26,92</b>	0,18	} 15,59	36,92	} 58,93
-0,25+0,1	478	29,78	0,13		30,0	
-0,1+0,044	503	31,34	0,10		23,85	
-0,044+0	45	<b>2,80</b>	0,13	<b>4,45</b>	3,08	0,21
Исходная проба	1605	100	0,13 (0,15)	15,00	100	100

Грубозернистый материал представлен классом крупности более 0,25 мм. Характерной особенностью грансостава грубозернистого материала золошлаковых отходов является низкое содержание шламистого материала до 3%. Наименьшее содержание железа и его выход наблюдается в классе крупности -0,044 мм (табл. 1).

Главными минералами грубозернистой части золошлаковых отходов являются муллит, магнетит, кварц с примесью гематита, кристобаллита, кальцита, гипса. В химическом составе

преобладают алюминий, кремний, железо, кальций. В качестве устойчивой и значимой примеси выявлены титан, марганец, иногда хром.

Обогащение мелкозернистых золошлаковых отходов проводилось по следующей схеме (рис.1), результаты приведены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Проба 1. Гранулометрический состав исследуемых золошлаковых отходов

Номер пробы	Класс крупности, мм	Выход		Содержание		Распределение, %	
		г	%	Au, г/т	Fe, %	Au	Fe
2	-10+5	23	0,15	0,37	-	0,18	-
3	-5+2	100	0,81	0,05	-	0,11	-
13	-2+0,25	245	1,99	0,10	2,44	0,52	3,90
	-0,25+0,1	845	6,86	0,23	7,89	5,11	6,26
	-0,1+0,044	1850	15,08	0,43	7,41	17,90	34,96
	-0,044+0	9250	<b>75,12</b>	0,37	2,40	76,18	96,40
1	Исходная проба	12313	100	0,36	3,19	100	100

Гравитационное обогащение грубозернистого материала золошлаковых отходов осуществлялась на укрупненной лабораторной пробе с использованием нижеуказанных аппаратов. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты укрупненно-лабораторной испытании по переработке грубозернистой части (15-25% от объема всего золоотвала)

Продукты обогащения	Выход, %	Содержание железа, %	Содержание золота, г/т	Извлечение, %	
				Fe	Au
+2	7,5	10,38	0,25	8,08	5,81
Концентрат вибровинтового сепаратора	16,5	39,0	0,99	66,49	52,58
Концентрат виброцентробежного чашевого аппарата	2,33	16,64	1,45	4,03	10,64
Аэрогидродешламатор камерный продукт №1	44,12	2,60	0,16	11,79	22,58
Аэрогидродешламатор камерный продукт №2	13,93	3,7	0,10	5,27	4,53
Слив (шламы)	15,62	2,7	0,08	4,34	3,87
Исходная проба	100	9,67	0,13	100	100

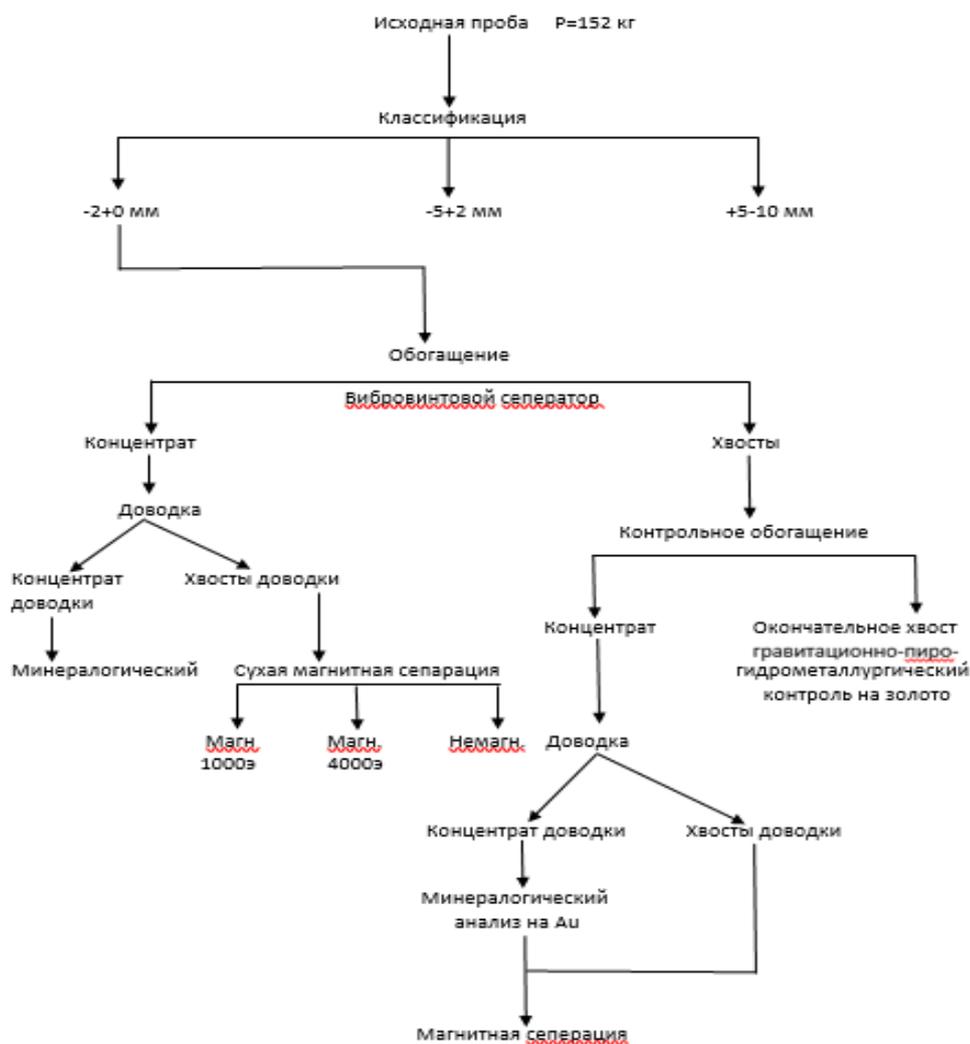


Рисунок 1 – Технологическая схема обогащения крупнообъемной пробы №1 тонкозернистого материала золашлаковых отходов при сжигании Экибастузских углей на Степногорской ТЭЦ

Железо. Извлечено в черновой концентрат вибровинтового сепаратора – 66,49%, а в объединённый с виброцентробежным аппаратом – 70,52% с содержанием железа – 36,32% при исходном содержании 9,67%. Перечистка объединённого концентрата магнитной сепарацией, позволила получить магнитный продукт с выходом 10,1% содержанием железа – 58,02% при извлечении – 85,89%. В хвостах перечистки содержание железа – 11,02 %.

Золото. Исходное содержание золото – 0,13 г/т. Полученный объединённый концентрат (вибровинтового сепаратора и виброцентробежного чашевого аппарата) по золоту 1,04 г/т, извлечение 65,27%.

**M.R. Shautenov, N.T.Akkazina, G. Koshier**

**Research on the processing of ash and slag waste to obtain an iron-containing product**

Abstract. The article discusses the possibility of processing ash and slag waste from coal combustion to obtain an iron-containing product using gravitational-magnetic enrichment methods.

Keywords: ash and slag, waste, technogenic raw materials, particle size distribution, gravity concentration, magnetic separation, yield, content.

**М.Р. Шаутенов, Н.Т. Акказина, Г.К. Кошер**

**Күл-кождық қалдықтарды қайта өңдеу негізінде темірлік заттарды алу**

Андатпа. Мақалада көмірді жағудан алынатын күл-кождық қалдықтарды гравитациялық және магниттік байыту әдістерінің негізінде темір құрамды өнімді алу қарастырылған.

Түйін сөздер: күлқож, қалдықтар, техногенді шикізат, күл үйіндісі, сынама, гранулометриялық құрам, гравитациялық байыту, магнитік сұрыптау, шығым, үлес.

УДК 622.7

**М.Р. Шаутонов, Н.Т. Акказина, Б.Н. Кожабай**  
*Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы*  
[n.akkazina@satbayev.university](mailto:n.akkazina@satbayev.university)

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА И ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ РУДЕ КУНДЫБАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

***Аннотация.** В статье рассмотрены результаты исследования по определению взаимосвязи гранулометрического состава и характера распределения редкоземельных элементов в руде. Проведены исследования по гравитационному обогащению редкоземельной руды Кундыбайского месторождения на пробе класса -80 +0,0 мм и дробленной до крупности 2,5 мм. Результаты гранулометрического анализа и характер распределения редкоземельных элементов по классам крупности показали, что наиболее высокое содержание (694,318 г/т) наблюдается в классе крупности менее 5 мкм. Средневзвешенное содержание  $\Sigma P3Э$  в пробе исходной крупности составило 320 г/т. Проведены лабораторные исследования по гравитационному обогащению тонкодисперсных частиц редкоземельных элементов с использованным нами разработанного виброцентробежного чашевого аппарата.*

**Ключевые слова:** руда, коры выветривания, проба, редкоземельные элементы, гранулометрический состав, ситовой анализ, содержание, выход, распределение

Технология переработки редкоземельных руд отличается большим разнообразием, которое вызвано влиянием различных технологических особенностей перерабатываемого редкоземельного сырья. К таким особенностям, относятся вещественный состав и характер (упорность) руды: сульфидный, окисленный, смешанный, глинистый, многокомпонентный и др.; характер крупности и вкрапленности дисперсных частиц сырья, а также другие показатели.

Исследования по гравитационному обогащению редкоземельной руды Кундыбайского месторождения проводились на пробе класса -80+0,0 мм и дробленной до крупности 2,5 мм.

Переработка труднообогатимых редкоземельных руд требует необходимость применения комбинированных схем, сочетающих процессы гравитационного обогащения, флотации, гидрометаллургии и пирометаллургии, это вызвано тем, что редкоземельные элементы в данных рудах представлены более разнообразными формами и распределены как в глинистой, так и в зернистой частях руды. В этих условиях необходимо изыскивать новые высокоэффективные и конкурентоспособные комбинированные технологии переработки данного вида сырья, позволяющие более полное извлечение из нее полезных составляющих.

Нами проведены исследования по изучению гранулометрического состава и характера распределения редкоземельных элементов в руде Кундыбайского месторождения.

С целью определения гранулометрического состава и характера распределения редкоземельных элементов по классам крупности были выполнены ситовые анализы на руде исходной крупности 80-0,0 мм и дробленной до крупности 2,5 мм.

Ситовый анализ заключался в просеивании пробы руды через набор сит и промывки каждого класса крупности с последующим определением процентного количества продукта на каждом сите, по отношению к массе исходной пробы. Для определения

гранулометрического состава пробы, до крупности 0,05 мм использовался набор сит, а класс крупностью менее 0,05 мм подвергался седиментационному анализу.

Гранулометрический состав руды исходной крупности и характер распределения  $\Sigma$ TR (для редкоземельных элементов установлен собиратель символ TR, означающий сумму редкоземельных элементов) по классам крупности приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение  $\Sigma$ TR по классам крупности исходной руды

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание $\Sigma$ TR, г/т	Распределение $\Sigma$ TR, %
-80+40	1.44	22.055	0.099
-40+20	1.21	37.864	0.143
-20+10	1.61	72.874	0.366
-10+5	2.6	97.499	0.791
-5+2,5	4.43	83.673	1.157
-2,5+1,25	4.43	116.217	1.606
-1,25+0,63	8.89	114.63	3.180
-0,63+0,315	10.5	108.628	3.560
-0,315+0,16	13.98	136.129	5.939
-0,16+0,071	9.2	170.048	4.882
-0,071+0,05	4.78	198.532	2.961
-0,05+0,04	0.45	414.031	0.582
-0,04+0,03	1.3	282.817	1.148
-0,03+0,02	2.55	275.189	2.189
-0,02+0,01	18.94	609.981	36.052
-0,01+0,005	12.55	821.597	32.177
-0,005+0,0	1.14	890.632	3.168
Итого руда	100,0	320,452	100,0

Анализ результатов гранулометрического состава, приведенного в таблице 1 показывает, что количество крупных классов крупностью от 80 мм и до 2,5 мм в руде исходной крупности незначительное. Так выхода классов крупностью 80-40 мм, 40-20 мм и 20-10 мм составили 1,44 %, 1,21 % и 1,61 % соответственно, при их суммарном выходе 4,26 %. Также можно отметить, что в данных классах крупности наблюдаются самые низкие содержания  $\Sigma$ TR, при их общем извлечении 0,608 %.

Выхода классов крупностью 10-5 мм и 5-2,5 мм составили 2,60 % и 4,43 % и содержанием TR 97,499 г/т и 83,673 г/т соответственно, при общем извлечении  $\Sigma$ TR в класс крупностью 10 – 2,5 мм 1,948 %.

Общий выход класса крупностью 80-2,5 мм составил 11,29 % со средним содержанием  $\Sigma$ TR 73,434 г/т и общим извлечением  $\Sigma$ TR 2,556 %. На основании этого можно сказать, что в суммарном классе крупностью 80-2,5 мм концентрируется незначительное количество TR и соответственно подвергать его отдельному обогащению нецелесообразно.

В целом распределение содержаний  $\Sigma$ TR по классам крупности в исходной руде имеет неравномерный характер. При этом наименьшее содержание  $\Sigma$ TR наблюдается в самых крупных классах и наиболее высокие содержания в тонких классах крупности. Так содержание  $\Sigma$ TR в классе крупностью 80 – 40 мм составил 22,055 г/т, а в классах крупностью 0,02-0,01 мм и 0,01-0,05 мм составило 609,981 г/т и 821,597 г/т соответственно. При этом общий выход данных классов крупности составил 31,49 % со средним содержанием  $\Sigma$ TR 694,318 г/т и общим извлечением  $\Sigma$ TR 68,229 %. Это позволяет утверждать, что большая часть TR концентрируется в классе крупностью 0,02 – 0,005 мм.

Выход самого тонкого класса крупностью менее 5 мкм составил всего 1,14 %. Однако в данном классе крупности наблюдается наиболее высокое содержание  $\Sigma$ TR, которое составило 890,639 г/т, при извлечении TR 3,168 %. Средневзвешенное содержание  $\Sigma$ TR в пробе руды исходной крупности составило 320 г/т.

Результаты ситового анализа руды исходной крупности предопределили необходимость определения гранулометрического состава и характера распределения  $\Sigma TR$  при дроблении исходной руды до крупности 2,5 мм, которые приведены в таблице 2.

Анализ результатов гранулометрического состава, приведенного в таблице 2 показывает, что наиболее высокие выходы соответствуют классам крупностью 0,02-0,01 мм и 0,01- 0,005 мм, при этом их суммарный выход составил 30,76 % со средним содержанием  $\Sigma TR$  655,291 г/т.

Таблица 2 – Гранулометрический состав руды, дробленной до 2,5 мм

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание $\Sigma TR$ , г/т	Распределение $\Sigma TR$ , %
-2,5+1,25	8.63	93.225	2.611
-1,25+0,63	12.19	100.403	3.971
-0,63+0,315	12.6	108.119	4.421
-0,315+0,16	13.29	114.195	4.925
-0,16+0,071	11.26	167.17	6.108
-0,071+0,05	4.79	189.681	2.948
-0,05+0,04	1.04	403.262	1.361
-0,04+0,03	1.31	270.285	1.149
-0,03+0,02	2.24	254.569	1.85
-0,02+0,01	17.67	593.193	34.011
-0,01+0,005	13.09	739.116	31.393
-0,005+0,0	1.89	856.297	5.252
Итого руда	100	308,18	100

Распределение содержания по классам крупности, при дроблении исходной руды до 2,5 мм, имеет также неравномерный характер, при этом наименьшее содержание соответствует самому крупному классу крупностью 2,5-1,25 мм и составило 93,225 г/т, а наибольшее самому тонкому классу крупностью 0,005 – 0,0 мм и составило 856,297 г/т.

Характер распределения извлечений  $\Sigma TR$  по классам крупности аналогичен распределению их в руде исходной крупности. Также наблюдается наибольшее извлечение  $\Sigma TR$  в два класса крупностью 0,02-0,01 мм и 0,01-0,005 мм, которое составило 34,011 % и 31,393 соответственно. При этом суммарное извлечение  $\Sigma TR$  в данные классы составило 65,404 % (68,229 % в руде исходной крупности), т.е. большая часть TR концентрируется в данных классах крупности. Анализ таблицы 2 показал, что 70,65 %  $\Sigma TR$  содержится в тонких классах -0,02+ 0,01 мм, -0,01+0,005 мм, 0,005+0мм. Суммарный выход этих классов составляет 32,65 %. Среднее содержание  $\Sigma TR$  по этим классам – 667 г/т. По результатам ситового анализа средневзвешенное содержание  $\Sigma TR$  составило 308,18 г/т (табл. 2).

На основании полученных данных можно сделать следующие заключение:

1. Руда коры выветривания месторождения Кундыбай в основном представлена мелкими и тонкими классами, крупностью менее 2,5 мм.
2. Основная доля TR сосредоточена в классах крупностью менее 0,074 мм.
3. При использовании гравитационной технологии наиболее целесообразно производить обогащение руды по следующим машинным классам крупности: 2,5-0.63 мм. 0.63-0.315 мм. 0.315-0.1 мм и 0.1-0,0 мм.

В дальнейшем с учетом состава исследуемой руды и формы, находящейся в нем (TR) нами предполагаются следующие варианты технологических исследований:

- разделение исходной пробы руды на пески и глины - гидроциклонирование или аэрогидродешламация;
- получение коллективных концентратов из песков по гравитационно-магнитной схеме;
- последующая доводка коллективного концентрата с получением ильменитовых, рутиловых, магнетитовых и редкоземельных продуктов, что достигается обогащением на вибровинтовых сепараторах и центробежных аппаратах (контрольное обогащение);

- гидрометаллургическое (чановое) выщелачивание редких земель из глин с предварительной диспергацией глинистого матрикса;
- либо кучное выщелачивание после предварительного агломерирования глинистой части руды и хвостов гравитационного обогащения.

M.R. Shautenov, N.T. Akkazina, B.N. Kozhabay

**Investigations of the granulometric composition and the nature of the distribution of rare earth elements in the rare earth ore of the Kundybay deposit**

**Abstract.** The article considers the results of a study to determine the relationship between the granulometric composition and the nature of the distribution of rare earth elements in the ore.

**Keywords:** ore, weathering crust, sample, rare earth elements, particle size distribution, sieve analysis, content, yield, distribution

М.Р. Шаутенов, Н.Т. Акказина, Б.Н. Қожабай

**Құндыбай кен орнының сирек жер кендеріндегі сирек жер элементтерінің гранулометриялық құрамы мен таралу сипатын зерттеу**

**Аңдатпа.** Мақалада кендегі сирек жер элементтердің гранулометриялық құрамы мен таралу сипатының өзара байланысын анықтау бойынша зерттеу нәтижелері қарастырылған.

**Түйін сөздер:** кен, мору қыртысы, сынама, сирек жер элементтері, гранулометриялық құрам, елеуішті талдау, үлес, шығым, таралуы

УДК 66.012.44

Р.Е.Смайлов<sup>1</sup>, А. Б. Айдымбеков<sup>1</sup>, Ә. М. Ахмет<sup>2</sup>

*Научный руководитель - Х. А. Юсупов<sup>1</sup> доктор технических наук, профессор.*

<sup>1</sup>*Казахстанский национальный технический университет им. К.И.Сатбаева, г. Алматы, Республика Казахстан.*

<sup>2</sup>*Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилёва, г. Нур-Султан, Республика Казахстан.*

[rsmajlov@bk.ru](mailto:rsmajlov@bk.ru)

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА СОРБЦИИ ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБВЯЗКИ ТРЕЙНОВ**

**Аннотация.** Данная статья посвящена вопросу повышения производительности сорбционного передела и снижению выхода из строя сорбционных колонн путем изменения технологической схемы обвязки трейнов на месторождении ТОО «СП«Инкай». На основе анализа действующей технологии сорбционного передела, предложена новая технология схемы обвязки, проведены промышленные испытания, обработаны и проанализированы экспериментальные данные. Разработаны технологический схемы переобвязки трейнов, а также предложены пути их реализации.

**Ключевые слова:** подземное скважинное выщелачивание, сорбция-сорбционный передел, трейн, ионит-смола, интенсификация, обвязка.

Среди государств – производителей урана Республика Казахстан занимает второе место в мире по запасам минерального сырья, которые оцениваются в 1,5 млн т [1].

В 2019 г. в мире было добыто 53,656 тыс. т урана [1,2]. Исходя из умеренного сценария по развитию атомной энергетики в мире, потребности реакторных установок в уране возрастут до 109 тыс. тонн к 2030 г. [3].

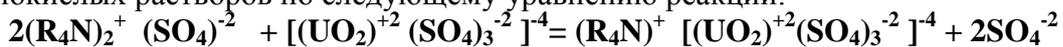
Применение метода подземного скважинного выщелачивания (ПСВ) при разработке месторождений урана в сравнении с горными способами, традиционно применяемыми ранее в значительной степени сокращает ущерб, наносимый окружающей среде [4].

На участке Сателлит-1 уранодобывающего предприятия ТОО «СП«Инкай» после выщелачивания продуктовой раствор (растворы содержащие ионы урана) из

геотехнологического полигона, способом подземного скважинного сернокислотного выщелачивания, поступает в пескоотстойник. Из пескоотстойника продуктивные растворы, через насосную станцию, подаются в цех переработки. Сорбция производится в 18 колоннах (IX-1÷18). Конструкция колонн типа ионнообменного фильтра с подачей раствора «сверху-вниз». Объем каждой колонны 63 м<sup>3</sup>, рабочий объем смолы 28 м<sup>3</sup>. Раствор распределяется на шесть линий (трейны А,В,С,Д,Е,Ф) колонн IX. В каждой линии по 3 последовательно работающих колонн. Проектная рекомендуемая производительность каждой линии (трейна) 255 м<sup>3</sup>/час, номинал 267 м<sup>3</sup>/час. Последовательность подачи растворов следующая:

- 1 –ая колонна – ведущая;
- 2 –ая колонна – промежуточная;
- 3 –ая колонна – хвостовая.

Применяемый анионит марки PurolitePFA 460/4783 селективно извлекает уран из сернокислых растворов по следующему уравнению реакции:



При достижении содержания урана в растворах после колонны 70-80% от содержания урана в продуктивных растворах, ведущую колонну отключают. Содержание урана в насыщенном анионите составляет 40-65 кг/м<sup>3</sup>. Насыщенный анионит перекачивают в колонны десорбции типа СДК-1500, где десорбируют нитратным раствором для получения товарного десорбата в виде готовой продукции. [5].

Однако, при применении традиционной схемы обвязки трейнов не обеспечивается необходимая производительность сорбционного передела и повышается частота выхода из строя сорбционных колонн. Для решения данной проблемы и повышения интенсификации процесса сорбции предлагаются две технические решения. Первое техническое решение заключается в установке дополнительных запорных арматур на линиях 200мм-LX-PV2-011 между колоннами IX-2÷3÷8÷9 (трейны А,С,) (рисунок 1) и 200мм-LX-PV2-077 между колоннами IX-11÷12÷16÷17 (трейны Д,Ф) для разделения данных трейнов из 3-х колонн на 2 колонны, соответственно, разделение 6-и трейнов на 8 трейнов. На рисунке 1 показаны традиционная и предлагаемая схемы обвязки трейнов А и С с указанием места установки запорных арматур (схема обвязки трейнов Д,Ф аналогичный).

ДО:

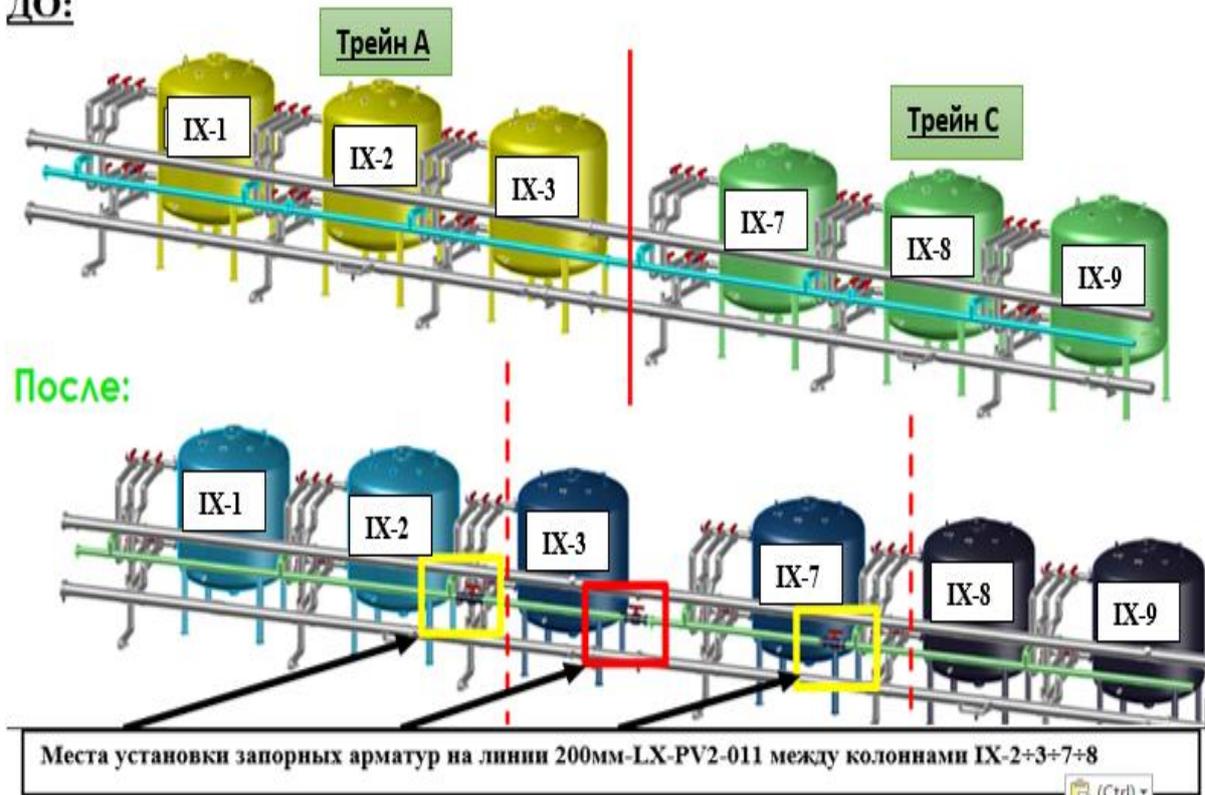
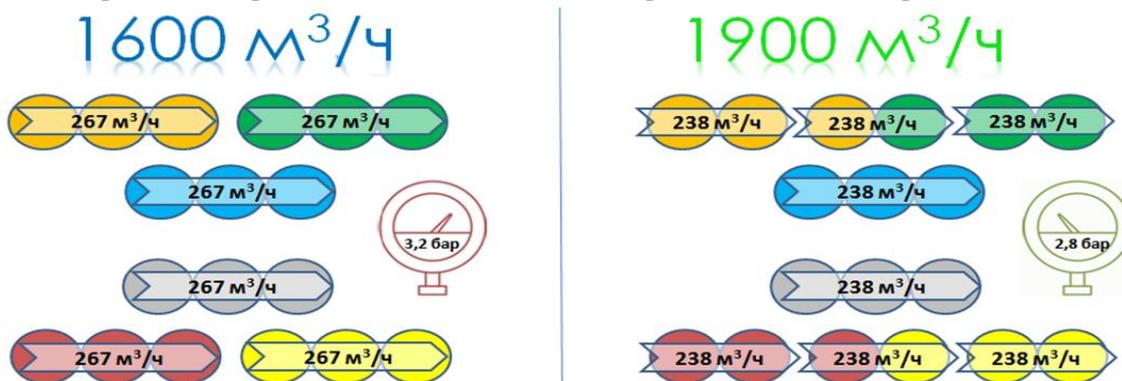


Рисунок 1 – Схема установки дополнительной запорной арматуры для переобвязки трейнов А и С.

Второе техническое решение направлено на предотвращение преждевременного выхода из строя сорбционных IX колонн путем снижения гидростатического сопротивления за счет уменьшения производительности одного трейна от  $267 \text{ м}^3/\text{час}$  до  $238 \text{ м}^3/\text{час}$ , соответственно снижения давления на входе колонн от  $3,2 \text{ бар}$  до  $2,8 \text{ бар}$ . При этом общая производительность повысится за счет увеличения количества трейнов, то есть сумма 6-и трейнов при производительности  $267 \text{ м}^3/\text{час}$  составляет  $1600 \text{ м}^3/\text{час}$ , а сумма 8-и трейнов при традиционной технологии при производительности  $238 \text{ м}^3/\text{час}$  составляет  $1900 \text{ м}^3/\text{час}$ . На рисунке 2 приведена предлагаемая схема обвязки трейнов до и после разделения.



к 2 – Схема обвязки трейнов до и после разделения

Рисуну

Для снижения гидростатического сопротивления, как и описывалось выше, необходимо уменьшить толщину защитного слоя ионита, то есть при схеме трейна из 3-х колонн – толщина защитного слоя составляет 2 колонны, а при схеме трейна из 2-х колонн – толщина защитного слоя составляет 1 колонну. В связи с выше указанными решениями возникает вопрос: достаточно ли толщины защитного слоя трейна из 2-х колонн при выходе головной

колонны на перегруз насыщенного сорбента без снижения производительности? То есть сможет ли одна колонна с ионитом 28м3 не допустить проскок урана в маточные растворы сорбции. Таким образом в течении 5 суток на 5-и трейнах из них на 8 колоннах был проведен эксперимент. При отключении на перегруз головной колонны, время до первого проскока на хвостовой составило 12 часов, время перегруза 3-4 часа, анализы маточника сорбции (МС) отбирались каждый 30 минут во время работы одной колонны IX. Как видно из таблицы 1, 12-и часов вполне достаточно для проведения перегруза головной колонны, без отключения подачи ПР. Данные экспериментальных работ (таблица 1) показывает, что маточник сорбции отобранной в период работы одной колонны IX на сорбции не наблюдается проскок урана выше 2мг/л в МС до 12 часов. Данные в таблице 1 МС-1 соответствует колонне IX-1, так и другие колонны.

Таблица 1- Тест-лабораторные анализы способности ионообменной смолы Purolite PFA460/478 удерживать проскок урана в МС

Анализ проб САТ-1																							
Дата	Время отбора	U, мг/л																					
		ПР	МР юг	МР сев	МС-1	МС-2	МС-3	МС-4	МС-5	МС-6	МС-7	МС-8	МС-9	МС-10	МС-11	МС-12	МС-13	МС-14	МС-15	МС-16	МС-17	МС-18	
26.06.2020	14-50		2,0																				
26.06.2020	15-20		2,0																				
26.06.2020	15-50	104	2,0																				
26.06.2020	16-20		2,0																				
26.06.2020	16-50		2,0																				
27.06.2020	05-00			2,00	2,00																		
27.06.2020	05-30			2,00	2,00																		
27.06.2020	06-00			2,00	2,00																		
27.06.2020	06-30			2,10	2,00																		
27.06.2020	15-20			2,00						2,00													
27.06.2020	15-50			2,00						2,00													
27.06.2020	16-20			2,00						2,00													
27.06.2020	16-50			2,00						2,00													
27.06.2020	17-20			2,00						2,00													
27.06.2020	21-30			2,00						2,00													
27.06.2020	22-30			2,00						2,20													
27.06.2020	23-00			2,00						2,00													
28.06.2020	04-30			2,00																			
28.06.2020	05-00	103		2,00																			
28.06.2020	05-30			2,00																			
29.06.2020	18-00			2,00																			
29.06.2020	18-30			2,00																			
29.06.2020	22-30		2,00																				
29.06.2020	23-00		2,00																				
29.06.2020	23-30		2,00																				
01.07.2020	00-00		2,00																				
01.07.2020	21-00		2,00																				
01.07.2020	21-30		2,00																				

На основании выше указанных результатов можно сделать следующие основные выводы:

- Применение и внедрение предлагаемой технологии позволит увеличить производительность сорбционного передела до 18,7%, то есть с 1600 м<sup>3</sup>/час до 1900 м<sup>3</sup>/час. Обеспечивается гибкость ведения процесса сорбции, появится возможность сорбционного передела работать на 3х колоннах по старой схеме, так же и на 2х колоннах по новой схеме в одной линии (трейне) по мере необходимости.

- Сокращается время простоя оборудования, снижается давления в колоннах, что минимизирует риск выхода из строя колонн.

### Литература

1 Суходолов А.П. Мировые запасы урана: перспективы сырьевого обеспечения атомной энергетики.// Известия Иркутской государственной экономической академии. 2010. № 4(72) С.166-169

2 Boytsov A. Worldwide ISL Uranium Mining Outlook: presentation//Proceedings of the International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2014),23-27 June 2014.-Vienna: IAEA, 2014. P.1-23

3 Derek M. Insight: Uranium is in a holding pattern//Commodity Insights Bulletin.2015.-8p

4 Голик В.И., Култышев В.И. История и перспективы выщелачивания урана// Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011.№7. С. 138–143

5 Технологический регламент. Перерабатывающего комплекса ЦППР, участок Сателлит-1, ТОО «СП Инкай» PR-MPP-02. Версия №5. 10-19с.

**Смайлов Р.Е. Айдымбеков А. Б., Ахмет Ә.М.**

**Трейндерді байлаудың технологиялық схемасын өзгерту арқылы сорбция процесін күшейту**

**Анатпа.** Бұл мақала "Инкай" БК " ЖШС кен орнындағы трейндерді байлаудың технологиялық схемасын өзгерту арқылы сорбциялық қайта бөлудің өнімділігін арттыру және сорбциялық колонналардың істен шығуын азайту мәселелеріне арналған. Сорбциялық қайта бөлудің қолданыстағы технологиясын талдау негізінде байлау схемасының жаңа технологиясы ұсынылды, өнеркәсіптік сынақтар жүргізілді, эксперименттік деректер өңделді және талданды. Трейндерді қайта байланыстырудың технологиялық схемалары жасалды, сонымен қатар оларды жүзеге асыру жолдары ұсынылды.

**Түйінді сөздер:** жерасты ұңғымалық шаймалау, сорбция-сорбциялық қайта бөлу, трейн, ионит-шайыр, интенсификация, байлау.

**Smaylov R. E. Aidymbekov A. B., Akhmet A. M.**

**Intensification of the sorption process by changing the technological scheme of train strapping**

**Annotation.** This article is devoted to the issue of increasing the productivity of sorption processing and reducing the failure of sorption columns by changing the technological scheme of train strapping at the field of JV Inkai LLP. Based on the analysis of the current technology of sorption processing, a new technology of the strapping scheme is proposed, industrial tests are carried out, experimental data are processed and analyzed. Technological schemes of train re-linking have been developed, as well as ways of their implementation have been proposed.

**Keywords:** underground borehole leaching, sorption-sorption conversion, train, ionite-resin, intensification, binding.

УДК 546.824

**Смороков А.А.**

*Научный руководитель – доцент, к.т.н. Кантаев А.С.*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия, г. Томск*

## **ФТОРАММОНИЙНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ВЫСОКОКРЕМНИСТОГО ТИТАНОВОГО СЫРЬЯ**

**Аннотация:** в работе рассмотрены условия проведения селективного выщелачивания диоксида кремния из лейкоксенового концентрата Ярегского нефтетитанового месторождения (республика Коми, Россия). В результате процесса удалось снизить долю диоксида кремния в сырье с 24 % до менее 1 %. При этом доля титана возросла с 63 % до 85 %, что позволяет использовать полученный обескремненный лейкоксеновый концентрат в качестве сырья для получения пигментного  $TiO_2$  и металлического титана по хлорной схеме, используемой на существующих предприятиях титановой индустрии.

**Ключевые слова:** лейкоксеновый концентрат, диоксид титана, фториды аммония, диоксид кремния.

Лейкоксен является одним из наиболее распространенных форм титансодержащего сырья и представляет собой продукт изменения ильменита под действием внешних условий (выветривание, окисление атмосферой и т.п). Используемый в работе лейкоксеновый концентрат был получен с Ярегского нефтетитанового месторождения. Содержание титана в руде в пересчете на оксид составляет 9 – 10 %. Обогащение лейкоксеновой руды осуществляется нефтефлотацией при нагревании, в результате чего происходит перераспределение нефти на поверхностях частиц кварца и лейкоксена – основных компонентов руды. В результате обогащения получают лейкоксеновые концентраты, с различной долей  $TiO_2$  в итоговом продукте. В зависимости от степени обогащения удается провести обогащение до содержания  $TiO_2$  свыше 50-60 % [1]. В таблице представлен использованный в работе лейкоксеновый концентрат с наибольшей степенью обогащения по

титану. К прочим попутным примесям относятся соединения редких и редкоземельных элементов (ниобий, иттрий, церий, лантан и т.д.).

Таблица 1 – Состав исходного лейкоксенового концентрата в пересчете на оксиды

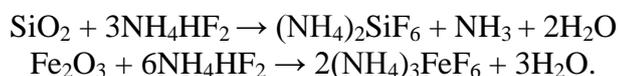
Компонент	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	CaO	П.п.п.
Содержание, %	63,08	24,38	6,67	2,16	1,37	0,41	1,93

Исходя из полученных данных по титановому концентрату установлено, что дальнейшее обогащение данного продукта флотацией неосуществимо ввиду срастания частиц диоксида кремния с частицами диоксида титана. Ввиду жестких требований по содержанию диоксида титана в исходном сырье для Кролль-процесса, а именно содержание TiO<sub>2</sub> должно быть не ниже 80 % и содержание диоксида кремния – ниже 2-5 %, необходимо провести разделение оксидов титана и кремния. Присутствие остальных компонентов в системе нежелательно, но не носит критичного характера.

Решение поставленной задачи осуществлялось при помощи раствора гидрофторида аммония. Процесс подразумевает вымывание кремния и других примесей с минимальным растворением самого диоксида титана.

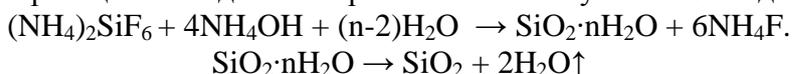
Для начала исходный лейкоксеновый концентрат измельчался в планетарной шаровой мельнице при различном времени измельчения: 2, 4, 6, 8 и 10 минут. Также в работе использовался материал без предварительного измельчения. Далее подготовленный лейкоксеновый концентрат подвергался выщелачиванию при постоянном перемешивании и нагревании.

При выщелачивании бралась навеска измельченного лейкоксенового концентрата (25 граммов), вода (500 мл) и гидрофторид аммония, в количестве, позволяющим получить раствор для выщелачивания с концентрацией по NH<sub>4</sub>HF<sub>2</sub>: 10 %, 20 %, 30 % и 40 %. Также варьировалось время выщелачивания: 1, 2, 3 и 4 часа. Температура процесса находилась в пределах от 60 °С до 70 °С. В результате процесса протекают следующие химические реакции:

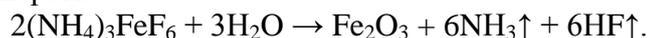


После фильтрации маточный раствор собирался отдельно, для определения выхода кремния и дальнейшего его осаждения для получения диоксида кремния и регенерации исходного реагента. Твердый остаток высушивался в муфельной печи и использовался для дальнейшей гидрометаллургической переработки.

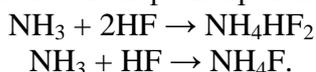
Получение диоксида кремния из гексафторосиликата аммония осуществляется с помощью следующих реакций осаждения и прокаливания полученного осадка:



Также есть возможность получения оксида железа (III) из гексафторферрата аммония путем высаливания соединения железа из раствора фторидами аммония и последующим пирогидролизом острым паром:



Регенерация фторидов аммония из газовой фазы протекает по следующим реакциям:



При упаривании водного раствора фторида аммония, полученного после осаждения кремния, происходит выделение аммиака с образованием гидрофторида аммония:



По результатам работ проводилось определение состава кека выщелачивания, исходя из чего оценивалась эффективность процесса. Максимальная доля диоксида титана в

полученном продукте составила более 85 %. При этом доля диоксида кремния составила менее 1 %. Стоит отметить, что железо частично переходит в раствор. Алюминий, цирконий и кальций не переходят в раствор ввиду образования нерастворимых фторсодержащих соединений или же при отсутствии реакции как таковой. Состав полученного продукта представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав обескремненного лейкоксенового концентрата

Компонент	TiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ZrO <sub>2</sub>	CaO	П.п.п.
Значения, %	85,76	0,25	3,07	5,00	1,58	0,65	3,69

Исходя из результатов проведенных исследований установлена возможность селективного обескремнивания титансодержащего сырья, что позволяет получить обогащенный по титану продукт, который может быть использован для получения металлического титана и пигментного TiO<sub>2</sub>. Наряду с этим, выделенный диоксид кремния может быть использован для получения ферросилиция, применяемого в металлургии. Используемые аммиак и фториды аммония циркулируют в технологической цепочке с постоянной регенерацией. Таким образом, при реализации данного процесса возможно осуществление полностью безотходного производства, что соответствует современным тенденциям в технологии переработки минерального и техногенного сырья.

## Литература

1. Заболоцкая Ю.В., Диссертация «Автоклавное обескремнивание лейкоксенового концентрата гидроксидом кальция с получением искусственного рутила», М.: 2014 г., 136 с.

**Смороков А.А.**

### **Жоғары кремнийлі титан шикізатын фтораммониймен байыту**

**Аңдатпа:** жұмыста Ярегский нефтетитан кен орнының лейкоксен концентратынан кремний диоксидін селективті шаймалау шарттары қарастырылған (Коми Республикасы, Ресей). Процесс нәтижесінде шикізаттағы кремний диоксидінің үлесін 24% - дан 1% - ға дейін төмендетуге мүмкіндік туды. Бұл ретте титанның үлесі 63% - дан 85% - ға дейін өсті, бұл титан индустриясының қолданыстағы кәсіпорындарында пайдаланылатын хлор схемасы бойынша алынған кремнийлі лейкоксенді концентратты пигментті TiO<sub>2</sub> және металл титанды алу үшін шикізат ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** лейкоксенді концентрат, титан диоксиді, аммоний фторидтері, кремний диоксиді.

**Smorokov A. A.**

### **Fluoroammonium enrichment of high-silicon titanium raw materials**

**Abstract:** The conditions of selective leaching of silicon dioxide from leucoxene concentrate from the Yarega oil-titanium field (Komi Republic, Russia) are considered. As a result of the process, it was possible to reduce the proportion of silicon dioxide in the raw material from 24 % to less than 1 %. At the same time, the share of titanium increased from 63 % to 85 %, which makes it possible to use the resulting desalinated leucoxene concentrate as a raw material for the production of TiO<sub>2</sub> pigment and titanium metal according to the chlorine scheme used at existing enterprises of the titanium industry.

**Key words:** leucoxene concentrate, titanium dioxide, ammonium fluorides, silicon dioxide.

УДК 622.7

**Таубашев С.Р., Барменшинова М.Б.**

*Научный руководитель: Барменшинова М.Б. зав.кафедрой МиОПИ, к.т.н.  
 НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет  
 имени К.И. Сатпаева», г. Алматы, Казахстан  
[bmadinab@mail.ru](mailto:bmadinab@mail.ru)*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ РЕАГЕНТОВ ВСПЕНИВАТЕЛЕЙ НА ОБОГАТИМОСТЬ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОЙ РУДЫ

**Аннотация.** Сульфидные руды являются основным источником получения цветных металлов. Все обогатительные фабрики, перерабатывающие медно-молибденовые руды в процессе флотации используют реагенты. Одним из важнейших реагентов являются вспениватели. При изменении фазового состава руды в более окисленную, создаются проблемы на процессе флотации. Главным решением является корректный подбор реагентов. В результате лабораторных испытаний обогащения руды медно-молибденового месторождения при стандартном режиме получен коллективный медно-молибденовый концентрат при извлечении 87,7 % меди и молибдена 75,0 %. С применением нового реагента вспенивателя Ore Prep X-133 получен концентрат при извлечении 90,3 % меди и 76,5 % молибдена. Новый реагент вспениватель Ore Prep X-133 позволяет, по сравнению с ранее использованном базовым вспенивателем, увеличить извлечение в коллективный медно-молибденовый концентрат меди – на 2,6 %, молибдена – на 1,5 %. Это обуславливается увеличением выхода коллективного концентрата – на 1,5%. Расход нового реагента вспенивателя Ore Prep X-133, по сравнению с базовым реагентом, снижается в два раза, с 30 до 18 г/т.

**Ключевые слова:** медно-молибденовая руда, флотация, извлечение, молибден, медно-молибденовый концентрат, новый реагент вспениватель

На медно-молибденовом месторождении в настоящее время перерабатывается переходная окисленная руда с повышенным содержанием окисленных минералов меди до 25 % и сульфидная медь представлена в основном вторичными минералами.

Для достижения целевых значений в процессе флотации влияют множество факторов, где основными из них являются флотационные реагенты (собиратель, вспениватель). Тип и качество реагентов так же оказывают непосредственное влияние не только на результаты основной коллективной флотации, но и различно влияют на результаты перечистной флотации. Так, например, чрезмерное образование пенного продукта оказывает негативное влияние на параметры флотационного процесса, производительность насосов и процесса сгущения. С целью оценки качеств и определения оптимального типа реагентов в лаборатории проводились тесты с использованием разных типов вспенивателей.

Используемый на фабрике базовый вспениватель представляет собой смесь спиртовых и гликольных вспенивателей и предназначен для флотации грубозернистого материала и в особенности при использовании большеобъемных флотомашинах при флотации сульфидных руд.

При использовании на текущей сульфидной руде наблюдается слишком устойчивая пена, которая не разрушается долгое время, что создает в дальнейшем проблемы на участках обезвоживания, также базовый вспениватель не селективен по отношению к пириту.

В свое время предусмотрена вероятность изменения условий флотации в виду переходного периода руды характерного для всех новых рудников. Ввиду изменения фазового состава руды были исследованы новые реагенты вспениватели компании Basf и Solvay. Параметры селективности и устойчивости пены используемых реагентов обратно пропорциональны [1].

Химический состав исходной руды медно-молибденового месторождения приведен в таблице 1, а в таблице 2 – результаты весового фазового (рационального) анализа на соединения меди и железа.

Таблица 1 – Результаты химического фазового анализа исходной пробы

Наименование компонентов	абсолютное, %	относительное %
1. Соединения меди		
Халькантит	0,02	3,2
Оксиды (малахит, хризоколла, куприт,	0,12	19

тенорит)		
Вторичные (халькозин, ковеллин, борнит)	0,019	3,0
Сульфиды (халькопирит)	0,472	74,8
Суммарно	0,631	100,0

Продолжение таблицы 1

Наименование компонентов	абсолютное, %	относительное %
1. Соединения железа		
Оксиды (гидроокись, гематит и др.)	1,43	42,7
Сульфиды (пирит, пирротин, борнит, халькопирит)	1,92	57,3
Суммарно	3,35	100,0

По фазовому составу руды являются сульфидными: медь представлена халькопиритом на 74,8 %, а суммарное содержание окисленных и вторичных соединений меди составляет 22,0 %.

Таким образом, рациональный уровень крупности измельчения руды колеблется по содержанию класса - 0,074 мм от 65 % по благородным металлам до 85 % по меди. Для определения оптимального значения крупности измельчения были определены средние суммарные безвозвратные потери товарных компонентов с отвальными хвостами. Результаты приведены в таблице 3 [1-2].

Таблица 2 – Суммарные потери меди, молибдена с отвальными хвостами

Крупность измельчения, % класса -0,074 мм	Потери металлов с отвальными хвостами	
	Медь	Молибден
55	12,1	56
65	9,9	53,7
75	7,8	52,1
85	6,4	51,3
90	6,7	50,2
при 60 % расчетом	11	55

На основании приведенных данных считаем, что оптимальная крупность измельчения должна составлять 85 % класса -0,074 мм. При меньших значениях крупности измельчения возрастают безвозвратные потери всех металлов с отвальными хвостами, при более тонком измельчении начинают увеличиваться потери меди с отвальными хвостами.

Основная целью данной работы являлось определение эффективности новых реагентов-вспенивателей компании Basf в сравнении с реагентами-вспенивателями компании Solvay в цикле коллективной флотации сульфидной руды медно-молибденового месторождения.

Первоначально оценка вспенивающей способности флотационных реагентов производится путем непосредственных опытов по флотации сульфидной руды в лабораторных условиях [3].

Проведена серия флотационных тестов в лабораторных условиях. Флотацию проводили в однокамерной машине FTM-100 с объемом камеры 3,5 л. Схема проведения тестовых флотационных испытаний в открытом цикле включала в себя операции основной и контрольной флотации (рисунок 1). Параметры в питании представлены согласно проектным данным. Для активного реагирования реагентов при флотации проводили предварительную агитацию в 3 минуты. В качестве реагентов собирателей были использованы стандартные реагенты проектного назначения IPETS (первичный) на основную флотацию, SIBX (вторичный) на контрольную флотацию, pH=9,5 (аналогично pH пульпы на обогатительной фабрике). После образования пены

на поверхности производили съем с частотой 5 секунд. Время проведения флотации на основной было 4 минуты и на контрольной флотации 10 минут.



Рисунок 1 – Схема проведения тестовых флотационных испытаний в открытом цикле

В таблицах 3-4 приведены результаты тестовых лабораторных флотационных испытаний в открытом цикле.

Таблица 3 – Условия проведения испытаний новых вспенивателей

Флотация	180μ, %	Плотность, %	Питание, %	Время флотации, мин	Расход реагентов, г/т		
					IPTEC (первичный собиратель)	SIBX (вторичный собиратель)	Используемый Вспениватель
Основная	85	34	0,496	4	7	-	15
Контрольная				10	-	10	8

Расход реагентов собирателей был дозирован аналогично обогатительной фабрике. Расход нового реагента вспенивателя Ore Prep X-133, по сравнению с базовым реагентом, снижается с 30 до 18 г/т, в связи со сложным химическим составом из спиртов, состоящий из кротонового альдегида – 45-50%, ацетон – 25-35%, ацетальдегид – 0,6-1%, вода – 15-20%, а также этиловый и изоамиловый спирты [4].

Таблица 4 – Результаты испытаний новых реагентов вспенивателей в сравнении с базовым реагентом

Тип вспенивателя	Выход, %	Cu Извлечение, %	Mo Извлечение, %	Cu в питании, %	Mo в питании, %	Эффективность обогащения по Cu, %
Базовый реагент Solvay	12,6	87,7	75,0	0,54	0,065	76,6
X-133 Basf	14,1	90,3	76,5	0,55	0,073	77,8
Aerofroth 70 plus Solvay	11,9	87,4	74,7	0,53	0,067	76,0
МИБК	9,0	84,9	73,7	0,51	0,080	76,4
DP-ОМС-1432 Basf	10,9	86,6	71,8	0,55	0,069	76,1

Таким образом, по завершению лабораторных испытаний выбран наилучший реагент вспениватель Ore Prep X-133. При его использовании извлечение было достигнуто 90,3%, выход объединенного концентрата 14,1% соответственно. Наиболее интенсивное и пенообразование, стабильная устойчивая пена получена при использовании базового вспенивателя, но как показывает практика, именно этот характер приводит к проблемам на участках обезвоживания и отрицательно влияет на производительность насосов. Наиболее худшие показатели получены при использовании МИБК как в чистом виде, так и в смеси. Пенообразование низкое, пена не устойчивая, структура разрушаемая. Возможно, при использовании данного вспенивателя необходимо увеличение расхода, но это является экономически не целесообразным. Показатели оставшихся реагентов вспенивателей оказались неконкурентоспособными.

### Литература

1. Технологический регламент на технологию переработки сульфидных руд месторождения Актогай, КазМинералз Актогай. Алматы, 2016. – 44 с.
2. Абрамов АЛ. Флотационные методы обогащения. М.: Недра, 1984.- 383 с.
3. Хан ГЛ., Габриелова Л. И., Власова Н.С. Флотационные реагенты и их применение. М.: Недра, 1986. - 272 с.
4. Технологический регламент по использованию реагентов BASF на технологию переработки сульфидных руд. Алматы, 2015. – 56 с

**Таубашев С.Р. Барменшинова М.Б.**

#### **Көбіктендіргіштердің жаңа реагенттерінің мыс-молибден кенін байытуға әсерін зерттеу**

**Түйіндемe.** Сульфидті кендер Түсті металдарды өндірудің негізгі көзі болып табылады. Мыс-молибден кендерін өңдейтін барлық байыту фабрикалары флотация процесінде реагенттерді пайдаланады. Маңызды Реактивтердің бірі-көбіктендіргіштер. Кеннің фазалық құрамы неғұрлым тотықсыздандырылғанға өзгерген кезде флотация процесінде проблемалар туындайды. Негізгі шешім-реагенттерді дұрыс тандау. Мыс-молибден кен орнының кендерін байытуды зертханалық сынау нәтижесінде стандартты режимде 87,7% мыс және 75,0% Молибден бөліп алу кезінде ұжымдық мыс-молибден концентраты алынды. Жаңа "Ore Prep X-133" көбіктендіргіш реагентін қолдана отырып, концентратты бөліп алу 90,3% мыс және 76,5% Молибден алынған. Жаңа Ore Prep X-133 көбіктендіргіш реагенті бұрын қолданылған базалық көбіктендіргішпен салыстырғанда, ұжымдық мыс-молибден концентратына мыс алуды 2,6% – ға, молибденнен алуды 1,5% – ға арттыруға мүмкіндік береді. Бұл ұжымдық концентрат шығымының 1,5% – ға артуына байланысты. Жаңа Ore Prep X-133 көбіктендіргіш реагентінің шығыны базалық реагентпен салыстырғанда екі есе, 30-дан 15 г/Т дейін төмендейді.

**Түйінді сөздер:** мыс-молибден кені, флотация, бөлініп шығуы, молибден, мыс-молибден концентраты, композициялық жинағыш.

**Taubashev S.R., Barmenshinova M.B.**

#### **Investigation of the effect of new foaming agents on the concentrability of copper-molybdenum ore**

**Abstract.** Sulfide ores are the main source of non-ferrous metals. All processing plants that process copper-molybdenum ores use reagents in the flotation process. One of the most important reagents is foaming agents. When the phase composition of the ore changes to a more oxidized one, problems are created during the flotation process. The main solution is the correct selection of reagents. As a result of laboratory tests of ore dressing of the copper-molybdenum deposit under the standard regime, a collective copper-molybdenum concentrate was obtained with the recovery of 87.7 % of copper and 75.0% of molybdenum. Using a new foaming agent Ore Prep X-133, a concentrate was obtained with the recovery of 90.3 % copper and 76.5 % molybdenum. The new reagent foamer Ore Prep X-133 allows, in comparison with the previously used base foamer, to increase the recovery of copper in the collective copper-molybdenum concentrate – by 2.6 %, molybdenum-by 1.5 %. This is due to an increase in the mass pull of collective concentrate – by 1.5%. The consumption of the new Ore Prep X-133 foaming agent is reduced by half, from 30 to 15 g/t, compared to the basic reagent.

**Keywords:** copper-molybdenum ore, flotation, recovery, molybdenum, copper-molybdenum concentrate, new frother.

**І.А Темірғали, Ө.С. Байгенженов, М.С. Сәрсенова.**

*Satbayev University, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы*

*[o.baigenzhenov@satbayev.university](mailto:o.baigenzhenov@satbayev.university), [inkartemirgali1998@gmail.com](mailto:inkartemirgali1998@gmail.com), [moldir\\_s92@bk.ru](mailto:moldir_s92@bk.ru)*

## **АСБЕСТ ӨНДІРІСІ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН НИКЕЛЬ ӨНДІРУ**

***Аңдатпа.** Мақалада хризотил асбест өндірісінде түзілетін қалдықтар құрамынан никельді шаймалау технологиясын зерттеу бойынша алынға нәтижелер баяндалған. Қалдықты материалдар құрамынан никельді азот қышқылы арқылы шаймалаудың қолайлы шарттары анықталды.*

***Түйін сөздер:** асбест қалдықтары, никель, шаймалау, азот қышқылы.*

### ***Кіріспе***

Қазіргі таңда заманауи технологиялық қолданыстар үшін түсті металдарға деген сұраныс артып келеді. Осы мақсатқа жету үшін пайдалы қазбаларды өндіруді, оларды өңдеуді және қайта өңдеуді едәуір арттыру қажет. Сондықтан, бұл зерттеу пайдалы қазбаларды өңдеу технологиясымен қатар қайта өңдеу жолдары мен экологияны жақсартатын, пайдалы қазбаларды өңдеудің жаңа әдістерін қамтитын гидрometаллургиялық әдістердің енгізілуін талап етеді.

Сонымен қатар, заманауи тау-кен байыту өнеркәсібі күннен-күнге қалдықты және қиын өңделетін кендер қолданысының жоғарылауымен сипатталуда. Осыған байланысты, шектеулі минералдық ресурстар мен өндіріс шығындарының артуы түсті металдардың әлемдік нарықтағы бағасының өсуіне әкеп соғуда.

Қазақстан - хризотил асбестті кеннің өте үлкен қорына ие. Серпентинитті кендерден асбест талшықтарының өндірілуі қалдықтардың өте көп мөлшерде түзілуіне соқтырады – өндіріске жарамды талшықтарды өндіру барысында кен массасының 6 – 8 % ғана пайдалы өнім болып есептеледі. Хризотил асбест кендерінің қалдықтары осы аймақта тұрып жатқан адамдардың денсаулықтарына кері әсерін тигізіп жатыр. Қалдыққоймаларындағы қалдықтардың аз ғана бөлігін асфальт құрамына толтырғыш ретінде және т.б. өнім алу мақсатында қолданады, ал қалған 90 %- дан астам мөлшері игерусіз қалып қалдыққа лақтырылуда.

Негізінен магний силикаттарынан тұратын қалған қалдықтар үйіндіге жіберіледі. Магнийлі жіне басқа да құнды компоненттер қалдыққұраммен қайтымсыз жоғалатындықтан, бұл өз кезегінде шикізат қолданысының тиімділігін төмендетеді. Жетіқара кен орнының (Қостанай облысы, Қазақстан) он жылдан астам уақыттан бергі қолданысының нәтижесінде 200 миллион тоннадан астам асбест қалдықтары жиналған. Құрамында 0,2 – 0,25 % NiO бар бұл қалдықтар никельқұрамды кен ретінде металдық негізді қамтамасыз етуші материал ретінде қызығушылық тудырады. Сондай-ақ, қалдыққойманың өңделуі қоршаған ортаның қауіпсіздік мәселелерін ішінара шешуге септігін тигізеді. Бұл мақалада хризотил азбест өндірісінің қалдықтарынан никельді өндіру бойынша жүргізілген зерттеулер нәтижелері келтірілген.

### ***Тәжірибелік бөлім***

Серпентинит кенінің асбест қалдықтары (АҚ) Жетіқара кен орындарынан алынады. АҚ құрамында: MgO - 39,0– 42,0%; SiO<sub>2</sub> - 37,0 – 41,0%; CaO - 1,1–1,6%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 1,9 – 5,4%; FeO - 1,0 – 2,7%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,8 – 1,4%; NiO - 0,2 – 0,25%; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 0,1 – 0,25%.

Ұсынылған технологияларға сәйкес никель мен басқа түсті металдарды байыту үшін АҚ магниттік сепарацияға жіберіледі. Нәтижесінде, осы кезеңде концентраттағы никель концентрациясы қалдықтардағы бастапқы мөлшерімен салыстырғанда 6 - 8 есе өсті. Химиялық талдау нәтижелері кесте 1-де келтірілген.

Кесте 1 – Магниттік сепарация өнімдерінің бастапқы және байытылған құрамы

Өнімдер	Бастапқы қалдық /байытылған құрамы, %					
	MgO	SiO <sub>2</sub>	FeO	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO
Магниттік бөлігі	9,8/20	7,4/1,5	74/90	1.15/10	5,9/50	1,6/70
Магниттік емес бөлігі	43/92,6	42/90,5	0,8/10	1,3/90	0,55/50	0,2/30

Тәжірибелер алдында магниттік фракция 0,25 мм-ден төмен фракцияға дейін ұсақталып, 100 – 110 °С температурада кептірілген соң химиялық талдау жүргізілді. Талдау нәтижесінде анықталған магниттік фракцияның химиялық құрамы 2-кестеде келтірілген. Рентгендік құрылымдық талдау нәтижелері сынамаларда никель гарниерит, аварюит, азболан, пентландит, бунзеит түрінде кездесетінін көрсетеді.

Кесте 2 – Магниттік фракцияның фазалық құрамы

Минерал	Формуласы	Мөлшері,%
Гарниерит	(Ni,Mg) <sub>4</sub> Si <sub>6</sub> O <sub>15</sub> (OH) <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	35-40
Аварюит	Ni <sub>2</sub> Fe	19-27
Азболан	(Co, Ni)O·MnO <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O	3-7
Пентландит	(Fe, Ni) <sub>9</sub> S <sub>8</sub>	1-3
Бунзеит	NiO	27-35

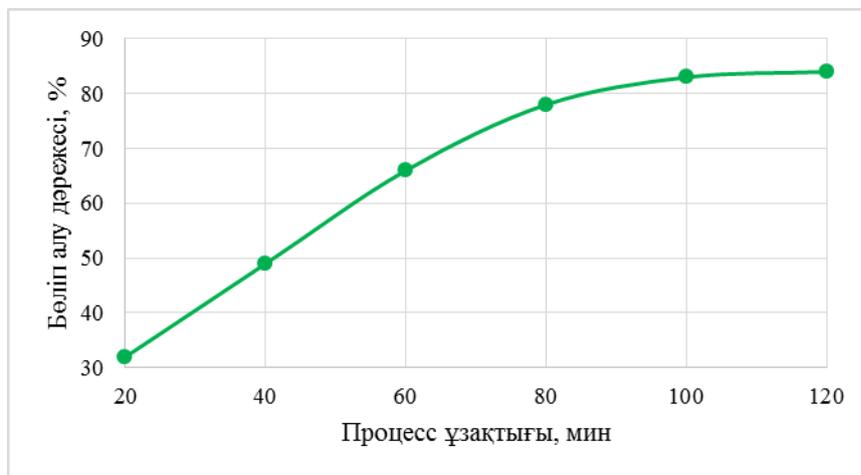
### ***Нәтижелер және оларды талқылау***

Магниттік фракция үлгілерінен никель мен кобальтты бөліп алу үшін шаймалау тәжірибелері HNO<sub>3</sub> қышқылының әртүрлі концентрацияларында (80, 90,100 және 110 % стехиометриядан), сұйық/қатты (С:К) қатынастарында (1:2, 1:3, 1:4), және температура (25, 50, 75, 90 °С) мен уақыттың (15, 30, 45, 60, 75 and 90 мин) әсерімен жүргізілді. Шаймалау көрсеткіші күтілгендей сыртқы әсерлердің, оңтайлы жағдайлардың өзгеруімен ауысып отырады. Осы сынақтардың нәтижелері (сурет 1, 2 және 3) никельдің еру пайызы қышқыл концентрациясының жоғарылауымен, Қ:С арақатынасының және уақыт көлемінің өсуіне байланысты артады. Сонымен қатар, алынған нәтижелер Қ:С қатынасының жоғары коэффициенттерінде үлгілердің еруінің жоғары дәрежесіне қол жеткізу үшін ұзақ уақыт қажет екенін көрсетеді. Шаймалау нәтижелерін және қышқылдың барынша іске асырылуы мен материалдың максималды өткізу қабілеттілігін және жабдықты кәдеге жаратуды ескере отырып, никельді бөліп алып, әрі қарай өңдеу үшін шаймаланған ерітіндінің жеткілікті мөлшерін алу үшін Қ:С қатынасының 3 және стехиометрия бойынша HNO<sub>3</sub> 100% мөлшері таңдалды.

### ***Шаймалау ұзақтығының әсері***

Процесс ұзақтығының шаймаланатын никельге әсерін зерттеу үшін әртүрлі уақыт кезеңдерінде бірқатар тәжірибелер жүргізілді. Сурет 1-де көрсетілген нәтижелерге сәйкес, уақыттың жоғарылауымен шаймаланатын никельдің де мөлшері артатыны анықталды.

Тәжірибелер келесідей тұрақты жағдайларда жүргізілді: сұйық / қатты қатынасы 3:1;  $T = 90$  °C үшін қышқылдың стехиометриялық шығыны 100%. Шаймалау процестерінің нәтижелері сурет 1-де көрсетілген.

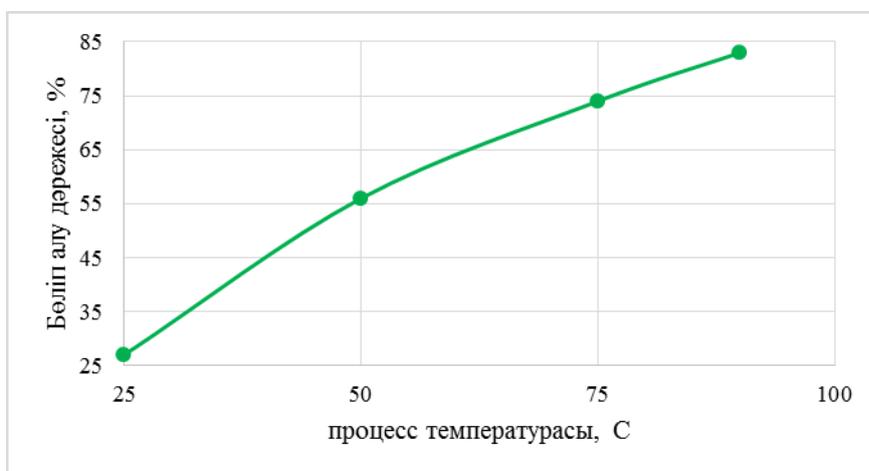


Сурет 1 – Магниттік фракциядан никельді шаймалау дәрежесіне процесс ұзақтығының әсері

Суретте көрініп тұрғандай, үрдістің жүргізілу уақыты ұзарған сайын никельді ерітіндіге өткізу дәрежесі де жоғары артады. Шаймалау уақытының жоғарылауымен никельді бөліп алу дәрежесі 32-ден 84%-ға дейін артады. Байқағанымыздай, никельдің ерітіндіге өтуі бастапқы 80 минутта интенсивті түрде жүріп 78 % - ға жетеді. Процесс ұзақтығы 100 минут болғанда никельдің ерітіндіге өтуі 83 % мөлшерінде болса, 120 минут шаймалау кезінде никельдің ерітіндіге өту дәрежесі 84 % мөлшерін құрайды. Осыған байланысты шаймалау процесінің тиімді ұзақтығы ретінде 100 мин уақыт таңдалды.

#### *Температураның әсері*

Температураның никельді шаймалауға әсерін зерттеу үшін 25-90°C аралығындағы температурада бірқатар тәжірибелер жүргізілді. Тәжірибелер келесі жағдайларда жүргізілді: шаймалау уақыты 100 мин; сұйық/қатты қатынасы 3:1; стехиометрия бойынша қышқыл шығыны 100 %. Шаймалау процестерінің нәтижелері сурет 2-де көрсетілген.

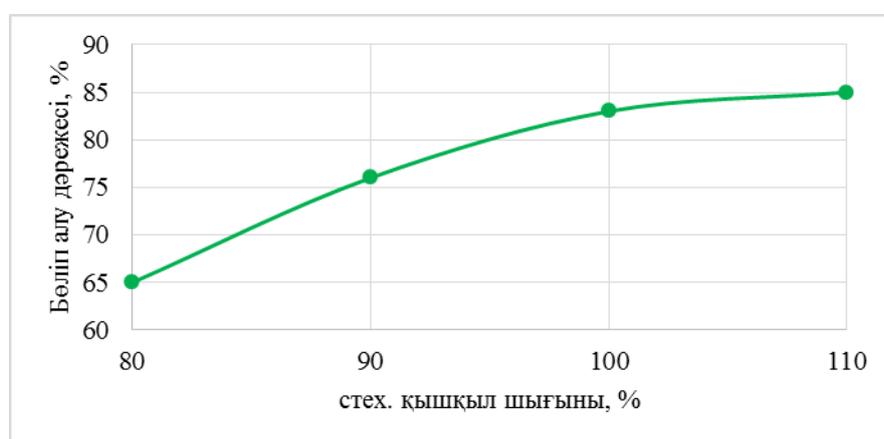


## Сурет 2 – Магниттік фракциядан никельді шаймалау дәрежесіне процесс температурасының әсері

Сурет 2-де келтірілген бұл нәтижелер никельдің шаймалану дәрежесі температураның жоғарылауымен артатынын, соның әсерінен шаймалағыш ерітіндінің тұтқырлығы төмендейтінін және шаймалану жылдамдығының артатынын көрсетеді.

### *Қышқыл шығынының әсері*

Бұл процестің міндеті – магниттік фракцияны қышқылмен шаймалау үшін қолданылатын қышқыл мөлшерін анықтау. Бұл процестің тиімділігін бағалау - алынған ерітіндідегі никель концентрациясына тәуелді болды. Тәжірибелер келесі жағдайларда жүргізілді: шаймалау уақыты 100 мин.; сұйық/қатты қатынасы 3:1. Қышқылдың мөлшері стехиометриялық есептеуден 80 % бен 110 % аралығында өзгертіліп отырылды. Нәтижелер сурет 3-те көрсетілген.



## Сурет 3 – Магниттік фракциядан никельді шаймалау дәрежесіне қышқыл шығынының әсері

Зерттеу нәтижелері азот қышқылының шығыны жоғарылауымен магниттік фракциядан никельді бөліп алу дәрежесі мен ерітіндідегі никель мөлшері артатынын көрсетті. Алайда, қышқыл стехиометриядан >100% тұтынылған жағдайда гидрогельдердің пайда болуына әкеп соғуына байланысты пульпаның сүзу жылдамдығы едәуір төмендейтіндігі анықталды. Оңтайлы нәтижелер сүзу жылдамдығы қышқылды стехиометриядан 100% қолдану кезінде алынады. Осылайша, никельді бөліп алудың жоғары деңгейіне (85 %) қол жеткізуге болады. Демек, тәжірибені стехиометриядан қышқылдың 100% тұтынылуымен өткізу керек.

### *С:Қ қатынасының әсері*

Сұйық/қатты қатынасының шаймаланатын магниттік фракцияға әсерін зерттеу үшін қатты/сұйық қатынасы 1:2-ден 1:4 аралығында бірқатар тәжірибелер жүргізілді. Зерттеу нәтижесі көрсеткендей С:Қ арақатынасының жоғарылауы никельді ерітіндіге бөліп алуға көп әсер етпейді. 3-кестеде көрсетілгендей, С:Қ = 3:1 және 4:1 кезінде никельді ерітіндіге өткізу дәрежесі бірдей 83 %-ды құраған. С:Қ қатынасын одан әрі жоғарылатудың қажеті жоқ, өйткені бұл алынған ерітінді құрамында никель концентрациясының азаюына әкеліп соқтырады.

Кесте 3 – Қатты/сұйық қатынасының магниттік фракциядан никельді бөліп алуға әсері

С:Қ қатынасы	Ni бөліп алу, %
1:2	67
1:3	83
1:4	83

Сұйық:қатты қатынасы жоғары болған кезде никель концентрациясы төмен болады, бұл никель өндірісінің келесі кезеңдерінде булану үшін жоғары энергияны қажет етеді. Екінші жағынан, сұйық/қатты қатынасы төмен болған кезде алынған ерітінді қанықтырылады.

### **Қорытынды**

Жүргізілген зерттеу нәтижесінде асбест қалдықтарынан никельді азот қышқылымен шаймалаудың тиімді параметрлері ұсынылды. Магниттік фракциядан никельді бөліп алу үшін қолайлы жағдайлар шаймалау процесіне әсер ететін негізгі факторларды, атап айтқанда, шаймалау уақытын, шаймалау ерітіндісінің температурасын, қышқыл шығынын зерттеу арқылы анықталды.

**Temirgali I.A., Baigenzhenov O.S., Sarsenova M.S.**  
**Extraction of nickel from asbestos wastes**

**Abstract.** The article presents the results obtained on the study of nickel leaching technology from the wastes generated in the chrysotile asbestos production. Favorable conditions for leaching nickel by nitric acid from the waste materials have been determined.

**Key words:** asbestos wastes, nickel, leaching, nitric acid.

**Темірғали І.А., Байгенженов О.С., Сарсенова М.С.**  
**Извлечение никеля из отходов асбестового производства**

**Аннотация.** В статье изложены полученные результаты по изучению технологии выщелачивания никеля из состава отходов, образующихся при производстве хризотил асбеста. Определены благоприятные условия выщелачивания никеля азотной кислотой из состава отходов материалов.

**Ключевые слова:** асбестовые отходы, никель, выщелачивание, азотная кислота.

УДК 669.431:661.242.2 (043)

**С.Ғ.Темірхан, Т.А. Чепуштанова**  
*Научный руководитель – Чепуштанова Т.А., ассоциированный профессор, кандидат технических наук, зав. кафедрой МПТУТСМ*  
*Казахский национальный, исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Satbayev University*  
*Казахстан, г. Алматы*  
[t.chepushtanova@satbayev.university](mailto:t.chepushtanova@satbayev.university)

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИРРОТИНИЗИРУЮЩЕГО ОБЖИГА ОКИСЛЕННОЙ СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЙ РУДЫ И ПРОМПРОДУКТА ОБОГАЩЕНИЯ ТОО «КАЗЦИНК»**

**Аннотация.** В статье приведены результаты теоретического обоснования и технологических исследований технологии комплексной переработки окисленных и смешанных полиметаллических руд и промпродуктов обогащения сульфидирующим обжигом с последующим обогащением огарка. Разработана технологическая схема,

включающая пирротинизирующий обжиг с последующей магнитной сепарацией, при которой выделение в магнитный продукт подшихтованного пирротина составляет более 90 %, извлечение Zn составляет – 96-97 % в немагнитный продукт, при содержании 10,05 %.

**Ключевые слова:** промпродукт, окисленная свинцово-цинковая руда, пирит, магнитная сепарация, сульфидирующий обжиг.

**Введение.** В настоящее время в мире наблюдается сокращение базы минеральных ресурсов. Это связано с истощением запасов, повышением доли окисленных труднообогатимых руд, отсутствием высокоэффективных методов обогащения руд смешанного типа. Это приводит к переводу многих месторождений цветных металлов в категорию забалансовых.

Тем временем наблюдается стабильное увеличение спроса на цветные металлы, в связи с чем возникает необходимость постоянного поиска перспективных вариантов вовлечения сложных руд. По итогам 2021 года прогнозируется увеличение профицита цинка на мировом рынке до 387 тыс. тонн. Начиная с середины июня 2020 г. стоимость металла закрепилась выше уровня \$2 000 за тонну. Этому способствовал увеличивающийся спрос на цинк со стороны автомобильного и строительного секторов.

По прогнозу аналитиков BMI Research, цинк и свинец будут дорожать на фоне увеличения спроса и дефицита в течение ближайших нескольких лет. Рост добычи свинца в 2016-2020 годах составит в среднем 0,9 %, и будет выше уровня \$2 000 за тонну.

Неэффективные методы переработки сложного сырья также приводят к образованию большого количества хвостов, промпродуктов, содержащих целевые металлы, доизвлечение которых затруднено. При хранении накопленные отходы под атмосферным воздействием превращаются в мощный очаг загрязнения окружающей среды, одновременно являясь источником металлов, запасы которых сопоставимы с запасами крупных месторождений [1].

Одним из месторождения труднообогатимых руд в Республике Казахстан на данный момент является Жайремское месторождение. Основной причиной трудной обогатимости руд Жайремского месторождения является весьма тонкая вкрапленность рудных минералов. Первичные сульфидные руды Жайремского месторождения обогащаются намного лучше смешанных и оксидных. Сложность вещественного состава Жайремских руд требует отдельной переработки всех типов руд. В настоящий момент продолжаются поиски вариантов повышения показателей обогащения Жайремских руд. Причем вопрос о переработке смешанных и оксидных руд, в отличие от баритосодержащих свинцово-цинковых сульфидных руд и безбаритовых свинцово-цинковых руд стоит наиболее остро. Попытки улучшения технологических показателей обогащения традиционными методами не привели к необходимым результатам.

При флотационном обогащении полиметаллических руд значительное количество цинка и свинца переходит в хвосты и промпродукты, и в получаемые при обогащении пиритные концентраты. В условиях истощения руд актуальным становится вовлечение в переработку хвостов и промпродуктов обогащения и разработка технологий эффективной переработки окисленных и смешанных руд [2].

Анализ наиболее актуальных существующих технологий приведен в таблице 1. В таблице приведены данные по существующим технологиям с текущим результатом по основным индикаторам технологий.

Таблица 1 – Анализ технологий по переработке окисленных и смешанных труднообогатимых полиметаллических руд, содержащих цинк и свинец

Объект исследования	Существующие технологии	Текущий результат технологии
	1. Прямые пиро- и гидрометаллургические способы	Не разработаны до уровня

Переработка окисленных и смешанных труднообогатимых полиметаллических руд, содержащих цинк и свинец	переработки труднообогатимых полиметаллических руд не разработаны до уровня промышленно рекомендуемых.	промышленно рекомендуемых.
	2. Предварительная активация исходного сырья окислительным или сульфатизирующим обжигом с последующей переработкой активированного продукта	Способы не нашли применения в промышленности
	3. Пирометаллургическое сульфидирование и автоклавное сульфидирование	Невысокая производительность аппаратуры для крупнотоннажного производства, способ малоэффективен.
	4. Сульфидирование сульфатредуцирующими бактериями	Промышленного использования нет
	5. Сульфидирование полиметаллического сырья элементной серой	Извлечение свинца в концентрат до 75 %
	6. Сульфидирование элементной серой и сернистым газом с добавлением в шихту обжига пирита. Полученный огарок подвергают флотации.	Извлечение свинца в концентрат до 82 %

В работе предлагается технологическая схема доизвлечения свинца и цинка, включающая перевод неликвидного, продукта в балансовый продукт и решение экологической проблемы накопления отвальных продуктов посредством их переработки, сокращение их количеств.

Целью исследований было проведение критического анализа рынка технологий свинца и цинка, физико-химическое изучение объектов исследования и технологические исследования смешанной полиметаллической руды месторождения Жайрем и промпродукта свинцовой обогатительной фабрики (СОФ), ТОО «КАЗЦИНК».

**Исходные материалы. Смешанная полиметаллическая руда месторождения Жайрем.** Выполнены минералогический и гранулометрический анализы смешанной полиметаллической руды месторождения Жайрем, участок Западный. Главными рудными минералами являются окисленные соединения свинца и цинка, пирит, сфалерит, галенит. Второстепенные минералы представлены халькопиритом, теннантитом. Физико-химические анализы проб смешанной полиметаллической руды месторождения Жайрем, участок Западный. Анализ гранулометрического состава показал, что основное количество свинца и цинка (порядка 79 % от руды) находится в классах крупности более 5 мм. Остальное количество свинца и цинка преимущественно в классах менее 1 мм. Также следует отметить, что порядка 60 % двуокиси кремния от руды находится в классах крупности более 5 мм и, следовательно, данное количество пустой породы будет направляться на операции тяжелосреднего обогащения, а значит появляется возможность вывести часть данного материала из процесса обогащения путем выделения в легкую фракцию.

Суммарный выход от руды: класса - 5 + 0,0 мм составляет 36,26 %; класса - 5 + 2,0 мм составляет 9,04 %; класса -1 + 0,0 мм составляет 26,48 %; класса -1+0,315 мм составляет 10,55 %; класса -0,315 + 0,0 мм составляет 15,93%; класса - 1 + 0,074 мм составляет 17,59 %; класса - 0,074 + 0,0 мм составляет 8,89 %; класса -0,074 + 0,044 мм составляет 0,73%; класса - 0,044 + 0,0 мм составляет 8,16 %. Удельный вес пробы руды – 3,35 т/м<sup>3</sup>. Средняя плотность рудных минералов, рассчитанная на основе XRD анализа составляет – 5,27.

**Характеристика промпродукта свинцовой обогатительной фабрики (СОФ), ТОО «КАЗЦИНК».** Главными рудообразующими минералами являются глобулярный пирит, сфалерит и галенит, окисленные соединения свинца и цинка. Нерудные минералы представлены, в первую очередь, кварцем, а также, карбонатами и кремнистыми минералами. Результаты химического анализа пробы промпродукта СОФ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты химического анализа пробы промпродукта СОФ

Наименование	Содержание					
	Pb, %	Zn, %	BaSO <sub>4</sub> , %	Fe, %	Ag г/т	SiO <sub>2</sub> , %
Промпродукт СОФ	0,9	2,03	2,76	4,26	17,9	56,00

**Методы и их описание.**

В работе использовался рентгеновский дифрактометр Aeris (XRD).

Технологические исследования процесса термической обработки промпродуктов флотации с сульфидированием цинка за счет пирита, содержащегося в промпродукте осуществлялись на установке для сульфидирующего пирротинизирующего обжига в неподвижном слое. Также изучался состав и магнитные свойства образующегося в результате обжига пирротина, с изучением влияния температуры, продолжительности и состава газовой фазы на процесс.

**Результаты и обсуждение.**

Магнитная сепарация смеси ферромагнитного пирротина и промежуточных продуктов флотационного обогащения, полиметаллических руд позволяет выделить в магнитный продукт 91 % подшихтованного пирротина. В результате обжига промпродуктов в неокислительной атмосфере и последующей магнитной сепарации огарка можно извлечь свыше 69,20 % железа в форме пирротина в магнитную фракцию, содержание пирротина в магнитной фракции находится на уровне 85-97 %. При напряженности магнитного поля 40-80 кА/м (500-1000 Э) удается извлечь до 69,20 % пирротина в магнитную фракцию.

На основании проведенных исследований разработана технологическая схема переработки хвостов обогащения полиметаллической руды, рисунок 1. Извлечение Fe<sub>1-x</sub>S достигает 69-70 % в магнитный продукт, извлечение цинка возможно до 97 % в немагнитный продукт.

**Заключение.** Разработана технологическая схема переработки хвостов обогащения полиметаллической руды. Экономическая целесообразность исследований заключается в следующем: при объеме производства по перерабатываемой руде Жайремского ГОКа 100000 т в год за счет повышения извлечения свинца в результате внедрения предлагаемой технологии можно получить 6320 т свинцового концентрата и 30508 т цинкового концентрата, что с учетом эксплуатационных затрат на переработку даст прибыль 220 млн. тенге. Технологическая схема позволяет повысить технико-экономическую эффективность переработки окисленных свинцово – цинкового сырья.



Рисунок 1 – Технологическая схема переработки хвостов обогащения полиметаллической руды

### Литература:

1. Min, Xiao-bo; Jiang, Guang-hua; Wang, Yun-yan; Zhou, Bo-sheng; Xue, Ke; Ke, Yong; Xu, Qiu-jing. Sulfidation roasting of zinc leaching residue with pyrite for recovery of zinc and iron. Journal of Central South University, 2020, P. 356-368.
2. Валиев Х.Х., Романтеев Ю.П. Металлургия свинца, цинка и сопутствующих металлов: Учеб. / Х.Х. Валиев, Ю.П. Романтеев. - Алматы : Айкос, 2000. - 441 с.

Темірхан Солтанбек Ғалымұлы, Чепуштанова Татьяна Александровна.

### «ҚАЗМЫРЫШ» ЖШС-нің тотыққан қорғасын-мырыш кенін және байытудың аралық өнімін пирротиндік күйдірудің технологиялық зерттеулері

**Аңдатпа:** Мақалада тотыққан және аралас полиметалл кендерін және байытудың аралық өнімдерін кейіннен байытумен сульфидті күйдіру арқылы байыту технологиясын теориялық негіздеу және технологиялық зерттеу нәтижелері келтірілген. Кейіннен магниттік бөлінумен жалғасатын пиррофиндік күйдірудің технологиялық схемасы жасалды, онда магниттік өнімге шихталанған пирротиннің бөлінуі 90 % -дан асады, Zn бөлінуі магниттік емес өнімге 96-97 % құрайды, құрамы 10,05 % болған кезде.

**Түйін сөздер:** аралық өнім, тотыққан қорғасын-мырышты кен, пирит, магнитті сепарация, сульфидтеп күйдіру.

S.N. Temirkhan, T.A. Chepushtanova.

### Technological research of pyrrhotizing roasting of oxidized lead-zinc ore and middling product of Kazzinc Ltd

**Summary:** The article presents the results of theoretical substantiation and technological research of the technology of complex processing of oxidized and mixed polymetallic ores and middlings of enrichment by sulfidizing roasting with subsequent enrichment of cinder. A technological scheme has been developed, including pyrrhotizing roasting followed by magnetic separation, in which the release of charged pyrrhotite into the magnetic product is more than 90%, the extraction of Zn is 96-97% into the non-magnetic product, with a content of 10.05%.

**Key words:** middlings, oxidized lead-zinc ore, pyrite, magnetic separation, sulfidizing roasting.

УДК 669.334(043)

С. Тойлыбеков, К.К. Мамырбаева

Научный руководитель – К.К. Мамырбаева, ассистент-профессор, Ph.D  
Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,

## МЫСТЫҢ НЕГІЗГІ СУЛЬФИДТІ МИНЕРАЛЫ – ХАЛЬКОПИРИТТІ ТЕРМИЯЛЫҚ ӨНДЕУГЕ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУ

**Андапта.** Кәзіргі кезде мыстың кедей кендері негізінен гидрометаллургиялық технологиясымен өңделеді. Дегенмен, гидрометаллургиялық өңдеуге түсетін қазақстандық кедей кендер құрамының күрделі, аралас минералды болуымен ерекшеленеді. Аралас мыс кендерін өңдеу әр елде кен құрамына, климаттық жағдайларға, технологиялық мүмкіншіліктерге байланысты әр түрлі әдіспен жүргізіледі. Сондықтан әр жағдайда аралас кеннің құрамы мен орналасуына байланысты тиімді технологияны әзірлеу, сол бағытта теориялық зерттеулер жүргізу өзекті мәселе болып табылады.

Зерттеу жұмысында аралас мыс кендерінің негізгі құрам бөлігі болып табылатын маңызды минерал - халькопириттің оттегінің тапшылығында және оттегінің қатысында халькопириттің термиялық ыдырауына термодинамикалық талдау жүргізілген.

Халькопириттің термиялық ыдырау реакцияларына термодинамикалық талдау 673,15-1273,15 К температуралық аралығында жүргізілген.

Оттегінің қатысында халькопириттің ыдырауы пирротин мен ковеллиннің түзілуімен жүреді және термодинамикалық жағынан тиімді болып табылады.

**Түйінді сөздер:** аралас кен, халькопирит, гидрометаллургия, термиялық өңдеу, термодинамикалық талдау

### Мақала мәтіні:

Қазақстан Республикасындағы мыс кендерінің басым көпшілігі құрамы жағынан кедей аралас мыс кендеріне жатады. Мұндай кедей аралас кендерді өңдеу үшін пирометаллургиялық технология тиімді болмағандықтан оларды гидрометаллургиялық технологиямен (негізінен SE-EW технологиясымен) өңдейді. Мыс өндірісіндегі SE-EW технологиясы «үймелі шаймалау-сұйықтық экстракция және электролиз» сатыларынан тұрады[1].

Дегенмен әр кен орнының ерекшеліктеріне сәйкес гидрометаллургиялық өндеудің тиімді технологиясын әзірлеу өзекті мәселе болып табылады.

Шет елдегі зерттеулер көрсеткендей, кедей аралас кендерді өңдеу үшін бактериялық үймелі шаймалау тиімді. Бұл технология бойынша еріткіш ретінде күкірт қышқылы мен арнайы бактериялар қолданылады. Бірақ мұндай технология еліміздің климаттық жағдайына байланысты кең қолданыс тапқан жоқ.

Әлемдік практика бойынша қиын байытылатын кендерді гидрометаллургиялық өңдеу үшін агитациялық шаймалау жүргізген тиімді, себебі басқа шаймалау түрлеріне қосымша құрал – жабдықтар қажет болып, экономикалық жағынан тиімсіз табылады[2].

Мысқұрамды кедей кендерді шаймалау үшін негізінен күкірт қышқылы тиімді. Кенді шаймалауды тотықтырусыз, күкірт қышқылымен жүргізген кезде аралас кен құрамындағы тотыққан минералдар оңай ериді, ал мыстың сульфидті минералдары халькопирит, ковеллин және халькозин тек тотықтырғыштың қатысында ғана еріп, мысты бөледі[3]. Осы себептен көптеген зерттеушілер дәстүрлі селективті еріткіштерден - қышқылдар мен тұзды ерітінділерден басқа, мысты аралас кендерден бөліп алу кезінде арнайы «активтендіру» әдістерін, соның ішінде механикалық (планеталық диірмендер, ультрадыбыстық енгізу және т.с.с. сияқты энергиямен жабдықталған құрылғыларда ұнтақтау) және химиялық өңдеу (термиялық өңдеу, агломерация) қолданды. Осы зерттеулердің нәтижелері көрсеткендей құрамы күрделі кендерді өңдеу үшін пиро- және гидрометаллургиялық процестердің үйлесімін қолдану басқа әдістерге қарағанда тиімдірек болып табылады.

Зерттеу мақсаты болып қазақстандық аралас мысқұрамды кедей кенінің негізгі сульфидті минералдарын оттегінің қатысында және оттегінің тапшылығымен күйдіру процестеріне термодинамикалық талдау жүргізу болып табылды.

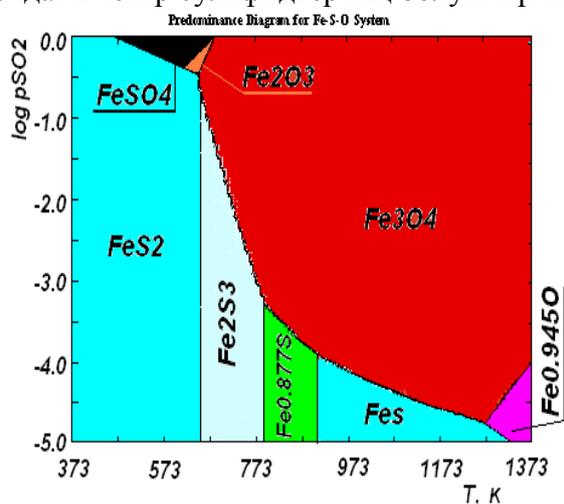
Бастапқы зерттеу объектілері болып Ақтоғай, Бозшакөл кендері алынды. Рентгенографиялық, петрографиялық талдаулар көрсеткендей, олардың құрамындағы негізгі мыстың сульфидтері болып халькопирит, ковеллин, темірдіңкі – пирит және т.б. минералдар табылды.

Осыған байланысты құрамында халькопирит және пирит бар кенді өңдеу технологиясын негіздеу үшін біз алдымен термиялық өңдеу кезінде халькопириттің өзгеру сипаттамасын әр түрлі жағдайда зерттедік. Мыс қосылыстарының ыдырауының термодинамикасы Cu-S-O, Fe-O-S, Cu-Fe-S және Cu-O-Cl жүйелерінің парциалдық қысымдарының сызбаларын тұрғызу арқылы зерттелді.

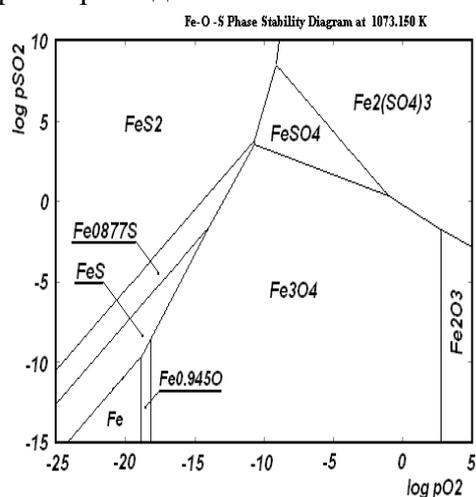
Жүйелердің термодинамикалық талдауы Outokumpu Оу компаниясының термодинамикалық есептеу бағдарламасын қолдану арқылы жүргізілді.

#### *Cu-Fe-O-S жүйесінің термодинамикалық талдауы*

Fe-O-S жүйелерін термодинамикалық талдаудың нәтижелері (1, 2-суреттер) температура мен газ фазасының құрамының кең диапазонында конденсацияланған фазада әр түрлі құрамдағы темір сульфидтерінің болуы мүмкіндіктерін көрсетеді.



1 Сурет - Fe-S-O жүйесінің парциалды қысымдарының диаграммасы



2 Сурет –Fe–S–O жүйесінің парциалды қысымдарының диаграммасы, T - 1073 K

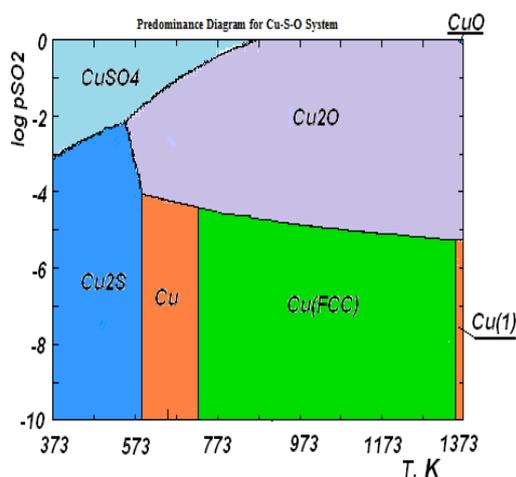
Fe–S–O жүйесінде күкірт (II) оксидінің және оттегінің парциалды қысымдары төмен болған кезде (1 – сур.), темір сульфидтері түзіледі. FeS температурасының жоғарылауы келесі өзгерістерге ұшырайды:  $FeS \rightarrow Fe_{0,87} \rightarrow FeS_2 \rightarrow Fe_2S_3 = S = FeS$ .

Күкірт (II) оксидінің және оттегінің парциалды қысымдары жоғарылаған сайын (2-сурет) тұрақты темірдің оттекті қосылыстары –  $Fe_{0,945}O$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $Fe_2O_3$  оксидтері мен  $FeSO_4$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$  сульфаттары пайда болуы мүмкін.

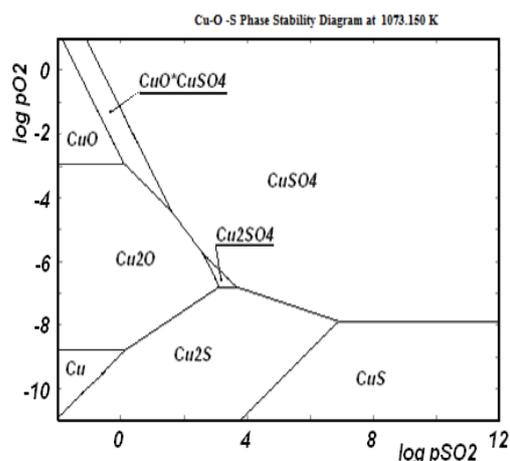
Cu–S–O жүйесінде (3 – сурет) газ фазасы құрамының кең аймағында мыс сульфидтері тұрақты болып табылады. Дегенмен, Cu–S–O жүйесінде  $P_{SO_2}$  артқан сайын жүйеде мыс сульфаты пайда болып температура артқан сайын ол мыс сульфаты ыдырап мыс оксидінің  $Cu_2O$ , одан кейін  $CuO$  түзілуіне әкеледі.

4-суретте келтірілген 1073,15 K температурасында тұрғызылған диаграмма бойынша  $Cu_2S$ ,  $CuS$  сульфидтерінің пайда болуы  $P_{O_2}$  оттегінің төмен парциалды қысымы ( $10^{-7}$  төмен) кезінде ғана мүмкін болатындығын көруге болады.  $P_{SO_2}$  ұлғайған кезде  $Cu_2S \rightarrow CuS$  айналымы жүреді. Жүйеде  $P_{SO_2} 10^{-3}$  дейін және  $P_{O_2} 10^{-7}$  жоғары артқан сайын  $Cu_2S \rightarrow Cu_2O \rightarrow CuO \rightarrow$

$\text{CuO} \cdot \text{CuSO}_4$  айналымдарының жүргенін көруге болады.  $P_{\text{SO}_2} 10^{-3}$  кейін және  $P_{\text{O}_2} 10^{-7}$  жоғары облыста  $\text{Cu}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2\text{SO}_4$  және  $\text{CuS} \rightarrow \text{CuSO}_4$  айналымдарының жүру мүмкіндіктері көрініп тұр.



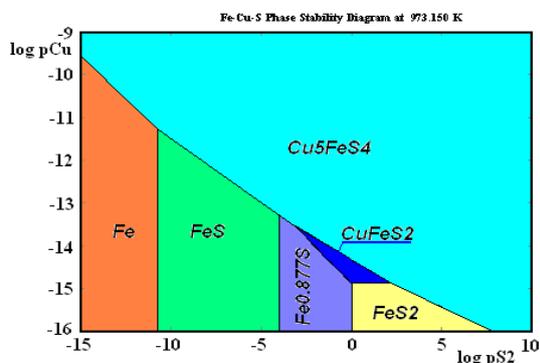
3 Сурет – парциалды қысым  $P_{\text{S}_2} = 10^{-2}$  кезіндегі Cu–S–O жүйесінің күй диаграммасы



4 Сурет – Cu–S–O жүйесінің 1073 К температурадағы парциал қысымдар диаграммасы

Cu–Fe–S жүйесін талдау халькопириттің ыдырау өнімдері халькоцит, троилит және элементтік күкірт болуы мүмкін екендігін (5 – сур.) көрсетеді. Газ фазасындағы күкірт қысымының төмендеуімен халькопирит борнит пен троилитке ыдырайтындығы 5 – суретте, 1 және 2 – кестелерден байқауға болады.

Оттегінің қатысуынсыз халькопиритті термиялық өңдеу кезінде оның ыдырау реакциясын келесідей жазуға болады:  $2\text{CuFeS}_2 = \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + 0,5\text{S}_2$ .



5 Сурет – Cu–Fe–S жүйесінің парциал қысым диаграммасы

Осы реакциядан хальпирит ыдыраған кезде күкірті аз мыс және темір қосылыстары түзілетіндігі түсінікті болып тұр.

Аралас кендерді күйдіру негізінен 500-950 К аралығында жүргізген тиімді. Термодинамикалық талдау жүргізу үшін оттегінің тапшылығымен халькопиритті күйдіру реакциясының термодинамикалық көрсеткіштері 673,15-1273,15 К аралығында есептелді, нәтижелер 1-кестеде келтірілген.

Кестедегі есептелген мәндер 1-реакцияның 673,15-1273,15 К аралығында эндотермиялы екендігін және температура жоғарылаған сайын халькопириттің ыдырауы оңайырақ жүретіндігін көрсетеді, яғни  $\Delta G$  мәні 499,542 Дж бастап 265,572 Дж төмендеді.

1 Кесте – Оттегі тапшылығындағы халькопириттің ыдырауының термодинамикалық көрсеткіштері

T, K	$\Delta H$ , кДж	$\Delta S$ , Дж/К	$\Delta G$ , кДж/моль	K	lg K
673,15	980,17	713,994	499,542	$1,713 \cdot 10^{-39}$	-38,77
773,15	964,22	692,204	429,040	$1,026 \cdot 10^{-29}$	-28,99
873,15	790,73	483,110	368,906	$8,493 \cdot 10^{-23}$	-22,07

973,15	658,83	339,589	328,359	2,364·10 <sup>-18</sup>	-17,63
1073,15	565,96	248,753	299,016	2,783·10 <sup>-15</sup>	-14,56
1173,15	473,17	166,085	278,336	4,037·10 <sup>-13</sup>	-12,39
1273,15	380,46	90,242	265,572	1,268·10 <sup>-11</sup>	-10,89

Газ фазасындағы оттегі тапшы болмайтын атмосферада халькопиритті термоөңдеу кезіндегі ыдырау процесінің реакциясы келесідей жазылады:  $2\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 = \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \text{SO}_2$ . Реакция бойынша халькопириттің диссоциациясы пирротин мен ковеллиннің түзілуімен жүреді және бағдарлама бойынша температуралардың кең аралығындағы есептелген Гиббс энергияларының мәндері 2-кестеде келтірілген.

2 Кесте – Оттегінің қатысуымен халькопириттің ыдырауының термодинамикалық көрсеткіштері

T, К	$\Delta H$ , кДж	$\Delta S$ , Дж/К	$\Delta G^\circ$ , кДж/моль	K	lg K
673,15	-181,29	76,505	-232,79	$1.163 \cdot 10^{18}$	18,066
773,15	-182,45	74,95	-240,4	$1.749 \cdot 10^{16}$	16,243
873,15	-206,26	46,262	-246,66	$5.715 \cdot 10^{14}$	14,757
973,15	-224,11	26,837	-250,23	$2.706 \cdot 10^{13}$	13,432
1073,15	-236,17	15,036	-252,31	$1.914 \cdot 10^{12}$	12,282
1173,15	-247,83	4,649	-253,28	$1.898 \cdot 10^{11}$	11,278
1273,15	-258,89	-4,402	-253,28	$2.469 \cdot 10^{10}$	10,393

Есептелген мәндер оттегінің қатысында 673,15-1273,15 К аралығында халькопириттің ыдырау реакциясы өздігінен жүреді және температура 673,15 К бастап 1273,15 К жоғарылаған сайын  $\Delta G^\circ$  мәндері -232,79 кДж/моль дан бастап -253,28 кДж/моль дейін артты, яғни реакцияның жүру мүмкіндігі артады.

Осылайша, термодинамикалық талдау негізінде келесідей қорытындыны жасауға болады:

- температураның жоғарылауы мен  $p_{\text{SO}_2}$ -ның төмендеуінде Cu-S-O, Fe-S-O және Cu-Fe-S жүйелерінде темір мен мыс сульфидтері тұрақты болады;
- температураның жоғарылағанда және  $p_{\text{SO}_2}$  азайғанда оттегінің тапшылығында халькопириттің термиялық ыдырауы кезінде борнит пен пирротин түзіледі;
- оттегінің қатысында термиялық өңдеу кезінде халькопирит пирротин мен ковеллиннің түзілуімен ыдырайды.

### Әдебиеттер

- 1 M. Schlesinger, K. Sole, W. Davenport Extractive Metallurgy of Copper. - 5th Edition. Elsevier 2011 – p. 553
- 2 Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Теория пирометаллургических процессов. - М.: Metallurgia, 1993. – С. 384.
- 3 Митрофанов С.И., Мещанинов В.И. Комбинированные процессы переработки руд цветных металлов. - М.: Недра, 1984. – С.216.
- 4 Vargas T., Sanhueza A., Escobar B. Pyrite and chalcopyrite treatment. - Santiago Chile, 2009. - P. 245-251.
- 5 Чепуштанова Т.А., Мамырбаева К.К., Луганов В.А. Изучение термического разложения халькопирита // Комплексное использование минерального сырья». - Алматы, 2011. - № 2 (275).– С.91-97.

**Тойлыбеков Султан, Мамырбаева Кульзира Қалдыбековна**  
Термодинамический анализ термической обработки основного сульфидного минерала меди-халькопирита

**Резюме:** В настоящее время бедные руды меди в основном обрабатываются по гидрометаллургической технологии. Тем не менее, бедные казахстанские руды, поступающие в гидрометаллургическую переработку, отличаются сложным, смешанным минеральным составом. Переработка смешанных медных руд производится в каждой стране по-разному, в зависимости от состава руды, климатических условий, технологических возможностей. Поэтому в каждом случае актуальным является разработка эффективной технологии, проведение теоретических исследований в том же направлении, в зависимости от состава и расположения смешанных руд.

В статье проведены результаты термодинамического анализа термического разложения в присутствии кислорода и без доступа кислорода важнейшего минерала меди - халькопирита, основного сульфидного минерала, входящий в состав смешанных медных руд.

Термодинамический анализ реакций термического разложения халькопирита проведен в температурном интервале 673,15-1273,15 К.

В присутствии кислорода диссоциация халькопирита происходит с образованием пирротина, ковеллина и является термодинамически более возможным.

**Ключевые слова:** смешанная руда, халькопирит, гидрометаллургия, термическая обработка, термодинамический анализ.

**Toilybekov Sultan, Mamyrbayeva Kulzira Kaldybekovna**

### **Thermodynamic analysis of main sulfide mineral of copper - chalcopyrite**

**Summary:** Currently, poor copper ores are mainly processed by hydrometallurgical technology. However, Kazakhstan's poor ores entering hydrometallurgical processing are characterized by a complex, mixed mineral content. Processing of mixed copper ores in different countries is carried out in different ways, depending on the ore composition, climatic conditions, and technological capabilities. Therefore, in each case, it is urgent to develop an effective technology related to the composition and location of mixed ore, and conduct theoretical research in this direction.

The article presents the results of thermodynamic analysis of thermal decomposition of the most important mineral of copper - chalcopyrite, the main sulfide mineral, which is part of mixed copper ores, in the presence of oxygen and in the absence of oxygen. Thermodynamic analysis of thermal decomposition reactions of chalcopyrite is carried out in the temperature range of 673.15-1273.15 K.

In the presence of oxygen, the dissociation of chalcopyrite occurs with the formation of pyrrhotite, covellite and is thermodynamically more possible.

**Keywords:** mixed ore, chalcopyrite, hydrometallurgy, heat treatment, thermodynamic analysis.

УДК: 669:001.12/.18

**А.К.Тулепбергенов, К.К.Мамырбаева**

*Научный руководитель – К.К. Мамырбаева, ассистент-профессор, Ph.D*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[k.mamyrbayeva@satbayev.university](mailto:k.mamyrbayeva@satbayev.university)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕДИ ИЗ БЕДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

**Аннотация:** медная отрасль Казахстана играет важную роль в экономике страны и занимает одно из ведущих мест по объему экспорту металла в страны дальнего и ближнего зарубежья. Однако многие медные месторождения республики относятся медно-порфировым и отличаются сложностью составов и высоким содержанием сульфидов. Вопросы вовлечения такого вида сырья в отработку связаны, прежде всего, с решением технологических проблем, позволяющих вести рентабельную отработку низкосортных руд и концентратов. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния различных параметров на степень выщелачивания меди и железа из бедного медного концентрата месторождения Жезказган. Термодинамическим анализом установлено, что для безокислительного выщелачивания может применяться азотная кислота. Проведенные эксперименты показали, что на степень извлечения меди и железа влияют концентрация кислоты, температура и продолжительность выщелачивания.

**Ключевые слова:** выщелачивание, бедный медный концентрат, раствор, азотная кислота.

**Текст статьи:**

Медная отрасль Республики Казахстан играет важную роль в развитии экономики страны и занимает одно из ведущих мест по экспорту рафинированной меди в страны дальнего и ближнего зарубежья.

Большинство руд медных месторождений республики относятся медно-порфировым и отличаются низким содержанием меди и сложностью составов, трудовскрываемостью.

С каждым годом в медной промышленности страны объем производства снижается из-за истощения высококачественного сырья. Для решения такой проблемы актуальным является привлечение в производство некондиционных руд, отвалов, хвостов и др..

Для извлечения меди из упорных бедных сульфидных медных концентратов, полученных предварительно флотационным обогащением, перспективными способами переработки являются гидрометаллургические технологии с применением стадии выщелачивания растворами минеральных кислот, с последующим извлечением меди и сопутствующих металлов-примесей из продуктивного раствора процессами сорбции, экстракции и др.

Целью наших исследований явилась изучение влияния различных параметров на степень извлечения меди и железа из низкосортного медного концентрата.

В качестве исходного сырья был использован бедный черновой концентрат Жезказганского месторождения, полученный предварительным флотационным обогащением [1]. Химический состав чернового концентрата приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав чернового концентрата меди

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Медь	7,1	Железо	4,6
Свинец	0,5	Серебро, г/т	95
Рений, г/т	4,9	Сера	6,7
Никель	0,00045	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,3
SiO <sub>2</sub>	60	MgO	0,6
CaO	5,1	Марганец	0,124
TiO <sub>2</sub>	0,7	Мышьяк	< 0,001
Хром	0,022	Кобальт	0,00095
Барий	0,08	Цинк	0,58
K <sub>2</sub> O	1,9	Na <sub>2</sub> O	2,3

Как показывают результаты химического анализа содержание меди в исследуемом черновом концентрате невысокое и составляет всего 7,1 %. Рентгенфазовые, петрографические исследования исходных проб показали, что в концентрате медь в основном содержится в виде сульфидных минералов – хальпирита, борнита, халькозина, железо – в виде пирита и пирротина. В концентрате кроме меди содержатся в большом количестве рений – 1,9, серебро – 95 г/т, а также цинка и свинец.

Выбор выщелачивающего реагента во многом осуществляется в зависимости от состава сырья и экономической эффективности.

Наиболее распространенными растворителями при выщелачивании медных руд являются азотная, соляная и серная кислоты, щелочные и цианистые растворы [2, 3].

Как известно для выщелачивания такого вида сырья в ранее проведенных исследованиях были использованы бактериальное выщелачивание [4] и автоклавное выщелачивание с применением раствора аммиака [5] .

В неокислительных условиях для извлечения меди из такого вида сырья необходимо применять растворы, обладающие высокими окислительными потенциалами. Одним из таких реагентов является азотная кислота.

Окислителем и растворителем большинства сульфидов металлов является крепкая серная кислота. Одна группа сульфидов (галенит, сфалерит, пирротин) довольно легко сульфатизируется ею, начиная с 50 °С, с выделением сероводорода. Другая группа (халькопирит, халькозин, ковеллин, пирит) начинает взаимодействовать с серной кислотой при более высокой температуре (150 °С), выделяя в газовую фазу диоксид серы [6]. Практически полностью перечисленные сульфиды вскрываются серной кислотой при нагревании до 300 °С.

HNO<sub>3</sub> также является наиболее эффективным, поскольку определяющие реакции нитрат-иона в кислой среде характеризуются высокими потенциалами [7]:

Для прогнозирования процессов растворения важных минералов концентрата нами выполнены термодинамические расчеты с помощью компьютерной программы компании Оутокумпу Оу.

Полученные значения термодинамических величин реакции взаимодействия основных минералов с кислотами приведена ниже, в таблице 2.

Таблица 2 - Зависимость стандартной свободной энергии (-ΔG<sup>0</sup>) основных реакций выщелачивания сульфидов металлов при 293 К

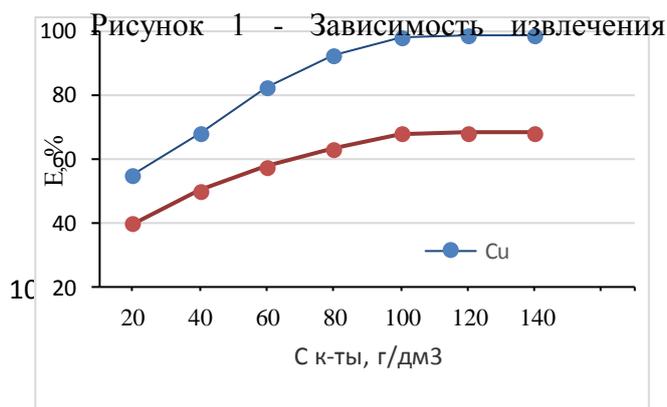
Реакции	-ΔG <sup>0</sup> , кДж/моль
$Cu_2S + 2Fe_2(SO_4)_3 = 2CuSO_4 + 4FeSO_4 + S$	9,42
$CuFeS_2 + 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O + 3O_2 = CuSO_4 + 5FeSO_4 + 2H_2SO_4$	1137,90
$FeS + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2S$	63,80
$2CuFeS_2 + 20HNO_3 = 2Cu(NO_3)_2 + Fe_2(SO_4)_3 + S^0 + 6NO + 10NO_2 + 10H_2O$	421,46
$2CuFeS_2 + 32HNO_3 = 2Cu(NO_3)_2 + Fe_2(SO_4)_3 + S^0 + 28NO_2 + 16H_2O$	420,76
$CuFeS_2 + 8HNO_3 = CuSO_4 + FeSO_4 + 4NO + 4NO_2 + 4H_2O$	242,43
$3CuS + 8HNO_3 = 3CuSO_4 + 8NO + 4H_2O$	332,92
$2FeS_2 + 10HNO_3 = Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O + H_2SO_4 + 10NO$	447,01
$3Cu_5FeS_4 + 32HNO_3 = 3CuFeS_2 + 12Cu(NO_3)_2 + 6S + 8NO + 16H_2$	596,50

Как показывают полученные данные, термодинамически наиболее приемлемым реагентом выщелачивания сульфидных минералов является выщелачивание с раствором 2Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> в присутствии окислителя (реакция 2) и азотная кислота (реакций 4-9).

Для проведения определения оптимальной концентрации выщелачивания низкосортного концентрата нами проведены эксперименты раствором азотной кислот в следующих условиях: концентрации азотной кислоты (г/дм<sup>3</sup>) – 20-140; продолжительность выщелачивания (τ) – 60 мин; соотношение Т:Ж – 1:3.

Как показали результаты полученные данные, с повышением концентрации азотной кислоты с 20 до 100 г/ дм<sup>3</sup> извлечение в раствор ионов меди и железа повышаются почти в два раза и составляют 96,8 (Cu) и 68,1 % (Fe). Оптимальной концентрацией выщелачивающего реагента является 100 г/дм<sup>3</sup> (табл. 3, рис. 1)

Таблица 3 – Результаты исследования зависимости извлечения металлов от концентрации кислоты



$C_{HNO_3}$ , г/дм <sup>3</sup>	$m_{Cu \text{ p-p}}$ , г	$E_{Cu}$ , %	$m_{Fe \text{ p-p}}$ , г	$E_{Fe}$ , %
20	1,93	55,1	0,92	39,8
40	2,39	68,2	1,15	50,1
60	2,88	82,4	1,32	57,6
80	3,24	92,6	1,45	63,2
100	3,45	98,6	1,57	68,1
120	3,45	98,7	1,57	68,3
140	3,47	99,0	1,57	68,4

металлов от концентрации азотной кислоты

Зависимость извлечения металлов от продолжительности выщелачивания бедного концентрата меди проводилась в интервале 15-120 мин. Полученные результаты приведены ниже (табл. 4 и рис.2).

Таблица 4 – Результаты исследования зависимости извлечения металлов от продолжительности выщелачивания

T, мин	$m_{Cu \text{ p-p}}$ , г	$E_{Cu}$ , %	$m_{Fe \text{ p-p}}$ , г	$E_{Fe}$ , %
15	1,72	49,2	0,82	35,5
30	2,79	79,6	1,12	48,8
45	3,09	88,4	1,31	56,9
60	3,42	97,6	1,45	63,1
75	3,47	99	1,52	66,3
90	3,47	99,1	1,57	68,3
105	3,47	99,1	1,57	68,3
120	3,47	99,1	1,57	68,4

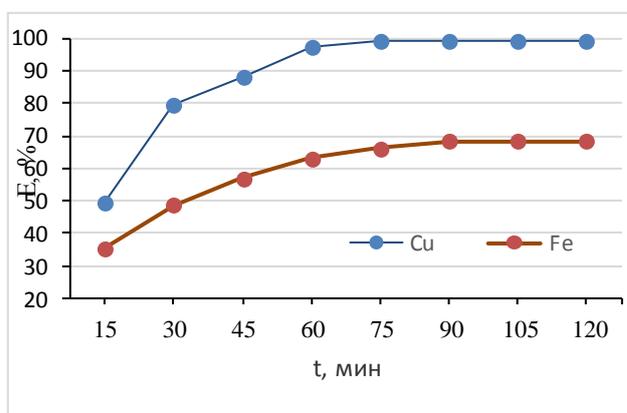


Рисунок 2 - Зависимость извлечения металлов от продолжительности выщелачивания

Установлено, что с повышением продолжительности выщелачивания от 15 мин до 90 минут степень извлечения обоих металлов повышаются (для меди составляет от 49,2 до 99 %, для железа от 35,9 до 68,5 %). Дальнейшее увеличение продолжительности выщелачивания не приводили к повышению извлечения металлов.

Известно, что повышение температуры выщелачивания ускоряет процесс растворения металлов и тем самым повышает его эффективность.

Эксперименты по изучению влияния температуры на степень выщелачивания меди из концентрата проводились в следующих условиях: концентрация кислоты - 100 г/дм<sup>3</sup>, соотношение Т:Ж – 1:3, время выщелачивания – 60 минут. Полученные экспериментальные данные приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты исследования зависимости извлечения металлов от температуры

T, °C	$m_{Cu \text{ p-p}}$ , г	$E_{Cu}$ , %	$m_{Fe \text{ p-p}}$ , г	$E_{Fe}$ , %
20,00	2,43	68,40	0,93	37,00
30,00	2,80	78,80	1,20	48,00
50,00	3,04	85,60	1,35	54,00
70,00	3,13	88,20	1,66	66,40

Продолжение таблицы 5

T, °C	$m_{Cu \text{ p-p}}$ , г	$E_{Cu}$ , %	$m_{Fe \text{ p-p}}$ , г	$E_{Fe}$ , %
90,00	3,49	98,30	1,70	68,10
110,00	3,50	98,60	1,71	68,20

130,00	3,50	98,70	0,16	6,40
--------	------	-------	------	------

Экспериментальные данные показывают, что с повышением температуры от 2 до 90 °С степень извлечения меди повышается от 68,4 до 98,3 °С, железа – от 37 до 68,1 °С. Дальнейшее повышение температуры не привели к заметному повышению металлов из концентрата.

### **Заключение**

На основе термодинамического анализа и экспериментальных данных выщелачивание медного сырья, содержащего сульфидные минералы меди и железа, целесообразно производить раствором азотной кислоты.

При оптимальных условиях – температура 90 °С, концентрация кислоты – 100 г/дм<sup>3</sup>, продолжительность выщелачивания – 60 минут, достигаются следующие показатели извлечения в раствор: меди – 98,3 %; железа – 68,1 %.

### **Литература**

1 Жумашев К.Ж., Токбулатов Т.Е., Каримова Л.М., Кайралапов Е.Т., Жиембаева Д.М., Гейнц Л.В. Изучение характеристик забалансовых руд Жезказганского месторождения и проверка возможности их переработки гидрометаллургическими методами // Республ. науч. Журнал Технология производств металлов и вторичных материалов» - Темиртау: КГИУ.- 2010.-№2(18). - С.43-51.

2 Emily Hsu, Christopher J. Durning, Alan C. West, Ah-Hyung Alissa Park. Enhanced extraction of copper from electronic waste via induced morphological changes using supercritical CO<sub>2</sub>. Resources. Conservation and Recycling. Volume 168, 2021, 105296, ISSN 0921-3449, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105296>.

3 Ricardo Jorge Dinis-Oliveira, Félix Carvalho, Roxana Moreira, Jorge Brandão Proença, Agostinho Santos, José Alberto Duarte, Maria de Lourdes Bastos, Teresa Magalhães, Clinical and forensic signs related to chemical burns: A mechanistic approach, Burns, Volume 41, Issue 4, 2015, Pages 658-679, ISSN 0305-4179, <https://doi.org/10.1016/j.burns.2014.09.002>.

4 Бейсембаев, Б. Б. Способ подземного, кучного выщелачивания медных руд / Б. Б. Бейсембаев, М. Ж. Жанасов, Б. К. Кенжалиев // Тезисы докладов научно-технического совещания «Процессы вскрытия, химического обогащения и выщелачивания трудноперерабатываемого сырья цветных и редких металлов». – 1987. – С. 7.

5 Серебряков, М.А. Исследование аммиачного автоклавного выщелачивания некондиционного медного концентрата, содержащего серебро и рений / М.А. Серебряков, С.Б. Фокина, Г.В. Петров, А.Я. Бодуэн // III международная научно-практическая конференция «промышленная безопасность предприятий минерально-сырьевого комплекса в XXI веке» Тезисы докладов. — 2016. — С. 127-128

6 Жумашев К.Ж., Каримова Л.М., Кайралапов Е.Т., Имангалиева А.Т. Изучение влияния сульфатизации серной кислотой чернового сульфидного концентрата для автогенности обжига // Материалы Международной научно-практической конференции «Гетерогенные процессы в обогащении и металлургии» Абишевские чтения -2011. - Караганда – С. 157-160.

7 Цогтхангай Д., Мамяченков С.В., Анисимова О.С.,Набойченко С.С. Термодинамика реакций при азотнокислом выщелачивании минералов медного концентрата // Изв. вузов. Цв. металлургия. 2011. № 2. С. 7–11.

**Тулепбергенов Аскар Каржаубаевич, Мамырбаева Күлзира Қалдыбекқызы**  
**Кедей концентраттардан мысты шаймалау процесін зерттеу**

**Түйіндеме:** Қазақстанның мыс саласы ел экономикасында маңызды рөл атқарады және алыс және жақын шетелдерге металл экспорты бойынша жетекші орындардың бірін алады. Алайда республиканың көптеген мыс

кен орындары мыс-порфирлі болып саналады және құрамдарының күрделілігімен және сульфидтердің жоғары құрамымен ерекшеленеді. Шикізаттың осы түрін игеруге тарту мәселелері, ең алдымен, төмен сұрыпты кендер мен концентраттарды рентабельді игеруге мүмкіндік беретін технологиялық проблемаларды шешумен байланысты. Мақалада Жезқазған кен орнының кедей мыс концентратынан мыс пен темірдің сілтісіздену дәрежесіне әртүрлі параметрлердің әсерін зерттеу бойынша зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Термодинамикалық талдау азот қышқылын қышқылсыз шаймалау үшін қолдануға болатындығын анықтады. Жүргізілген тәжірибелер мыс пен темірдің шығарылу дәрежесіне қышқыл концентрациясы, сілтілену температурасы мен ұзақтығы әсер ететіндігін көрсетті.

**Түйінді сөздер:** шаймалау, кедей тазартылмаған концентрат, ерітінді, азот қышқылы.

**Tulebergenov Askar Karzhaubaevich, Mamyrbayeva Kulzira Kaldybekkyzy**

**Study of the leaching process of copper from poor concentrates**

**Abstract:** The copper industry of Kazakhstan plays an important role in the country's economy and occupies one of the leading places in terms of metal exports to the countries of the far and near abroad. However, many copper deposits of the republic are copper-porphyry and are characterized by complex compositions and a high content of sulfides. The issues of involving this type of raw material in mining are primarily related to solving technological problems that allow for the cost-effective development of low-grade ores and concentrates. The article presents the results of studies on the influence of various parameters on the degree of leaching of copper and iron from the poor copper concentrate of the Zhezkazgan deposit. Thermodynamic analysis has established that nitric acid can be used for non-oxidative leaching. Experiments have shown that the degree of extraction of copper and iron is affected by the concentration of acid, temperature and duration of leaching.

**Keywords:** leaching, low-grade copper concentrate, solution, nitric acid.

УДК 622.7

**\*Б.Х. Янгитилавова<sup>1,2</sup>, И.Ю. Мотовилов<sup>1</sup>, Э.М. Ли<sup>2</sup>**

*Научный руководитель - И.Ю. Мотовилов, доктор PhD, ассистент профессор*

*<sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)*

*<sup>2</sup>Филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр»*

*(г. Алматы, Казахстан)*

*[bagila-x.88@mail.ru](mailto:bagila-x.88@mail.ru)*

## **ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА ИЗ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОНЦЕНТРАТОРА ФИРМЫ «KNELSON»**

**Аннотация.** В данной работе приведены результаты лабораторных испытаний по выделению золотосодержащего концентрата из полиметаллической руды с использованием центробежного концентратора фирмы «Knelson». Данные испытания были проведены с целью достижения более высокого извлечения золота по комбинированной гравитационно-флотационной схеме обогащения полиметаллической руды.

Исследования проведены на керновой пробе, отобранной с различных выработок на различных интервалах крупностью 70-80 мм, характеризующей сульфидную руду месторождения «Гагаринское».

Из полученных результатов проведенных исследований следует, что при использовании в цикле измельчения центробежной концентрации общее извлечение золота, выше на 4,02 % (с 75,30 % до 79,32%), также следует отметить повышении содержания на 8,77 г/т (с 36,04 г/т до 44,81 г/т) по сравнению со схемой прямой селективной флотации.

**Ключевые слова:** гравитация, полиметаллическая руда, золото, серебро, галенит, сфалерит, выход, содержание, извлечение.

Сырьевая база золотодобывающей промышленности Казахстана в основном представлена мелкими (с запасами до 25 т) и средними от (25 т до 100 т) месторождениями, на которых в настоящее время добывается около 70 % всего производимого в республике золота. Остальное золото добывается при переработке полиметаллического сырья [1].

Благородные металлы характеризуются высокой плотностью, намного превышающей плотность минералов вмещающей породы. Поэтому для извлечения самородных благородных металлов из руд эффективны гравитационные процессы. В большинстве золотосодержащих руд содержится определенное количество крупного свободного золота (+0,1) мм, которое плохо извлекается не только флотационным обогащением, но и при гидрометаллургической переработке. Поэтому предварительное выделение его гравитационным обогащением в начале технологического процесса позволяет снизить потери золота с отвальными хвостами и выделить часть его в виде быстро реализуемого золотосодержащего концентрата.

На современном этапе гравитационное извлечение золота из руд и техногенных отходов преимущественно осуществляется с использованием центробежной концентрации. Для извлечения мелкого золота разработано множество центробежных концентраторов, имеющих вращающуюся конусную чашу с рифлями. При вращении чаши центробежная сила прижимает тяжелые частицы (в том числе золото) к стенкам чаши, и они оседают между рифлями. Центробежные концентраторы (их также называли центрифугами) начали применяться в золотодобыче в начале прошлого века, однако широкое распространение получили только в последние 20 лет, благодаря усилиям и изобретениям, которые сделал Байрон Нелсон ([Byron Knelson](#)) [2,3].

На основании вышесказанного авторами доклада проведены исследования по выделению золотосодержащего концентрата из полиметаллической руды с использованием центробежной концентрации.

Исследования проведены на керновой пробе, отобранной с различных выработок на различных интервалах крупностью 70-80 мм, характеризующей сульфидную руду месторождения «Гагаринское». Основные промышленно-ценные компоненты пробы представлены золотом, серебром, свинцом и цинком [4]. В таблице 1 приведены результаты химических и пробирных анализов пробы исходной руды.

Таблица 1 – Химический, пробирный анализы пробы руды

Элементы и соединения	Содержания, %	Элементы и соединения	Содержания, %
Золото, г/т	3,65-3,88	Сурьма	0,0038
Серебро, г/т	22,00-25,00	Мышьяк	0,30
Свинец	0,40-0,50	Диоксид кремния	63,46
Цинк	0,63-0,70	Оксид магния	1,63
Железо <sub>общее</sub>	5,50	Оксид кальция	2,45
Медь	0,0501	Оксид алюминия	10,65
Сера <sub>общая</sub>	2,23	Фосфор	0,03
Сера <sub>сульфидная</sub>	2,17	Окись натрия	0,62
Сера <sub>сульфатная</sub>	0,056	Окись калия	2,61
Никель	0,0007	ППП	4,89
Кобальт	0,001		

Из таблицы 1 следует, что основными ценными компонентами пробы являются золото, серебро, свинец, цинк, содержание которых составляет: золота 3,65-3,88 г/т, серебра 22,00-25,00 г/т, свинца 0,40-0,50 %, цинка 0,63-0,70 %.

Также в пробе содержится сера<sub>общ.</sub> 2,23 %, в том числе серы<sub>сульфидной</sub> 2,17 %, серы<sub>сульфатной</sub> 0,056%, железо<sub>общ.</sub> 5,50 %, диоксид кремния 63,46 %, триоксид алюминия 10,65 %, оксид магния 1,63 %, оксид кальция 2,45 %, оксид натрия 0,62 %, оксид калия 2,61 %, фосфор 0,03 %. Вредной примесью в пробе является мышьяк 0,30 %.

В таблице 2 приведены результаты рационального анализа на золото и серебро.

Таблица 2 – Результаты рационального анализа золота и серебра

Формы ассоциации золота и серебра	Содержание, г/т		Распределение, %	
	Au	Ag	Au	Ag
Свободное и в открытых сростках, цианируемое	3,01	13,36	82,47	53,94
Покрытое пленками гидроксидов железа	0,12	4,99	3,29	20,14
Ассоциированное с сульфидами (II цианирование)	0,456	1,68	12,49	6,78
В пустой породе (ассоциированные с породой и рудными минералами не вскрытые при данной степени измельчения и недоступных растворяющему действию кислот)	0,064	4,74	1,75	19,14
Итого	3,65	24,77	100,0	100,0

Из таблицы 2 следует, что:

- цианируемого золота составляет 82,47 %, серебра – 53,94 %;
- покрытого пленками гидроксидов железа - золото на 3,29%, серебро - 20,14%;
- ассоциированного с сульфидами - золото на 12,49%, серебро – 6,78 %;
- ассоциированного с породой - золото на 1,75%, серебро - 19,14%.

Таким образом, по результатам рационального анализа основное количество золота и серебра свободное и в открытых сростках.

#### Гравитационное выделение золота

С целью получения концентратов свинца и цинка на полиметаллической руде отработан режим селективной флотации, из которого следует, что оптимальная крупность измельчения составляет 75 % класса -0,074 мм. Данную крупность измельчения использовали в экспериментах по центробежной концентрации.

С целью выделения золота и серебра в гравитационный концентрат, были проведены исследования на 3-х дюймовом концентраторе «Knelson».

Сепарацию проводили при расходе флюидизационной воды 4 л/мин при величине центробежного ускорения 60g. С целью достижения концентрации золота и серебра в гравикоцентрате, сепарации подвергали руду массой 10 кг. Схема проведения опыта показана на рисунке, технологические показатели приведены в таблице 3.

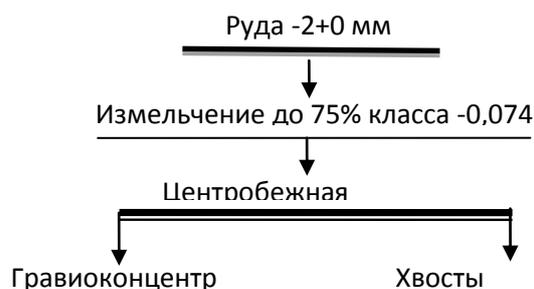


Рисунок 1 – Схема опытов по выделению гравитационного концентрата

Таблица 3 – Результаты опыта по центробежной сепарации

Продукты	Выход, %	Содержание, %					Извлечение, %				
		Pb	Zn	Fe	Au, г/т	Ag, г/т	Pb	Zn	Fe	Au	Ag
Гравиоконцентрат	1,00	7,37	4,53	23,34	119,5	273,3	18,21	7,20	4,24	32,85	12,40
Хвосты гравитации	99,00	0,334	0,59	5,624	2,468	19,50	81,79	92,80	95,76	67,15	87,60
<b>Руда</b>	<b>100,0</b>	<b>0,405</b>	<b>0,63</b>	<b>5,50</b>	<b>3,64</b>	<b>22,04</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

В результате центробежной концентрации на измельченной до 75 % класса -0,074 мм руде получен гравииоконцентрат выходом 1,0 % с содержанием золота 119,5 г/т и серебра 273,3 г/т, при извлечении золота 32,85 % и серебра 12,40 %.

В хвосты гравитации извлекается золота 67,15 %, серебра 87,60 %, свинца 81,79 %, цинка 92,80 %, железа 95,76 %.

Для суждения об эффективности применения гравитации в цикле измельчения были проведены замкнутые опыты по флотационному обогащению на исходной руде без гравитации и на хвостах гравитационного обогащения. В таблице 4 приведены результаты замкнутого опыта на исходной руде и на хвостах гравитации по селективной схеме [4].

Таблица 4 – Результаты замкнутого опыта на исходной руде и на хвостах гравитации по селективной схеме

Продукты	Выход, %	Содержание, %					Извлечение, %				
		Pb	Zn	Fe	Au, г/т	Ag, г/т	Pb	Zn	Fe	Au	Ag
Технологические показатели без гравитации											
Pb промпродукт	0,70	33,64	7,73	14,40	186,7	1523,0	58,39	7,90	1,83	36,90	46,34
Au-Ag конц-т	6,70	1,07	1,93	25,10	20,30	98,00	17,78	18,88	30,55	38,40	28,54
<b>Общий кон-т</b>	<b>7,40</b>	<b>4,15</b>	<b>2,478</b>	<b>24,09</b>	<b>36,04</b>	<b>232,80</b>	<b>76,17</b>	<b>26,78</b>	<b>32,38</b>	<b>75,30</b>	<b>74,88</b>
Zn концентрат	0,83	2,74	47,15	9,43	34,60	227,60	5,63	57,14	1,42	8,11	8,21
Хв. отвальные	91,77	0,08	0,12	3,97	0,64	4,24	18,20	16,08	66,20	16,59	16,91
<b>Руда</b>	<b>100,0</b>	<b>0,403</b>	<b>0,685</b>	<b>5,504</b>	<b>3,54</b>	<b>23,01</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Технологические показатели с гравитацией в цикле измельчения											
Гравииокон-т	1,00	7,37	4,53	23,34	119,5	273,3	18,21	7,20	4,24	32,85	12,40
Pb промпродукт	0,62	36,05	9,55	11,42	113,3	1237,9	55,21	9,40	1,29	19,31	34,83
Au-Ag конц-т	4,82	0,81	2,25	23,84	20,50	108,90	9,63	17,23	20,89	27,16	23,82
<b>Общий кон-т</b>	<b>6,44</b>	<b>5,22</b>	<b>3,307</b>	<b>22,57</b>	<b>44,81</b>	<b>243,12</b>	<b>83,05</b>	<b>33,83</b>	<b>26,42</b>	<b>79,32</b>	<b>71,05</b>
Zn концентрат	0,60	2,13	50,83	6,95	26,30	316,60	3,16	48,44	0,76	4,34	8,62
Хв. отвальные	92,96	0,06	0,12	4,31	0,64	4,82	13,79	17,73	72,82	16,34	20,33
<b>Руда</b>	<b>100,0</b>	<b>0,405</b>	<b>0,63</b>	<b>5,50</b>	<b>3,64</b>	<b>22,04</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Из таблицы 4 следует, что по схеме с гравитацией в цикле измельчения извлечение золота в гравии и флото концентраты выше по сравнению с технологическими показателями получаемыми по схеме без гравитации.

#### Вывод:

При использовании в цикле измельчения центробежной концентрации общее извлечение золота, выше на 4,02% (с 75,30 % до 79,32%), также следует отметить повышении содержания на 8,77 г/т (с 36,04 г/т до 44,81 г/т) по сравнению со схемой прямой селективной флотации.

#### Литература

1 Студенцов В.В. Клец А. Вопросы теории и практики обогащения руд. /Кн. Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан // Анализ, запасы, технологии. – Алматы: Информационно-аналитический центр геологии, экологии и природных ресурсов Республики Казахстан, 1997.

2 Кавчик Б.К. Центробежные концентраторы для извлечения мелкого золота (обзор) // Золотодобыча, ОАО «Иргиредмет»

3 Концентратор Knelson серии «Квант» QS — последнее поколение концентраторов Knelson // [Золотодобыча](#), №151, Июнь, 2011

4 Отчет Филиала РГП «НЦ КПМС РК» ГНПОПЭ «Казмеханообр» о НИР «Проведение исследований и разработка технологии переработки руды месторождения «Гагаринское» (заключительный). Алматы, 2017. 88 с.

**Б. Х. Янгитилавова, И. Ю. Мотовилов, Э. М. Ли**  
**Алтын құрамды концентратты полиметалл кенінен «Knelson» фирмасының ортадан тепкіш концентраторын пайдалана отырып бөлу алу**

**Аңдатпа.** Бұл жұмыста «Knelson» фирмасының ортадан тепкіш концентраторын пайдалана отырып, құрамында алтыны бар концентратты полиметалл кенінен бөлу бойынша зертханалық сынақтардың нәтижелері келтірілген. Бұл зерттеулер полиметалл кенін байытудың біріктірілген гравитациялық-флотациялық схемасы бойынша алтынның жоғары алынуына қол жеткізу мақсатында жүргізілді. Зерттеулер "Гагарин" кен орнының сульфидті кенінде сипаттайтын, ірілігі 70-80 мм әр түрлі аралықтарда әр түрлі қазбалардан іріктелген кен сынамасында жүргізілді.

**Түйінді сөздер:** гравитация, полиметалл кені, алтын, күміс, галенит, сфалерит, шығым, бағалы зат үлесі, бөліп алу дәрежесі.

**B. Kh. Yangitilavova, I. Yu. Motovilov, E. M. Lee**  
**Isolation of gold-containing concentrate from polymetallic ore using a centrifugal concentrator of the company «Knelson»**

**Annotation.** This paper presents the results of laboratory tests on the separation of gold-containing concentrate from polymetallic ore using a centrifugal concentrator of the company «Knelson». These studies were carried out in order to achieve a higher gold recovery using the combined gravity-flotation scheme of polymetallic ore dressing. The studies were carried out on a core sample taken from various workings at various intervals with a grain size of 70-80 mm, which characterizes the sulfide ore of the Gagarinskoye deposit.

**Keywords:** gravitation, polymetallic ore, gold, silver, galena, sphalerite, output, content, extraction.

УДК 669.21.213

**Ж.А. Юсупова, Г.Ж. Молдабаева**  
*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
*zhanar.yussupova@yahoo.com, [g.moldabaeva@bk.ru](mailto:g.moldabaeva@bk.ru)*

**ПЕРЕРАБОТКА УПОРНЫХ ЗОЛОСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ  
КАЗАХСТАНА ПО ТЕХНОЛОГИИ «АЛЬБИОН»**

**Аннотация.** Дана характеристика флотационного сульфидного концентрата, полученного из золотосодержащей руды месторождения Казахстана. Химический и фазовый составы концентрата показали преимущественное наличие в нем упорного, недоступного прямому цианированию золота (57,23 %). Для переработки такого упорного золотосодержащего концентрата предлагается применение технологии «Альбион», позволяющей достичь высоких показателей по извлечению золота (87,81%) за счет полного механического вскрытия минералов исходного золотосодержащего сырья, увеличения полноты и скорости выщелачивания.

**Ключевые слова:** вещественный состав, сульфиды, окисление, Альбион, упорные руды, концентрат, кислотный Альбион, нейтральный Альбион

Выбор технологии переработки конкретной руды зависит от таких факторов, как минералогия, содержание драгоценных металлов и форма нахождения золота в руде, соотношение золота к сере и наличие вредных примесей.

Золотосодержащая руда месторождения Казахстана была обогащена методом флотации, в процессе которого был получен флотационный сульфидный концентрат.

Химический состав пробы сульфидного концентрата на 20,9% представлен литофильными компонентами. Основным из них является кремнезем, на долю которого приходится 12,29%. Доля глинозема находится на уровне 1,93%. Суммарное количество щелочных и щелочноземельных металлов в концентрате составляет 6,54%. Среди них существенно преобладает оксид кальция.

Рудообразующие элементы в пробе сульфидного концентрата представлены железом, мышьяком и серой. Количество железа находится на уровне 21,1%, мышьяка – 34%. Массовая доля серы составляет 12,9%.

Среди цветных металлов в концентрате отмечается повышенное содержание кобальта – 1,26%, меди – 0,84%, никеля – 0,2% и молибдена – 0,19%.

По данным пробирного анализа, содержание золота в пробе сульфидного концентрата составляет 70,8 г/т, серебра – 4,35 г/т.

Проба сульфидного концентрата на 27% представлена породообразующими минералами. Среди них преобладает кварц, доля которого находится на уровне 10%. Массовая доля гранатов составляет 8% от общей массы пробы концентрата. На долю диопсида приходится 5%. Полевые шпаты и карбонаты отмечаются в количестве 2%.

Рудная минерализация в пробе концентрата представлена сульфидами различных металлов. Суммарное количество арсенопирита, леллингита и саффорита составляет 65%. На долю кобальтина приходится порядка 3%. Пирит и пирротин, суммарно отмечаются в количестве 2%. Столько же приходится на халькопирит. Доля молибденита в пробе сульфидного концентрата составляет 0,3%. Прочие сульфиды различных металлов отмечаются в количестве единичных знаков.

В пробе флотоконцентрата присутствует несколько минералов меди. Основным минералом – носителем меди в пробе сульфидного концентрата является халькопирит. Комплекс минералов ковеллин-халькозин и борнит имеют подчиненное значение.

По результатам амальгамации при исходной крупности (P80 53 мкм) в концентрате находится всего лишь 2,05% свободного золота. На долю золота в сростках приходится 40,72%. Всего в доступном прямому цианированию виде присутствует 42,77% благородного металла.

Основной причиной упорности золота к цианистому процессу является его тонкая вкрапленность в сульфиды. Доля такого золота составляет 40,56%. Количество золота в пленках, а также тонко вкрапленного в нерастворимых в царской водке минералах и кварце, находится на уровне 7,19% и 4,46% соответственно.

Общая доля упорного, недоступного прямому цианированию золота составляет 57,23%. По таким показателям концентрат является упорным сырьем к процессу цианирования.

### **Окисление по технологии Альбион**

Технология Альбион представляет собой комбинацию ультратонкого измельчения и окисления кислородом без давления и внешнего нагрева. Процесс обладает рядом преимуществ: сера, переходящая в раствор при окислении сульфидов, осаждается в виде гипса, а осаждение железа и мышьяка протекает с образованием гётита и скородита, в результате чего последующее цианирование золота из концентрата сопровождается меньшим расходом цианида натрия [1-3].



Рисунок 1 – Стандартная схема переработки упорных сульфидных золотосодержащих концентратов по технологии «Альбион»

Параметры проведения кислотного теста по технологии Альбион на флотационном концентрате приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры окисления концентрата флотации по технологии Альбион в кислой среде

Параметр	Единица измерения	Значение
Содержание золота в концентрате	г/т	70,8
Крупность измельчения P80	мкм	8
Температура	°С	95
Концентрация H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> в растворе	мг/л	25
Регулятор pH	–	Серная кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
Общая продолжительность теста	ч	72
Промежуточные кинетические пробы	ч	8; 12; 24 и 48

При окислении по технологии Альбион в кислой среде концентрата флотации крупностью 80% -0,008 мм:

- степень окисления серы, железа и мышьяка находится на уровне 98,39%, 98,0% и 98,42%, соответственно, через 72 ч окисления. При этом расход серной кислоты составил 70,9 кг/т концентрата;

- уровень извлечения в раствор меди, кобальта, никеля и молибдена составляет 49,98%, 97,64%, 96,76% и 3,72%, соответственно, через 72 ч окисления.

Проба конечного кека кислотного Альбион (после 72 ч окисления), а также промежуточные пробы, отобранные в ходе проведения теста, переданы на проведение тестов по цианидному выщелачиванию, результаты которых представлены в таблице 2.

Продукты, полученные в результате окисления концентрата флотации, подвергали цианированию в сорбционном режиме.

Таблица 2 – Результаты цианирования исходного концентрата флотации золотосодержащего месторождения Казахстана и кеков, полученных при различных условиях окисления по технологии Альбион

Продолжительность окисления, ч	Золото			Расход реагента, кг/т	
	Содержание в исходном, г/т	Содержание в кеке, г/т	Извлечение, %	NaCN	CaO
Исходный концентрат					
0	70,8	19,2	72,88	26,92	1,6
Кек кислотного Albion					
8	68,00	10,70	84,26	20,27	42,2
12	67,00	8,20	87,76	21,44	47,6
24	64,00	7,80	87,81	18,53	49,5
48	59,00	7,2	87,80	17,22	32,8
72	49,60	7,2	85,48	25,7	25,7
		7,3	85,28	25,69	25,8

Выполненный комплекс гидрометаллургических исследований концентрата флотационного обогащения золотосодержащего месторождения Казахстана установил, что концентрат флотационного обогащения является упорным материалом для процесса агитационного цианидного выщелачивания. Цианирование концентрата в сорбционном режиме на исходной крупности (P80 -0,051 мм) позволило извлечь 43,1% золота и 38,39% серебра.

Снижение тонины помола от 80% -0,051 мм до 80% -0,020 мм и последующее цианирование увеличивает уровень извлечения золота до 60% (на 19,7%) и серебра – до

42,53% (на 4,14%). Дальнейшее применение ультратонкого измельчения до 80% -0,008 мм позволяет повысить уровень извлечения золота до 72,9% и серебра до 47,82%, при этом содержание золота и серебра в кеке выщелачивания составляет 19,2 г/т и 2,27 г/т соответственно.

При окислении концентрата флотации крупностью 80% -0,008 мм по технологии Albion (тест 1) в кислой среде степень окисления серы, железа и мышьяка находится на уровне 98,39%, 98,0% и 98,42%, соответственно, через 72 ч окисления. При этом уровень извлечения в раствор меди, кобальта, никеля и молибдена составляет 49,98%, 97,64%, 96,76% и 3,72%, соответственно. Расход серной кислоты составил 70,9 кг/т концентрата.

Процесс окисления Альбион концентрата золотосодержащего месторождения Казахстана благоприятно влияет на показатели при дальнейшем цианировании и позволяет увеличить уровень извлечения золота на ~12% после кислотного теста Альбион (в сравнении с цианидным выщелачиванием исходного концентрата).

Цианирование кека окисления кислотного теста Альбион позволяет извлечь до 87,81% золота и до 69,67% серебра (содержание в кеке цианирования золота – 7,8 г/т, серебра – 1,18 г/т).

Отмечается быстрая динамика выщелачивания кека кислотного теста Альбион: после 8 часов окисления уровень извлечения золота составляет более 84%.

### Литература

1 [www.albionprocess.com](http://www.albionprocess.com), [www.panterragold.com](http://www.panterragold.com); перевод с англ.: С.С.Верхозин, ОАО «Иргиредмет». <https://zolotodb.ru/article/11172> Технология Альбион для извлечения золота из концентратов упорных руд. Журнал Золотодобыча, pub. 2015-01-15.

2 Voigt P., Tsvetkov A., Kishinsky A. Albion Process™. [www.albionprocess.com](http://www.albionprocess.com) Improving recoveries in base and precious metals by using Albion Process™ atmospheric leaching pub. 2018-07-20.

3 <https://www.albionprocess.com/ru/about/Pages/default.aspx> Glencore Technology. О технологии Альбион. pub. 2016-04-11.

**Ж.А. Юсупова, Г.Ж. Молдабаева**

**«Альбион» технологиясы бойынша қазақстанның құрамында алтыны бар қиын ыдырайтын концентраттарын өңдеу**

**Аннотация.** Қазақстан кен орнының алтын құрамды кендерінен алынған флотациялық сульфидті концентратқа сипаттама берілген. Концентраттың химиялық және фазалық құрамдары онда алтынның басым бөлігі тікелей цианидпен өңдеуге келмейтін қиын ыдырайтын түрде кездесетінін көрсетті (57,23 %). Құрамында алтыны бар осындай қиын ыдырайтын концентратты өңдеу үшін шикізат минералдарын толық механикалық ашу, шаймалау толықтығы мен жылдамдығын арттыру есебінен алтын алу бойынша жоғары көрсеткіштерге (87,81%) қол жеткізуге мүмкіндік беретін "Альбион" технологиясын қолдану ұсынылады.

**Түйінді сөздер:** заттық құрам, сульфидтер, тотығу, Альбион, қиын ыдырайтын кендер, концентрат, қышқыл Альбион, бейтарап Альбион

**Yussupova Z.A., Moldabaeva G.Z.**

**Processing refractory auriferous concentrates in kazakhstan using the albion process technology**

**Abstract.** The characteristics of the flotation sulfide concentrate obtained from the gold-bearing ore deposit in Kazakhstan are provided. The chemical and phase compositions of the concentrate indicate the predominant presence of refractory gold that cannot be obtained by direct cyanidation (57.23%). To process such a refractory auriferous concentrate, the Albion technology is proposed, which makes it possible to achieve high rates of gold recovery (87.81%) due to the complete mechanical extraction of the original auriferous raw minerals, increase in the completeness and rate of leaching.

**Keywords:** material composition, sulfides, oxidation, Albion, refractory ores, concentrate, acidic Albion, neutral Albion

**<sup>1</sup>Е. Жанатұлы, <sup>1</sup>И.Ю. Мотовилов \****Научный руководитель – И.Ю. Мотовилов, ассистент профессор, доктор PhD**<sup>1</sup> – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)**\* - [motovilov88@inbox.ru](mailto:motovilov88@inbox.ru)***ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОКТАСЖАЛ**

**Аннотация.** В работе представлены результаты изучения вещественного состава и физико-механических свойств руды месторождения Коктасжал.

Основным компонентом в руде является медь с содержанием 0,59 %, золото 0,7 г/т, серебро 2,77 г/т и железо 2,8 %, в незначительных количествах присутствует свинец, цинк, молибден. Минералы пустой породы сложены из диоксида кремния 66,27 %, оксида алюминия 14,75 % и оксида кальция 3,08 %.

Фазовыми и рациональными анализы на медь, золото и серебро установлено, что для обогащения меди лучше использовать флотацию, а для полного извлечения благородных металлов рассмотреть центробежную концентрацию в цикле измельчения.

Определены физико-механические свойства руды: плотность, насыпной вес, пористость, влажность, крепость по шкале Протодьяконова, угол естественного откоса.

**Ключевые слова:** химический анализ, фазовый анализ, физико-механические свойства, медь, золото, серебро.

Месторождение «Коктасжал» находится в Каркаралинском районе Карагандинской области в 30 км к северо-западу от села Егиндыбулак. Карагандинский промышленный регион в Центральном Казахстане является наиболее богатым небольшими перспективными месторождениями меди, золота, серебра, которые являются дополнительными источниками рудного сырья. Месторождение расположено в восточной части Спасского антиклинория и приурочено к антиклинальной складке, сложенной андезитово-базальтовыми порфиритами и их туфами с прослоями и линзами риолитов, дацитов, кремнистых туффитов, песчаников, алевролитов, известняков среднего девона, которые повсеместно катаклазированы, рассланцованы и пропилитизированы [1].

Авторами доклада проведены исследования по изучению вещественного состава и физико-механических свойств исходной руды месторождения «Коктасжал».

*Вещественный состав исходной руды*

В таблице 1 приведены результаты химического анализа выполненного на исходной руде месторождения Коктасжал [2].

Таблица 1 – Результаты химического анализа

Элементы и соединения	Содержания в пробе, %
Медь	0.59
Свинец	0.027
Цинк	0.0166
Железо	2.8
Сера общая	0.76
Золото, г/т	0,7
Серебро, г/т	2,77
Диоксид кремния	66.27
Оксид магния	1,35
Оксид кальция	3,08
Оксид алюминия	14.75
Оксид калия	0.42

Оксид натрия	4.07
--------------	------

По результатам химического анализа основным компонентом в руде является медь с содержанием 0,59 %, золото 0,7 г/т, серебро 2,77 г/т и железо 2,8 %, в незначительных количествах присутствует свинец, цинк, молибден. Минералы пустой породы сложены из диоксида кремния 66,27 %, оксида алюминия 14,75 % и оксида кальция 3,08 %.

В таблице 2 приведены результаты фазового анализа руды на медь.

Таблица 2 – Результаты фазового анализа руды на медь

Минералы	Соединения	Содержания, %	
		абс.	отн.
Медные	Первичная, сульфидная	0,36	70,17
	Вторичная, сульфидная	0,15	28,07
	Окисленная	0,009	1,75
	Водорастворимая	0,0003	0,052
	Итого	0,52	100,0

Из результатов фазового анализа, следует, что медь на:

- 70,17 % приходится на первичные сульфидные минералы;
- 28,07% на вторичные сульфидные минералы;
- 1,75% на окисленные минералы;
- 0,052% на водорастворимые.

Из результатов химического и фазового анализа следует, что основным методом обогащения для получения кондиционного медного концентрата является флотация, т.к. минералы меди на 98 % представлены легкофлотируемыми первичными и вторичными сульфидами.

Помимо меди, промышленными металлами в руде являются золото и серебро. В таблице 3 приведены результаты рационального анализа выполненного на золото и серебро.

Таблица 3 – Рациональный анализ на золото и серебро

Формы ассоциации золота и серебра	Содержание, г/т		Распределение, %	
	Au	Ag	Au	Ag
Свободное по амальгаме	0,12	0,86	17,81	31,59
В сростках с сульфидами и породой (I цианирование)	0,096	0,27	13,7	9,7
Покрытое пленками гидроксидов железа	0,024	0,064	3,42	2,32
Ассоциированное с сульфидами (II цианирование)	0,28	0,32	40,41	11,43
В пустой породе (ассоциированные с породой не вскрытые при данной степени измельчения и недоступных растворяющему действию кислот)	0,17	1,25	24,66	44,96
Руда	0,7	2,77	100,0	100,0

Из таблицы 3 следует, что в пробе руды золота и серебра:

- свободного 17,81% и 31,59 %;
- в сростках с сульфидами и породой 13,7 % и 9,7 %;
- покрытые пленками гидроксидов железа 3,42 % и 2,32 %;
- ассоциированные с сульфидами 40,41 % и 11,43 %;
- ассоциированные с породой (не извлекаемые формы) 24,66 % и 44,96 %.

Т.к. содержание золота и серебра в руде незначительны их извлечение будет проводится попутно с обогащением медных минералов методом флотации, однако в руде присутствует свободное золото крупность которого может быть более 0,1 мм. такие крупные частицы золота плохо извлекаются флотацией и зачастую приводят к основным видам потерям с

хвостами флотации. Для устранения таких видов потерь, при разработке технологии обогащения нами будет предусмотрена центробежная сепарация в цикле измельчения.

#### *Физико-механические свойства руды*

Физико-механические свойства руды зависят от свойств рудовмещающих пород и степени их насыщенности рудной минерализацией.

Физико-механические свойства были определены при разработке технологии в лабораторных условиях, которые были определены по методикам [3].

Ниже приведены результаты определения физико-механических свойств руды:

- плотность 2,63 г/см<sup>3</sup>;
- насыпной вес 1,86 г/см<sup>3</sup>;
- пористость 29 %;
- влажность 2,5 %;
- крепость по шкале Протоdjяконова 17;
- угол естественного откоса 42°.

Следует отметить, что сульфидные руды месторождения Коктасжал по шкале Протоdjяконова относятся к категории крепких руд.

#### *Выводы по изучению вещественного состава и физико-механических свойств*

Комплексом проведенных химических анализов и испытаний на физико-механические свойства руды установлено, что:

- по вещественному составу руды месторождения Коктасжал относятся к медно-порфированому типу;
- основной промышленный металл это медь с содержанием 0,59 %, вторичные промышленные металлы золото – 0,7 г/т и серебро – 2,77 г/т;
- фазовым анализом меди установлено, что основным методом обогащения является флотация, т.к. медь на 98 % представлена первичными и вторичными сульфидами;
- для более полного извлечения золота будет рассмотрен вариант применения центробежной концентрации в цикле измельчения;
- при изучении физико-механических свойств руды установлено, что по шкале Протоdjяконова данные руды относятся к категории крепких.

#### **Литература**

1 Байбатша А.Б. Модели месторождений благородных металлов: Монография – Алматы, КазНТУ. – 452 с.

2 Митрофанов С.И. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. – М.: Госгортехиздат, 1962.

3 Козин В.З. Исследование руд на обогатимость. - Екатеринбург.: УГГУ, 2009.

<sup>1</sup>Е. Жанатұлы, <sup>1</sup>Ю. Мотовилов \*

#### **Көктасжал кен орнындағы кеннің материалдық құрамын және физика-механикалық қасиеттерін зерттеу**

**Аңдатпа.** Мақалада Көктасжал кен орнындағы кеннің материалдық құрамын және физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген.

Кеннің негізгі компонент құрамы 0,59% мыс, алтын 0,7 г / т, күміс 2,77 г / т және темір 2,8%, қорғасын, мырыш, молибден аз мөлшерде болады. Ганг минералдары 66,27% кремний диоксиді, 14,75% глинозем және 3,08% кальций оксидінен тұрады.

Химиялық анализдер, мыс, алтын және күміске фазалық және рационалды анализдер жасалды.

Кеннің физикалық-механикалық қасиеттері анықталды: тығыздығы, көлемдік тығыздығы, кеуектілігі, ылғалдылығы, протоdjяконов шкаласы бойынша беріктігі, тыныштық бұрышы.

**Түйінді сөздер:** химиялық талдау, фазалық талдау, физикалық-механикалық қасиеттер, мыс, алтын, күміс.

<sup>1</sup>E. Zhanatuly, <sup>1</sup>I.Y. Motovilov\*

**Study of the material composition and physical and mechanical properties of ore from the Koktaszhal deposit**

**Annotation.** The report presents the results of studying the material composition and physical and mechanical properties of ore from the Koktaszhal deposit.

The main component in the ore is copper with a content of 0.59%, gold 0.7 g / t, silver 2.77 g / t and iron 2.8%, lead, zinc, molybdenum are present in small amounts. The gangue minerals are composed of 66.27% silicon dioxide, 14.75% alumina, and 3.08% calcium oxide.

Chemical analyzes, phase and rational analyzes for copper, gold and silver have been performed.

The physical and mechanical properties of the ore were determined: density, bulk density, porosity, moisture content, strength according to the Protodyakonov scale, angle of repose.

**Keywords:** chemical analysis, phase analysis, physical and mechanical properties, copper, gold, silver.

УДК 53.37.13

**Himanshu Tanvar, Brajendra Mishra\***

*Material Science and Engineering, Worcester Polytechnic Institute, Worcester MA 01609, USA*

*\*Corresponding author: bmishra@wpi.edu*

**ACID WASHING OF BAUXITE RESIDUE TO PRODUCE MATERIALS FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS**

**Abstract.** Bayer's alumina production process generates about 150 tons of red mud waste annually, which often end up in landfills and has a serious impact on the environment. The high alkali content in red mud restricts its use as a building material, soil aggregate, and wastewater treatment reagent and even makes the valuable metals recovery processes for iron, aluminum and titanium complicated and expensive. In the present study, an effort is made to neutralize the red mud and reduce the alkali content to below 1 % through a simple acid washing process. Leaching behavior of different elements (Ca, Si, Ti, Na, Al, Fe) in HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solution was studied. The experimental and characterization results show the separation of more than 90 % Na and Ca, 40 % Al, 60 % Si into the solution after acid washing with HCl or H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Separation of alkali content and reduction in pH with mild acid wash can generate neutralized red mud with reduced alkali content and has various potential applications.

**Key words:** Neutralization, acid wash, bauxite residue, cement

**Introduction**

Red mud (RM) is a polymetallic fine waste generated during bauxite processing through Bayer's alumina production process. Approx. 1 – 1.5 tons of RM is produced per ton of alumina and over 150 million tons of this waste is generated annually (1).

RM consists of minerals that do not dissolve during the caustic treatment of bauxite and is detrimental to the environment due to high alkalinity (pH:10–14) and heavy metal content (2,3). The key applications include building material, geopolymer, cement, ceramic, concrete, wastewater treatment, soil remediation and recovery of valuable metals (4,5). The presence of alkali in RM creates a problem for slag fluidity in iron smelting, and the high alkalinity causes alkali accumulation that is not suitable for the furnace refractory. Whereas, in the case of concretes, high Na content causes alkali-aggregate reaction resulting in cracks and loss of strength (6,7). On the other hand, the hydrometallurgical route utilizes acid reagents to selectively dissolve the target elements and requires excess dosage to neutralize the alkali in the RM (8,9). Therefore, separation of alkali in the preprocessing stage could provide an additional advantage to the metal recovery processes.

In the present study, an effort is made to neutralize dried red mud and reduce its alkali content below 1 %. Hydrochloric acid (HCl) and sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) are selected as reagents, and a comparison is made based on the dissolution results and acid cost involved. The different washing

parameters, such as temperature, time, pulp density, and acid concentration, are optimized to obtain the highest alkali separation.

### Materials and methods

The RM sample used in this study was procured from Rio Tinto Alcan in Quebec, Canada. Bulk RM sample collected from dry RM pond was dried in an oven at 95 °C to remove residual moisture. The sample was sieved below 250 microns to remove wood chips and other large impurities present in the bulk RM.

Leaching experiments were carried out in a 500 mL Pyrex beaker using a magnetic stirrer. The solid residue was separated from the leach solution by vacuum filtration. The solid residue was dried in a laboratory oven at 95 °C for 12 h. Solid residue and leach solution were further analyzed to determine the metal content and the corresponding dissolution value. The elemental analysis of the samples was carried out using PerkinElmer Optima 8000 Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectroscopy (ICP – OES). Solid samples were fused using borate flux at 1000 °C for 1 h and dissolved in 25 % nitric acid and further diluted with 2 % nitric acid for ICP – OES analysis. In contrast, liquid samples were analyzed after proper dilution.

Mineral phase analysis was carried out using the PANalytical Empyrean X-ray diffractometer (XRD) using Cr tube line focus. The diffraction data were recorded in the 2-theta range of 10 - 80° with a scanning rate of 2 °/min and a step size of 0.02°. The quantitative phase analysis was conducted by presuming triangular peaks and the underlying peak area depicting the phase quantity.

### Results and discussion

The Canadian RM used in this study is mainly composed of Fe (21.3%), Al (9.98%) and Na (3.4 %), along with Ca (2 %), Si (2.8 %) and Ti (3.4 %). The pH value of the raw RM slurry in water was determined as 10.5, reflecting high basic nature. The XRD spectrum of the RM sample is shown in Fig. 1 reveals that the Fe values are present in the form of hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) phase, Al values are associated with boehmite ( $\text{Al}(\text{OOH})$ ) and gibbsite ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), whereas Ti is present in the form of anatase ( $\text{TiO}_2$ ). Calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ), quartz ( $\text{SiO}_2$ ), and sodium aluminum silicate hydrate ( $\text{Na}_8\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_2$ ) are the other mineral phases present in the bulk RM sample.

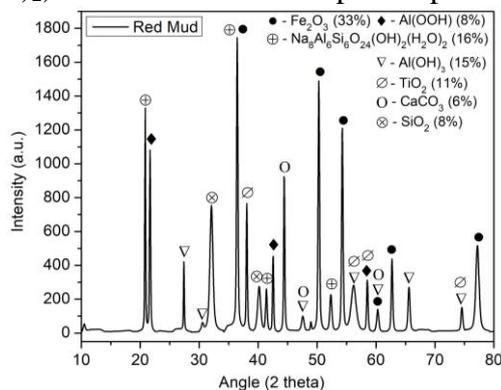


Fig. 1 – XRD spectra of the RM sample

The basic oxides ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ) in the RM can be separated after washing with mild hydrochloric acid ( $\text{HCl}$ ). The thermodynamic equilibrium calculations for the reaction of different phases present in RM was carried out using HSC Chemistry 5.11 software, and the Gibbs free energy at 40 °C was found to be negative for Na and Ca phases. The more negative value of Gibbs free energy for  $\text{NaOH}$  and  $\text{CaCO}_3$  indicates a spontaneous equilibrium reaction compared with  $\text{Al}(\text{OH})_3$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . The stoichiometric requirement of  $\text{HCl}$  was calculated at 0.26 g per gram of RM for the complete dissolution of Na and Ca in RM, and therefore, preliminary experiments were conducted at 0.7 M  $\text{HCl}$  concentration at 10% pulp density and 40 °C for 15 min. Approximately 67% Na, 60% Ca, 8% Si, and 1% Fe were leached out. Furthermore, increasing the acid concentration to 1M  $\text{HCl}$  recovered more than 95% Na and Ca along with approximately 40% Al and 75% Si. Dissolution of Al and Si, along with Na and Ca, increases the acid demand during

neutralization, and therefore high Na and Ca removal efficiency is achieved at acid dosage excess to the stoichiometric requirement.

The composition (wt%) of feed, 0.5 M, and 1 M HCl washed RM is shown in Fig. 2 (a). The Na and Ca content dropped to 0.67 % and 0.18 %, respectively, after 0.5 M and 1 M HCl wash. On the other hand, Fe concentrated up to 26 % in the residue. The XRD spectra of RM and 1 M HCl washed RM shown in Fig. 2 (b), shows that the peaks intensity corresponding to sodium aluminum silicate (2 theta = 20.8°, 52.39°) and calcite phase (2 theta = 44.4°) dropped to zero after HCl wash. The XRD analysis shows that HCl wash predominantly dissociated sodium aluminum silicate and calcium carbonate phases and dissolved corresponding Na, Al, Si, and Ca values. Based on preliminary experiments, it was found that Na and Ca are leached into the solution in a concise duration (~ 15 min) and extended leaching results in the dissolution of other elements. Therefore, the leaching time was fixed at 15 min. Furthermore, to optimize other leaching parameters (acid concentration, S/L ratio, and temperature) and to study their impact on elemental dissolution, the statistical design of experiments was pursued. Sulfuric acid was also tested for neutralization of alkali in the RM. Sulfuric acid being diprotic acid, it is expected that the required acid concentration should be half of that of hydrochloric acid. Leaching experiments were carried out using H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> with a pulp density and the leaching time of 10 % and 15 min, respectively, while the acid concentration was varied between 0.1 M to 1.5 M. The dissolution value of various elements at different acid concentration are shown in Fig. 4 (a).

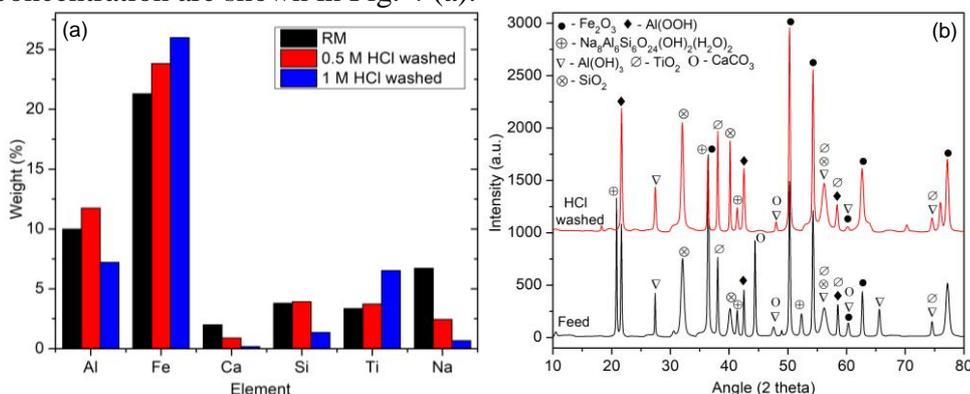


Fig. 2 – HCl wash results (1 M, 10 % S/L, 15 min): (a) Elemental composition, (b) XRD spectra

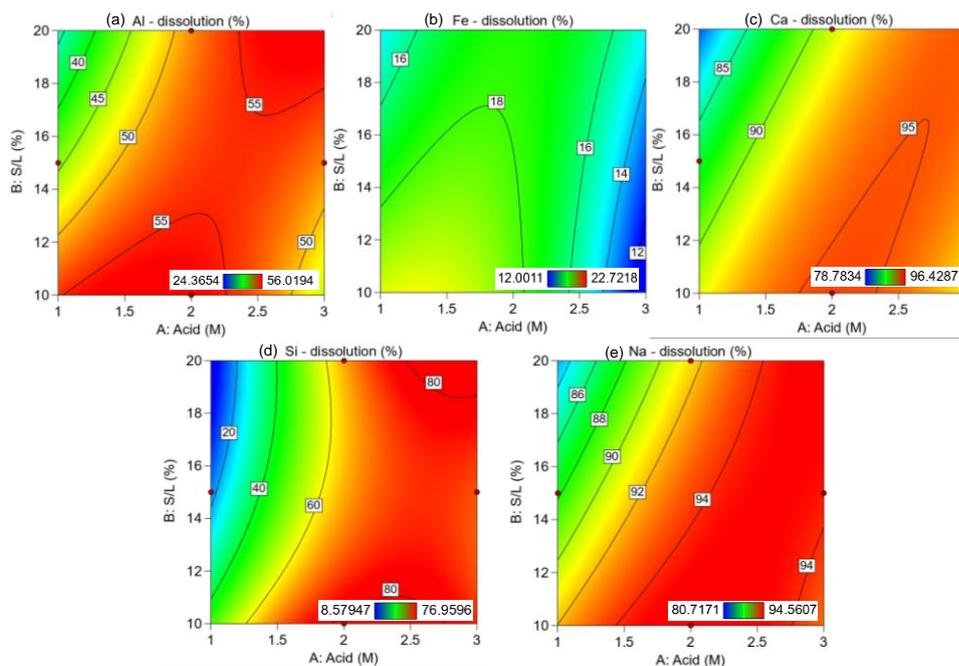


Fig. 3 – Contour plots for HCl leaching design

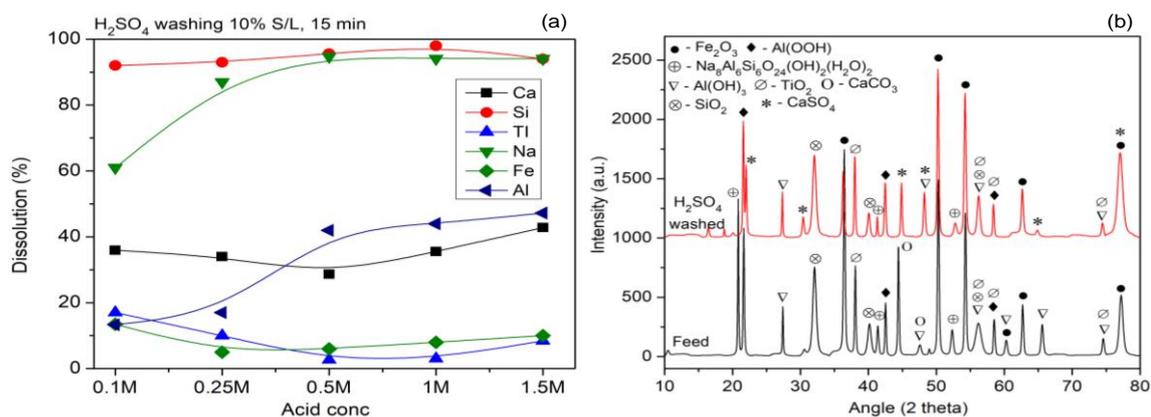


Fig. 4. (a) Dissolution results at different acid concentration (10 % S/L, 15 min), (b) XRD spectra of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> washed red mud (1 M, 13 % S/L, 15 min)

It can be clearly seen from the graph that the 0.5 M acid concentration at 10 % pulp density separated 96 % Na, along with 32 % Ca, 83 % Si, 2 % Ti, 10 % Fe, and 52 % Al. Calcium was separated as insoluble calcium sulfate in the residue. The pH at the end of the washing was 1.7. Na dissolution dropped to 80 %, with a decrease in acid concentration to 0.25 M at 10 % S/L. The pulp density was further increased to 13 % and approximately 94 % Na, 25 % Ca, 81 % Si, 1 % Ti, 9 % Fe, 45 % Al were recovered into the solution, and the slurry's final pH was 2.94. Further increase in pulp density caused the silica to polymerize and form silica, causing difficulty in filtration; therefore, 13 % S/L was found optimal. The XRD spectra and chemical composition of neutralized red mud at optimal conditions (0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 13 % S/L, 15 min, 40 °C) are shown in Fig. 4 (b).

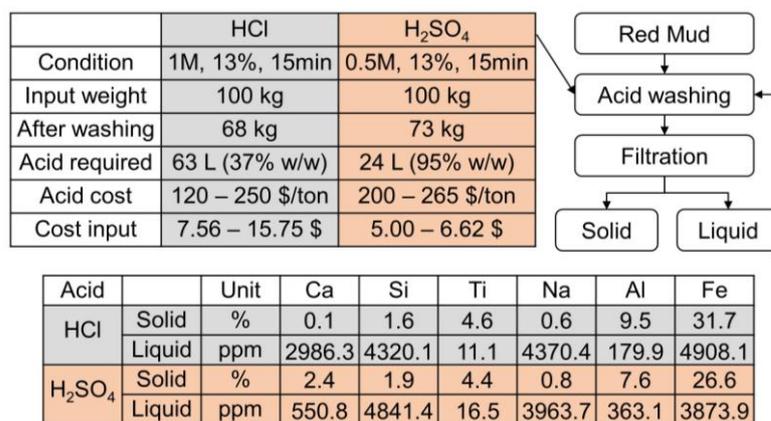


Fig. 5 – Flowsheet for Neutralization of RM along with a comparison between HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

### Conclusion

Acid washing with HCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> was found efficient in removing more than 90 % alkali content. The acid washing resulted in the dissolution of approximately 38% solid mass with HCl (1 M, 13 % S/L, 15 min) and 27 % with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0.5 M, 13 % S/L, 15 min). XRD analysis and dissolution results revealed that both the acids completely dissociated the sodium aluminum silicate phase and separated more than 90 % Na, 40 – 45 % Al, 60 % Si and less than 10 % Fe, and 1 % Ti. However, limited separation of Ca (25 %) was obtained with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> due to the formation of insoluble CaSO<sub>4</sub>. The acid neutralized RM consists of less than 1 % Na, Ca, and presents a wide range of potential applications, including building material, soil aggregated, water treatment, and metal recovery processes.

### References

1. Evans, K. (2016). "The History, Challenges, and New Developments in the Management and Use of Bauxite Residue." *Journal of Sustainable Metallurgy* 2(4): 316-331.

2. Piga, L., F. Pochetti and L. Stoppa (1993). "Recovering Metals from Red Mud Generated during Alumina Production." *JOM* 45: 54–59.
3. Gu, H., et al. (2016). "Potential Routes to Obtain Value-Added Iron-Containing Compounds from Red Mud." *Journal of Sustainable Metallurgy* 3(3): 561-569.
4. Borra, C. R., B. Blanpain, Y. Pontikes, K. Binnemans and T. Van Gerven (2016). "Recovery of Rare Earths and Other Valuable Metals From Bauxite Residue (Red Mud): A Review." *Journal of Sustainable Metallurgy* 2(4): 365-386.
5. Mishra, B. and S. Gostu (2017). "Materials sustainability for environment: Red-mud treatment." *Frontiers of Chemical Science and Engineering* 11(3): 483-496.
6. Mishra, B., A. Staley and D. Kirkpatrick (2002). "Recovery of value-added products from red mud." *Mining Metallurgy and Exploration* 19: 87-94.
7. Khairul, M. A., J. Zanganeh and B. Moghtaderi (2019). "The composition, recycling and utilisation of Bayer red mud." *Resources, Conservation and Recycling* 141: 483-498.
8. Borra, C. R., Y. Pontikes, K. Binnemans and T. Van Gerven (2015). "Leaching of rare earths from bauxite residue (red mud)." *Minerals Engineering* 76: 20-27.
9. Reid, S., J. Tam, M. Yang and G. Azimi (2017). "Technospheric Mining of Rare Earth Elements from Bauxite Residue (Red Mud): Process Optimization, Kinetic Investigation, and Microwave Pretreatment." *Sci Rep* 7(1): 15252.

**Himanshu Tanvar, Brajendra Mishra\***

**Өнеркәсіптік мақсаттағы материалдарды алу үшін боксит қалдығын қышқылмен жуу**

**Резюме:** Байер глиноземін өндіру процесі жыл сайын 150 тоннаға жуық қызыл шлам қалдықтарын шығарады, олар полигондарға жиі түсіп, қоршаған ортаға қатты әсер етеді. Қызыл балшықтағы сілтілердің көп мөлшері оны құрылыс материалы, топырақ агрегаты және ағынды суларды тазарту үшін реагент ретінде пайдалануды шектейді, тіпті темірден, алюминийден және титаннан бағалы металдарды алу процесінің қиындатады және қымбаттайды. Бұл зерттеу қызыл кірді бейтараптандыруға және қышқылды жуудың қарапайым процесін қолдана отырып, сілтілік құрамын 1% - дан төмен деңгейге дейін төмендетуге бағытталған. HCl және H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ерітінділеріндегі әртүрлі элементтердің (Ca, Si, Ti, Na, Al, Fe) сілтісіздендіру әрекеті зерттелді. Эксперименттік және сипаттамалық нәтижелер HCl немесе H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> қышқылды жуғаннан кейін ерітіндіге 90% - дан астам Na және Ca, 40% Al, 60% Si бөлінгенін көрсетеді. Сілтінің құрамын бөлу және жұмсақ қышқылмен жуу арқылы рН төмендеуі сілтілік құрамы төмен бейтараптандырылған қызыл кірді тудыруы мүмкін және әртүрлі ықтимал қосымшаларға ие.

**Түйінді сөздер:** бейтараптандыру, қышқылмен жуу, боксит қалдығы, цемент.

**Himanshu Tanvar, Brajendra Mishra\***

**Кислотная промывка бокситового остатка для получения материалов промышленного назначения**

**Аннотация:** Процесс производства глинозема Байера ежегодно генерирует около 150 тонн отходов красного шлама, которые часто попадают на свалки и оказывают серьезное воздействие на окружающую среду. Высокое содержание щелочей в красной грязи ограничивает ее использование в качестве строительного материала, почвенного заполнителя и реагента для очистки сточных вод и даже усложняет и удорожает процессы извлечения ценных металлов из железа, алюминия и титана. В настоящем исследовании предпринимаются усилия по нейтрализации красной грязи и снижению содержания щелочи до уровня ниже 1% с помощью простого процесса кислотной промывки. Изучено выщелачивающее поведение различных элементов (Ca, Si, Ti, Na, Al, Fe) в растворах HCl и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Экспериментальные и характеристические результаты показывают выделение более 90 % Na и Ca, 40 % Al, 60 % Si в раствор после кислотной промывки HCl или H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Разделение содержания щелочи и снижение pH с помощью мягкой кислотной промывки может генерировать нейтрализованную красную грязь с пониженным содержанием щелочи и имеет различные потенциальные применения.

**Ключевые слова:** Нейтрализация, кислотная промывка, бокситовый остаток, цемент.

УДК 53.03.11

**M. Tokarewicz, M. Gradzka-Dahlke**

*Scientific advisor – M. Gradzka-Dahlke, DSc, assoc. prof.  
Bialystok University of Technology, Bialystok, Poland*

## EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE STRUCTURE OF THE $Al_{0.5}CrCoFeNi$ HIGH ENTROPY ALLOY

*In recent years, a great deal of interest in high-entropy alloys has been observed due to the wide range of functional properties that can be obtained. Among the most studied alloys is  $AlCrCoFeNi$ . This material shows high sensitivity to changes in chemical composition and processing parameters. The aim of this article was to analyse the effect of heat treatment on the microstructure and crystalline structure of an  $Al_{0.5}CrCoFeNi$  alloy. Annealing at 600 °C was found not to cause significant changes in the initially dominant bcc structure, while treatment at 900 °C leads to a significant increase in the content of fcc structure. In the microstructure, there are two phases with different chemical compositions. The content and distribution of these phases also change with the annealing temperature.*

*Keywords: high entropy alloys,  $Al_{0.5}CrCoFeNi$ , annealing, microstructure, crystalline structure*

### 1. Introduction

The traditional approach to developing alloys is to use one or two basic elements and to add other elements in a small amount for improving properties [1]. This strategy is limited by the number of alloy systems that can be composed [2]. High-entropy alloys (HEAs) are a relatively new generation of materials which can broaden the alloy field [3]. They are made from at least five metallic elements in an equal or near-equal concentration (5–35 at.%) [4, 5]. Multicomponent alloys have gained scientific interest because of their excellent properties [6] including e.g. corrosion properties [7], thermoelectric properties [8], high hardness [9], and magnetic properties [10]. Because of their outstanding properties, HEA can be applied in areas where conventional alloys have been used for a long time and in new ones, e.g. high-temperature turbine blades, cutting tools [11]. In HEAs, the high configurational entropy of mixing and low enthalpy of mixing lower the Gibbs free energy which results in stabilization simple solid solution structures (bcc, fcc, hcp, or mixed) [5]. Since 2004, when the HEAs were developed, many high-entropy alloy systems have been characterized in literature, e.g.,  $Al_xCoCrCuFeNi$  [12],  $Ti_xCoCrCuFeNi$  [13],  $Al_xTiVCrMnFeCoNiCu$  [14],  $AlCoCrCuFeNiSi$  [15].

The  $Al_xCoCrFeNi$  alloy has become very prevalent HEAs because of their good mechanical and physical properties [16, 17].  $Al_xCoCrFeNi$  contain different phase structures depending on the Al concentration [18]. According to the literature, the phases in  $Al_xCoCrFeNi$  change as  $x < 0.3$  (fcc),  $0.5 < x < 0.7$  (fcc+bcc),  $x > 0.9$  (bcc) [10]. Adjusting the aluminium content in the  $Al_xCoCrFeNi$  alloy can modify its mechanical properties [19]. In the present manuscript  $Al_{0.5}CoCrFeNi$  high-entropy alloy system has been chosen for study. According to the literature, heat treatment also affects the phases present in the alloy and its mechanical properties. The effect of annealing on the high-entropy  $AlCoCrFeNi$  alloy is most often studied. Liang et al. observed that changes in the crystalline structure of the  $AlCoCrFeNi$  alloy are visible after annealing at temperatures higher than 600°C. Beyond 600°C the fcc phase starts to precipitate. At the temperature of 800°C a new sigma  $Fe_{0.5}Cr_{0.5}$  phase starts to form [20]. The results of Cheng et al. also confirm the changes occurring in the  $AlCoCrFeNi$  alloy after annealing. The researchers did not observe any changes in the alloy after annealing at temperatures below 600. It was observed that with increasing temperature up to the melting point, the fcc phase was becoming dominant. After reaching a temperature of 1200°C, the researchers noted a remelting effect that leads to recrystallization of the bcc phase into coarse grains [3]. In this paper, the effect of annealing on the  $Al_{0.5}CoCrFeNi$  alloy is examined.

### 2. Materials and methods

The metallic components were melted in an induction furnace. Then the samples were cooled down to ambient temperature. The obtained sample was divided into four series. The first one was not heat treated and was considered a comparison sample, the second was annealed at 500°C for 1h, the third at 900°C for 1h and the fourth at 900°C for 7h in a Nabertherm resistance furnace. The samples were ground and polished to a mirror finish, then they were chemically etched in ethanol solution of HNO<sub>3</sub>.

The crystalline structures of the samples were analysed by X-ray diffractometry (XRD) using a Bruker D8Advance diffractometer with Cu K $\alpha$  source. The microstructures were observed by a confocal microscope (LEXT OLS4000, OLYMPUS). A high-resolution scanning electron microscope (SEM/FIB SCIOS 2) were used for obtaining more detailed images. The chemical compositions of the samples were analysed via SEM by HITACHI S-3000N equipped with energy dispersive spectrometry – EDS produced by NORAN company.

### 3. Results and discussion

The diffractograms in Figure 1 clearly illustrate that the heat treatment has an influence on the phases present in the alloy. In the alloy without heat treatment, the bcc phase is dominant, but the contribution of the fcc phase is also visible. After treatment at 500<sup>o</sup> C for 1 hour, it can be seen that there is practically no change in the proportion of phases present in the alloy. The peak heights of the bcc and fcc phases is similar. Whereas, the disappearance of fine peaks can be observed, especially in the range of  $2\theta=45-50^{\circ}$ , which may indicate the ordering of the alloy. After annealing at 900<sup>o</sup> C, a clear change in the crystalline structure occurs. The fcc phase becomes dominant and a new sigma phase appears. The difference is also seen after heat treatment at 900<sup>o</sup> C for 1 and 7 hours. After annealing for 7 hours, the peaks of the fcc phase became more intense. The annealing of Al<sub>0.5</sub>CoCrFeNi causes similar changes in the phases occurring in the alloy as the annealing of AlCoCrFeNi. The research results concur with literature reports that annealing in temperatures below 600°C does not result in significant changes, while above 800°C results in the appearance of a new sigma phase and the dominance of the fcc phase [3, 5, 20, 21].

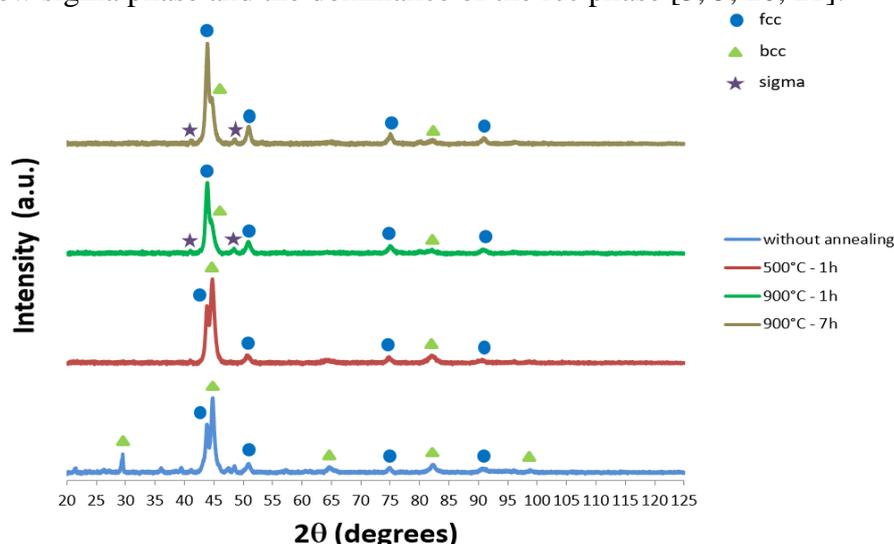


Figure 1 – XRD patterns of the AlCoCrFeNi high-entropy alloy samples

Figure 2 indicates the presence of two phases in the sample without heat treatment. The microstructure consists of uniaxial dark grains surrounded by a light phase. The grain boundaries are not smooth, there are visible separations of the light phase in a shape imitating a dendritic structure, which can be observed in detail in Figure 2c taken with a high-resolution SEM/FIB SCIOS 2 electron microscope. In Figure 2c and 2d at a much higher magnification of the microstructure, it can also be seen that the dark phase is not a solid material, it has a dendritic structure. Additionally, sporadic third phase separations at grain boundaries can be observed in

Figure 2d. Table 1 shows the chemical composition of the sample before annealing, including the light and dark phase separation.

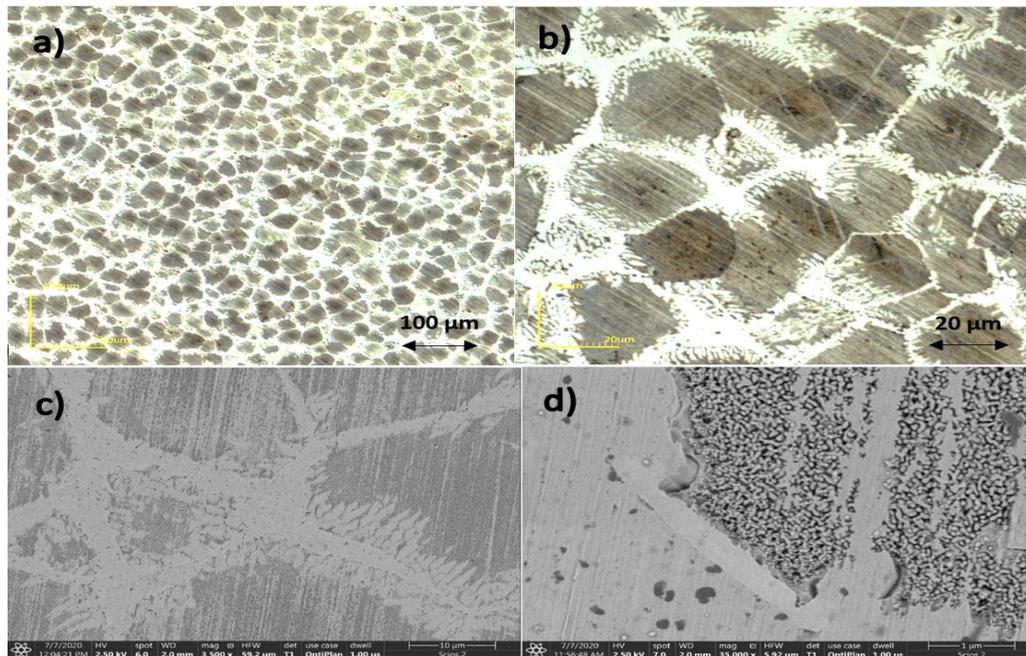


Figure 2 – Microstructure of the non-annealed AlCoCrFeNi sample under magnification: a) x426 (confocal microscope), b) x2114 (confocal microscope), c) x3500 (SEM), d) x35000 (SEM)

Table 1 – Chemical composition of Al<sub>0.5</sub>CoCrFeNi specimen before annealing

Area	Element (at. %)					
	Al	Co	Cr	Fe	Ni	Mo
<b>spectrum</b>	12.93	20.54	18.63	23.31	22.87	1.78
<b>light phase</b>	6.79	21.79	21.97	25.13	22.01	2.31
<b>dark phase</b>	12.93	19.46	18.34	24.99	23.28	1.00

The contents of iron and cobalt in all phases present in the sample before annealing are close to stoichiometry, but the other components are different in concentration. The dark phase contains higher nickel content. The light phase, on the other hand, contains significantly less aluminium, but increased contents of chromium and molybdenum.

Figure 3 shows the microstructures of the samples after annealing. The microstructure of the Al<sub>0.5</sub>CoCrFeNi alloy after annealing at 500<sup>0</sup> C for 1 hour is very similar to the sample without heat treatment. It can only be observed that the proportion of the light phase increased. Grain growth occurred after heat treatment at 900<sup>0</sup> C for 1 hour. The microstructure of the sample after annealing at 900<sup>0</sup> C clearly differs from the previous ones. It can be observed that the dark phase is a mixture containing separations of the light phase. The separations occurring in the Al<sub>0.5</sub>CoCrFeNi sample after heat treatment at 900<sup>0</sup> C for 7 hours are larger compared to those occurring after annealing for 1 hour. The dendritic structure is more clearly visible.

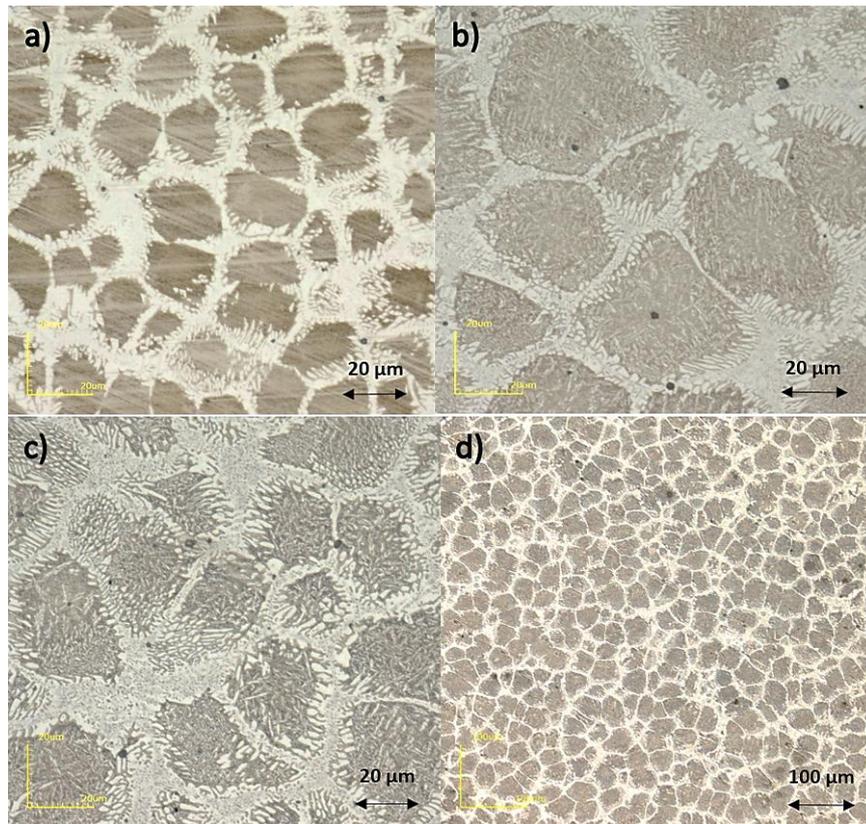


Figure 3 – Microstructures of  $\text{Al}_{0.5}\text{CoCrFeNi}$  alloy after annealing (confocal microscope): a)  $500^{\circ}\text{C} - 1\text{h}$  (x2114), b)  $900^{\circ}\text{C} - 1\text{h}$  (x2114), c)  $900^{\circ}\text{C} - 7\text{h}$  (x2114), d)  $900^{\circ}\text{C} - 7\text{h}$  (x426)

#### 4. Conclusions

In this article, the effect of heat treatment on changes in crystal structure and microstructure was analysed. Based on the results obtained, the following conclusions can be formulated:

1. Annealing at temperatures above  $600^{\circ}\text{C}$  significantly affects the microstructure and the phases present in the alloy. In the alloy without heat treatment, the dominant structure is bcc with a small amount of fcc, while after annealing at  $900^{\circ}\text{C}$ , the proportion of fcc increases significantly. A new sigma phase was observed in the alloy annealed at  $900^{\circ}\text{C}$ . This is important in the selection of annealing parameters to achieve an alloy with the required properties.

2. In the microstructure of the obtained  $\text{Al}_{0.5}\text{FeCrCoNi}$  alloy there are two basic phases: a light phase rich in chromium, molybdenum and a dark phase with increased aluminium and nickel content.

3. Heat treatment changes the microstructure of the alloy. After annealing at  $900^{\circ}\text{C}$ , grain growth and an increase in the proportion of light phase occur. Separations of the light phase in the dark phase areas can also be observed. This is associated with an increase in the amount of fcc phase and a decrease in the amount of bcc with increasing annealing time and temperature.

#### References

- 1 Totten, G. E., L. Xie, and K. Funatani. *Handbook of Mechanical Alloy Design*. Marcel Dekker, INC., New York, 2004.
- 2 Ye, Y. F., Q. Wang, J. Lu, C. T. Liu, and Y. Yang. High-Entropy Alloy: Challenges and Prospects. *Materials Today*, Vol. 19, No. 6, 2016, pp. 349–362.
- 3 Zhang, W., P. K. Liaw, and Y. Zhang. Science and Technology in High-Entropy Alloys. *Science China Materials*, Vol. 61, No. 1, 2018, pp. 2–22.

- 4 Liang, J.-T., K.-C. Cheng, and S.-H. Chen. Effect of Heat Treatment on the Phase Evolution and Mechanical Properties of Atomized AlCoCrFeNi High-Entropy Alloy Powders. *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 803, 2019, pp. 484–490.
- 5 Yeh, J.-W., S.-K. Chen, S.-J. Lin, J.-Y. Gan, T.-S. Chin, T.-T. Shun, C.-H. Tsau, and S.-Y. Chang. Nanostructured High-Entropy Alloys with Multiple Principal Elements: Novel Alloy Design Concepts and Outcomes. *Advanced Engineering Materials*, Vol. 6, No. 5, 2004, pp. 299–303.
- 6 Feng, X. B., W. Fu, J. Y. Zhang, J. T. Zhao, J. Li, K. Wu, G. Liu, and J. Sun. Effects of Nanotwins on the Mechanical Properties of Al<sub>x</sub>CoCrFeNi High Entropy Alloy Thin Films. *Scripta Materialia*, Vol. 139, 2017, pp. 71–76.
- 7 Fujieda, T., H. Shiratori, K. Kuwabara, M. Hirota, T. Kato, K. Yamanaka, Y. Koizumi, A. Chiba, and S. Watanabe. CoCrFeNiTi-Based High-Entropy Alloy with Superior Tensile Strength and Corrosion Resistance Achieved by a Combination of Additive Manufacturing Using Selective Electron Beam Melting and Solution Treatment. *Materials Letters*, Vol. 189, 2017, pp. 148–151.
- 8 Shafeie, S., S. Guo, Q. Hu, H. Fahlquist, P. Erhart, and A. Palmqvist. High-Entropy Alloys as High-Temperature Thermoelectric Materials. *Journal of Applied Physics*, Vol. 118, No. 18, 2015, p. 184905.
- 9 Tong, C.-J., M.-R. Chen, J.-W. Yeh, S.-J. Lin, S.-K. Chen, T.-T. Shun, and S.-Y. Chang. Mechanical Performance of the Al<sub>x</sub>CoCrCuFeNi High-Entropy Alloy System with Multiprincipal Elements. *Metallurgical and Materials Transactions A*, Vol. 36, No. 5, 2005, pp. 1263–1271.
- 10 Morley, N. A., B. Lim, J. Xi, A. Quintana-Nedelcos, and Z. Leong. Magnetic Properties of the Complex Concentrated Alloy System CoFeNi 0.5 Cr 0.5 Al  $x$ . *Scientific Reports*, Vol. 10, No. 1, 2020, p. 14506.
- 11 Yeh, J.-W., and S.-J. Lin. Breakthrough Applications of High-Entropy Materials. *Journal of Materials Research*, Vol. 33, No. 19, 2018, pp. 3129–3137.
- 12 Sriharitha, R., B. S. Murty, and R. S. Kottada. Phase Formation in Mechanically Alloyed Al<sub>x</sub>CoCrCuFeNi ( $x = 0.45, 1, 2.5, 5$  Mol) High Entropy Alloys. *Intermetallics*, Vol. 32, 2013, pp. 119–126.
- 13 Wang, X. F., Y. Zhang, Y. Qiao, and G. L. Chen. Novel Microstructure and Properties of Multicomponent CoCrCuFeNiTi<sub>x</sub> Alloys. *Intermetallics*, Vol. 15, No. 3, 2007, pp. 357–362.
- 14 Zhou, Y. J., Y. Zhang, Y. L. Wang, and G. L. Chen. Microstructure and Compressive Properties of Multicomponent Al<sub>x</sub>(TiVCrMnFeCoNiCu)<sub>100-x</sub> High-Entropy Alloys. *Materials Science and Engineering A*, Vol. 454–455, 2007, pp. 260–265.
- 15 Yeh, J.-W., S.-Y. Chang, Y.-D. Hong, S.-K. Chen, and S.-J. Lin. Anomalous Decrease in X-Ray Diffraction Intensities of Cu–Ni–Al–Co–Cr–Fe–Si Alloy Systems with Multi-Principal Elements. *Materials Chemistry and Physics*, Vol. 103, No. 1, 2007, pp. 41–46.
- 16 Lin, C.-M., and H.-L. Tsai. Evolution of Microstructure, Hardness, and Corrosion Properties of High-Entropy Al<sub>0.5</sub>CoCrFeNi Alloy. *Intermetallics*, Vol. 19, No. 3, 2011, pp. 288–294.
- 17 Shiratori, H., T. Fujieda, K. Yamanaka, Y. Koizumi, K. Kuwabara, T. Kato, and A. Chiba. Relationship between the Microstructure and Mechanical Properties of an Equiatomic AlCoCrFeNi High-Entropy Alloy Fabricated by Selective Electron Beam Melting. *Materials Science and Engineering: A*, Vol. 656, 2016, pp. 39–46.
- 18 Gangireddy, S., B. Gwalani, V. Soni, R. Banerjee, and R. S. Mishra. Contrasting Mechanical Behavior in Precipitation Hardenable Al<sub>x</sub>CoCrFeNi High Entropy Alloy Microstructures: Single Phase FCC vs. Dual Phase FCC-BCC. *Materials Science and Engineering: A*, Vol. 739, 2019, pp. 158–166.
- 19 Yang, T., S. Xia, S. Liu, C. Wang, S. Liu, Y. Zhang, J. Xue, S. Yan, and Y. Wang. Effects of Al Addition on Microstructure and Mechanical Properties of Al<sub>x</sub>CoCrFeNi High-Entropy Alloy. *Materials Science and Engineering: A*, Vol. 648, 2015, pp. 15–22.

20 Wang, W.-R., W.-L. Wang, S.-C. Wang, Y.-C. Tsai, C.-H. Lai, and J.-W. Yeh. Effects of Al Addition on the Microstructure and Mechanical Property of Al<sub>x</sub>CoCrFeNi High-Entropy Alloys. *Intermetallics*, Vol. 26, 2012, pp. 44–51.

21 Karlsson, D., A. Marshal, F. Johansson, M. Schuisky, M. Sahlberg, J. M. Schneider, and U. Jansson. Elemental Segregation in an AlCoCrFeNi High-Entropy Alloy – A Comparison between Selective Laser Melting and Induction Melting. *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 784, 2019, pp. 195–203.

**М. Токаревич, М. Грондзка-Далке**

**Жоғары энтропиямен Al<sub>0,5</sub>CrCoFeNi қорытпасының құрылымына термиялық өңдеудің әсері**

**Андапта:** Соңғы жылдары алуға болатын функционалды қасиеттердің кең спектріне байланысты жоғары энтропиялық қорытпаларға үлкен қызығушылық бар. Ең көп зерттелген қорытпалардың бірі-AlCrCoFeNi. Бұл материал химиялық құрамы мен өңдеу параметрлерінің өзгеруіне жоғары сезімталдықты көрсетеді. Бұл мақаланың мақсаты термиялық өңдеудің Al<sub>0,5</sub>CrCoFeNi қорытпасының микроқұрылымына және кристалды құрылымына әсерін талдау болды. 600 °С температурада күйдіру bcc бастапқы басым құрылымының айтарлықтай өзгеруіне әкелмейтіні анықталды, ал 900 °С температурада өңдеу fcc құрылымының едәуір артуына әкеледі. Микроқұрылымда әртүрлі химиялық құрамы бар екі фаза бар. Бұл фазалардың мазмұны мен таралуы жасыту температурасымен де өзгереді.

**Түйінді сөздер:** жоғары энтропия қорытпалары, Al<sub>0,5</sub>CrCoFeNi, күйдіру, микроқұрылым, кристалды құрылым

**М. Токаревич, М. Грондзка-Далке**

**Влияние термической обработки на структуру сплава Al<sub>0,5</sub>CrCoFeNi с высокой энтропией**

**Аннотация:** В последние годы наблюдается большой интерес к высокоэнтропическим сплавам благодаря широкому спектру функциональных свойств, которые могут быть получены. Одним из наиболее изученных сплавов является AlCrCoFeNi. Этот материал демонстрирует высокую чувствительность к изменению химического состава и параметров обработки. Целью данной статьи был анализ влияния термической обработки на микроструктуру и кристаллическую структуру сплава Al<sub>0,5</sub>CrCoFeNi. Установлено, что отжиг при температуре 600°C не приводит к значительным изменениям изначально доминирующей структуры bcc, а обработка при температуре 900°C приводит к значительному увеличению содержания структуры fcc. В микроструктуре имеются две фазы с разным химическим составом. Содержание и распределение этих фаз также изменяется с температурой отжига.

**Ключевые слова:** сплавы с высокой энтропией, Al<sub>0,5</sub>CrCoFeNi, отжиг, микроструктура, кристаллическая структура

## **СЕКЦИЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ - КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЗА ГЕНЕРАЦИИ И ТРАНСФЕРТА ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

УДК 517.956.+4.536.24

**Айдар Әдемі**

*Научный руководитель- Хайруллин Е.М-к.ф.м.м., ассоциированный профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[khairullin\\_42\\_42@mail.ru](mailto:khairullin_42_42@mail.ru)

## **ДВУХМЕРНАЯ ГРАНИЧНАЯ ЗАДАЧА ТЕПЛО-И МАССООБМЕНА С НОРМАЛЬНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ ТРЕТЬЕГО ПОРЯДКА В ГРАНИЧНОМ УСЛОВИИ**

**Аннотация.** Рассмотрена двухмерная граничная задача тепло-и массообмена, когда один из граничных условий содержит нормальные производные третьего порядка [1,2]. Решение краевой задачи ищется методом тепловых потенциалов. Приведена лемма о нахождении пределов нормальной производной третьего порядка от искомой функции.

Используя граничные условия, получена система интегро-дифференциальных уравнений (СИДУ). Характеристическая часть СИДУ решена методом интегральных преобразований Фурье-Лапласа при выполнении условия разрешимости. Методом регуляризации СИДУ сведена к системе интегральных уравнений Вольтерра-Фредгольма.

**Ключевые слова:** тепло- и массообмен, краевая задача, нормальные производные третьего порядка, условия разрешимости, регуляризация.

1. Постановка задачи. Найти регулярные решения системы

$$\frac{\partial u_k(x,y,t)}{\partial t} = \lambda_k \Delta u_k(x,y,t), \quad k = \overline{1,3} \quad (1)$$

в области  $\mathbb{Q} = \{(x,y,t): 0 < x < +\infty, -\infty < y < +\infty, t > 0\}$ ,

удовлетворяющая начальному условию

$$u_k(x,y,0) = 0 \quad (2)$$

и граничным условиям

$$(u_k(x,y,t) + a_k u_3(x,y,t))|_{x=0} = \varphi_k(y,t), \quad k = 1,2, \quad (3)$$

$$(y,t) \in \mathbb{Q}^{(1)} = \mathbb{Q} \setminus x_n,$$

$$\sum_{k=0}^3 b_k \frac{\partial^k u_3(x,y,t)}{\partial x^k} |_{x=0} = \varphi_3(y,t), \quad (4)$$

где  $\Delta$  – оператор Лапласа по переменной  $x$  и  $y$ ,  $\lambda_k (k = \overline{1,3})$  – заданные постоянные, причем  $0 < \lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$ ;  $a_1, a_2, b_k \neq 0$

2. Интегральное представление решения задачи (1)-(4) и сведение ее к системе интегро-дифференциальных уравнений (СИДУ).

Решение задачи (1)-(4) будем искать в виде [3]:

$$u_k(x,y,t) = -\psi_k * G_x^{(k)}[x,y,t], \quad k = \overline{1,3}, \quad (5)$$

где

$$G_x^{(k)} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{2\lambda_k \exp\left[-\frac{x^2 + y^2}{4\lambda_k t}\right]}{[2\sqrt{\pi\lambda_k t}]^2},$$

$$\psi_k * G_x^{(k)}[x,y,t] = \int_0^t d\tau \int_{-\infty}^{+\infty} \psi_k(\eta,\tau) G_x^{(k)}(x,y-\eta,t-\tau) d\eta,$$

$\psi_k(y,t)$ - неизвестные функции;

3. Сведение задачи (1)-(4) к СИДУ.

Функция  $U_k(x, y, t)$ , определяемые равенством (5), удовлетворяют системе (1) и начальному условию (2). Неизвестные функции  $\psi_k = (y, t)$  нужно определить так, чтобы функции  $U_k(x, y, t)$ , определяемые формулами (5), удовлетворяли граничным условиям (3)-(4).

Для этого приведем следующую Лемму.

Лемма. Если  $\psi(y, t) \in C_{y,t}^{4,2}(\mathbb{Q}^{(1)})$ , то

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\partial U_3(x, y, t)}{\partial x} = -\frac{1}{\lambda_3} F_3[\psi] * G^{(3)}[0, y, t],$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\partial^2 U_3(x, y, t)}{\partial x^2} = -\frac{1}{\lambda_3} F_3[\psi],$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\partial^3 U_3(x, y, t)}{\partial x^3} = -\frac{1}{\lambda_3^2} F_3^2 * G^{(3)}[0, y, t],$$

где  $F_k = \frac{\partial}{\partial t} - \lambda_k \frac{\partial^2}{\partial y^2}$ ,  $F_k^2 = F_k[F_k]$ ,  $F_k^0 = E$  - единичный оператор;

Лемма доказывается интегрированием по частям замены  $G_{xx}^{(k)}$  через  $\frac{1}{\lambda_k} G_t^{(k)} - G_{yy}^{(k)}$ .

Для определения функции  $\psi_k(y, t)$  подставим (5) в граничные условия (3) – (4). Тогда используя Лемму и свойства потенциалов, получим СИДУ.

$$\psi_k(y, t) + a_k \psi_3(y, t) = \varphi_k(y, t), \quad k = 1, 2, \quad (6)$$

$$\sum_{k=0}^1 b_{2k} F_3^k[\psi_3(y, t)] - \sum_{k=1}^2 \frac{b_{2k-1}}{\lambda_k} F_3^k[\psi_3] * G^{(3)}[0, y, t] = \varphi_3(y, t) \quad (7)$$

Выделяя характеристическую часть интегро-дифференциального уравнения (7), будем иметь:

$$F_3^2[\psi_3] * G^{(3)}[0, y, t] = \phi(y, t), \quad (8)$$

где

$$\phi(y, t) =$$

$$\frac{\lambda_3^2}{b_3} \left[ -\varphi_3(y, t) + b_0 \psi_3(y, t) - \frac{b_1}{\lambda_3} F_3[\psi_3] * G^{(3)}[0, y, t] + \right. \\ \left. + \frac{b_2}{\lambda_3} F_3[\psi_3] \right]$$

(9)

Предполагая, что к функциям  $\psi_k(y, t)$ ,  $\phi(y, t)$  можно применить преобразование Фурье-Лапласа, применим их к обеим частям уравнения (9).

Тогда

$$\bar{\psi}_3(s, p) = \bar{L}(s, p) \bar{\phi}(s, p),$$

(10) где

$$\bar{L}(s, p) = \frac{1}{\left(\sqrt{\frac{p}{\lambda_3} + s^2}\right)^3}$$

$$\bar{\phi}(s, p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^\infty e^{-pt} \left( \int_{-\infty}^{+\infty} \phi(y, t) e^{isy} dy \right) dt.$$

Далее используя известное соотношение

$$\frac{1}{\left(\sqrt{p + \lambda_3 s^2}\right)^3} \rightarrow \frac{2\sqrt{t}}{\sqrt{\pi}} \exp[-\lambda_3 s^2 t],$$

а, затем применяя обратное преобразование Фурье по переменной  $s$  и применяя формулу свертки к правой части равенства (10), найдем

$$\psi_3(y, t) = \int_0^t d\tau \int_{-\infty}^{+\infty} L(y - \eta, t - \tau) \phi(\eta, \tau) d\eta, \quad (11)$$

где

$$L(y, t) = \frac{\lambda_3 \exp\left[-\frac{y^2}{4\lambda_3 t}\right]}{\sqrt{\pi}}.$$

Подставляя вместо функции  $\phi(y, t)$  ее выраженная из (9), получим интегральное уравнение

$$\psi_3(y, t) + \lambda \int_0^t d\tau \int_{-\infty}^{+\infty} K(y - \eta, t - \tau) \psi_3(\eta, \tau) d\eta = \phi_1(y, t), \quad (12)$$

где  $\phi_1(y, t)$  – интегральный оператор от заданной функции  $\varphi_3(y, t)$ ,  
 $\lambda$  – некоторый заданный параметр.

Ядра  $K(y, t)$  удовлетворяет неравенству

$$|K(y, t)| \leq M \frac{\exp\left[-\sigma \frac{y^2}{t}\right]}{t}, \quad (13)$$

где  $M, \sigma$  – положительные постоянные.

На основании оценки (13) интегральное уравнение (12) можно решить методом последовательных приближений.

Справедлива следующая теорема.

Теорема. Если  $\varphi_3(y, t) \in C_{y,t}^{4,2}(\mathbb{Q}^1)$  и  $b_3 \neq 0$ , то существует функция

$$U_k(x, y, t) \in C_x^3(\mathbb{Q}).$$

**Литература**

1. Лыков А.В. О системах дифференциальных уравнений тепло- и массопереноса в капиллярно-пористых телах. Инж.физ.журнал. –1974.—1.27. – №1. – С.18-25.
2. Гамаюнов Н.И. Решение  $m$ - уравнений переноса. – В сб.: Математическое и физические вопросы тепло-и массообмена. – Минск. 1973. – С.73-86.
3. Хайруллин Е.М., Әмір Е.М. Двухмерная особая граничная задача тепло- и массообмена для полосы. Труды Сатпаевских чтений «Инновационные решения традиционных проблем: Инженерия и технологии». Алматы, 2018. – С.1089-1092.

**Е.М.Хайруллин, Ә.Айдар**

**Екіөлшемді кеңістікте жылу және масса алмасудың үшінші ретті нормаль туындылары бар шекаралық есебі**

**Түйіндеме.** Жұмыста шекаралық шартта үшінші ретті нормаль туындылары бар жылу және масса алмасу тендеулерінің есебі қарастырылған. Есептің шешімі қос қабат жылу потенциалдары түрінде ізделінді. Жазықтықта ізделінетін функцияның үшінші ретті нормаль туындыларының – шектерін табу жөнінде Лемма келтірілген. Шекаралық шарттарды пайдаланып, интегро-дифференциалдық тендеулер жүйесіне (ИДТЖ) алынған. Белгілі бір шарттар орындалғанда, ИДТЖ-нің характеристикалық бөлігінің шешімі Фурье-Лаплас интегралдық түрлендірулері көмегімен табылған. ИДТЖ-і регулярлау әдісімен Вольтерр-Фредгольм тендеулер жүйесіне келтірілген.

**Түйін сөздер:** жылу және масса алмасу, шеттік есеп, үшінші ретті нормаль туындылары, шешілу шарты, регулярлау.

**Y. Khairullin, A.Aidar**

**TWO-DIMENSIONAL BOUNDARY VALUE PROBLEM OF HEAT AND MASS TRANSFER WITH NORMAL DERIVATIVES OF THE THIRD ORDER IN THE BOUNDARY CONDITION**

**Abstract.** A boundary value problem is considered for the equations of heat and mass transfer when one of the boundary conditions contains normal derivatives of the third order, to which a certain problem of heat and mass transfer in drying processes is reduced. The solution of the boundary value problem is sought in the form of the thermal potential of a double layer. A lemma on finding the limits of the third order normal derivatives is given. Using the boundary conditions, a system of the integro-differential equations (SIDE) with various heat conduction operators is obtained. A characteristic part of SIDE is solved by the method of integrated transformations of Fourier-Laplace when performing a condition of solvability. By the method of regularization of SIDE it is reduced to the system of the integrated equations of Volterra-Fredholm. A theorem of solvability of a boundary value problem is given under the condition of solvability of the heat and mass transfer equations with normal derivatives in the boundary conditions.

**Keywords:** heat and mass transfer, boundary value problem, third-order normal derivatives, solvability conditions, regularization.

УДК 539.17

**З. Мажит, А.Т. Темиралиев**

*Научный руководитель: к.ф.-м.н. Темиралиев А.Т.  
КазНУ им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан  
E-mail: z.mazhit@satbayev.university*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КВАРК-ГЛЮОННОЙ ПЛАЗМЕ**

**Аннотация:** В работе выполнен обзор известных моделей кварк-глюонной плазмы и фазовых переходов в экстремальных условиях. Получена фазовая диаграмма адронного вещества.

**Ключевые слова:** кварк-глюонная плазма, файербол, фазовый переход, множественность, асимптотическая свобода

Кварк-глюонная плазма (КГП) – состояние вещества при сверхвысоких энергиях/температурах и плотностях. КГП может существовать в центре нейтронных звёзд, в черных дырах, наблюдалась в экспериментах на LHC в CERN и RHIC в FNAL при высоких

ускорительных энергиях частиц. Для КГП характерна конкуренция процессов интенсивного излучения и поглощения глюонов [1].

Впервые понятие КГП было введено в рассмотрение в 1978 г. в связи с множественными процессами, которые характерны для взаимодействий частиц высоких энергий, в особенности для адронов [1]. Множественность определяется числом частиц, которые рождаются в одном акте. Множественность и струйные явления являются доказательством сложного внутреннего строения адронов.

Экспериментально КГП была обнаружена примерно через 25 лет. В начале 2000 года в CERN было официально объявлено о том, что новое состояние материи – кварк-глюонная плазма была получена в столкновениях ионов свинца с ионами свинца и золота [1]. Полная энергия сталкивающихся ионов составила ~33 ТэВ (для образования кварк-глюонной плазмы необходимо ~3.5 ТэВ). Плотность образовавшейся материи превышала плотность ядерной материи (ядерную плотность) приблизительно в 20 раз. В соответствии с предсказаниями теории при образовании кварк-глюонной плазмы наблюдались повышенный выход странных мезонов, уменьшение выхода тяжелых  $\psi$ -мезонов, увеличение выхода фотонов и лептон-антилептонных пар.

Основные аргументы, на основе которых был сделан вывод об образовании КГП в ядро-ядерных столкновениях релятивистских энергий (взаимодействие Pb+Pb, центральные соударения серы с нуклонами – NA35, WA85, WA95) – большая скорость расширения файерболла в момент «вымораживания» адронов, усиление выхода странных частиц, увеличение числа дилептонов небольших масс, подавление тяжелых кваркониев, т.е. пар  $c\bar{c}$  [1,2]. Выделяют такие ускорители тяжелых ионов: SPS (Суперпротонный синхротрон), RHIC (коллайдер релятивистских тяжелых ионов), LHC (большой адронный коллайдер). В этих коллайдерах образуется КГП в различных условиях, получаемые экстремальные вещества (для приведенных ускорителей) имеют свои особенности.

В ускорителях тяжелых релятивистских ядер возможно образование сверхплотной партонной материи с плотностью в 100 раз выше, чем в холодном ядерном веществе [1].

Составляющие адронов – это кварки и глюоны. Их взаимодействие описывает квантовая хромодинамика (КХД). Кварки и глюоны являются фундаментальными частицами, они связаны цветовым взаимодействием [2]. Кварк может находиться в трех цветовых состояниях: красном, зеленом и синем (условно). Глюоны также несут цветовой заряд и взаимодействуют друг с другом. Адроны (протоны, нейтроны, пионы и т.д.) не имеют цвета.

Партонная модель адронов включает конфайнмент (удержание частиц внутри адрона) и асимптотическую свободу. Доказательством кварк-глюонной модели адронов и КХД как теории сильных взаимодействий явились жесткие, глубоко-неупругие процессы, которые исследовались в экспериментах по глубоко неупругому рассеянию лептонов на нуклонах [3]. В ходе этих экспериментов была измерена структурная функция нуклона. Другим основанием партонной модели адронов является бьёркеновский скейлинг, несмотря на то, что он соблюдается лишь приблизительно [3].

В КХД показано, что интенсивность цветового взаимодействия кварков растет с увеличением расстояния между ними и уменьшается при их сближении. С падением интенсивности взаимодействия при сближении кварков и глюонов связана асимптотическая свобода.

При изменении внешних условий (температуры, давления) либо в ходе происходящих в системе процессов (расширение, сжатие) вещества испытывают фазовые переходы. Фазовые переходы, в которых новая фаза возникает постепенно в виде зародышей, например, пузырьков либо кластеров, относят к ФП 1-го рода. Фазовые переходы, в которых процесс происходит сразу во всём объёме системы, относят к ФП 2-го рода или непрерывных ФП. ФП 2-го рода характеризуется критической точкой, например точкой Кюри, ей соответствует

критическая температура  $T_c$ , при которой происходит скачкообразное изменение свойств вещества.

Численные оценки показывают, что переход в состояние кварк-глюонной плазмы происходит как фазовый переход 1-го рода при температуре, отвечающей кинетической энергии адронов  $\sim 200$  МэВ [1]. При температурах  $T > 150$  МэВ и плотностях  $\rho \approx 5-10\rho_0$ , здесь  $\rho_0$  – плотность ядерной материи, среднее расстояние между кварками меньше 1 фм, имеет место деконфайнмент и асимптотическая свобода, при этом константа сильного цветового взаимодействия  $\alpha_s \approx 1$  [2].

В дальнейшем исследуются процессы, происходящие в кварк-глюонной плазме. КГП – идеальный газ кварков и глюонов. Состояние вещества определяется температурой  $T$  и химическим потенциалом  $\mu$ . Динамика системы определяется посредством параметра эволюции  $\lambda$ ,  $0 < \lambda < 1$ . Параметр  $\lambda$  зависит от температуры, при увеличении температуры  $\lambda$  растет.

Плотность энергии КГП выражается в виде [2]:

$$\varepsilon(\mu, T) = \frac{6}{\pi^2} \left[ \frac{1}{4} \left( \frac{\mu}{3} \right)^4 + \frac{1}{2} \left( \frac{\mu}{3} \right)^2 (\pi T)^2 + \frac{7}{60} (\pi T)^4 \right] + \frac{8}{15\pi^2} (\pi T)^4 + \varepsilon_0 \quad (1)$$

Здесь  $\varepsilon_0$  представляет собой плотность энергии вакуума вне объема КГП. Плотность энергии вакуума внутри КГП равна нулю.

Важнейшей практической задачей является определение давления КГП. Давление КГП можно найти по формуле [2]:

$$p(\mu, T) = \frac{1}{3} [\varepsilon(\mu, T) - 4\varepsilon_0] \quad (2)$$

Число сортов кварков в КГП  $N_q=2$  (учитываются лёгкие кварки  $u$  и  $d$ ). Число возможных цветовых и спиновых состояний кварка  $N_c=3$ ,  $N_s=2$  соответственно, аналогичные значения для глюона  $N_g=8$ ,  $N'_s=2$ . Статистический фактор кварков  $G_q = N_q N_c N_s = 12$ , статистический фактор глюонов  $G_g = N'_g N'_s = 16$ . Химический потенциал кварка  $\mu_q = \frac{\mu}{3}$ .

С целью исследования динамики системы введем бьёркеновскую переменную (доля импульса в лабораторной системе отсчёта)  $x = \frac{Q^2}{2M\nu}$ . Здесь  $M$  – масса нуклона,  $\nu = E - E'$ ,  $E$  и  $E'$  – энергии до и после рассеяния,  $Q^2$  – квадрат переданного импульса.

При ФП адронов в КГП  $p(\mu, T) = 0$ . Решение уравнения с учетом выражений (1) и (2) позволяет получить зависимость температуры от химического потенциала  $T = f(\mu)$ . Фазовая диаграмма в плоскости  $(\mu, T)$  изображена на рисунке 1. При температурах и величинах химического потенциала выше фазовой кривой материя представляет собой КГП, сама фазовая зависимость соответствует границе ФП [5], область параметров ниже фазовой кривой соответствует адронному веществу.

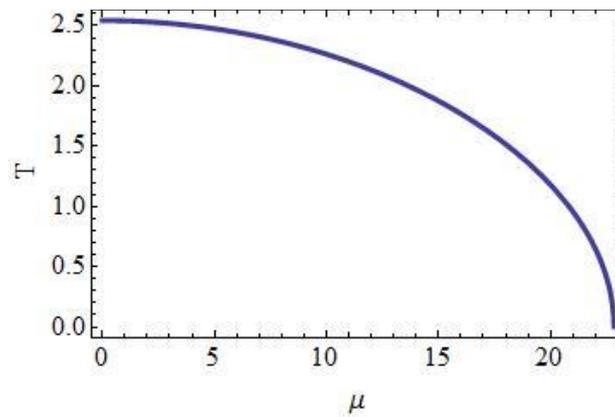


Рисунок 1 – Фазовая диаграмма адронного вещества в координатах температура – барионный химический потенциал

В данной работе рассмотрены положения, на основе которых был сделан вывод о возникновении кварк-глюонной плазмы в коллайдерах частиц высокой энергии, выполнен обзор известных моделей кварк-глюонной плазмы и фазовых переходов в экстремальных условиях. В ядро-ядерных столкновениях релятивистских энергий наблюдались повышенный выход странных частиц, уменьшение выхода тяжелых  $\psi$ -мезонов, увеличение выхода фотонов и лептон-антилептонных пар. Эти факты явились основой утверждения о возникновении кварк-глюонной плазмы. В расширяющейся плазме имеет место фазовый переход кварк-глюонной плазмы в адроны. Этот переход в литературе рассматривается как фазовый переход 1-го рода. Возможно, переход адронной фазы в систему кварков и глюонов представляет собой фазовый переход 2-го рода. В литературе отсутствуют источники, в которых рассматривается переход кварков и глюонов в кварк-глюонную плазму. Но есть работы, в которых исследуется фазовый переход адронов в кварк-глюонную плазму как фазовый переход 1-го рода.

Таким образом, возможно, что в кварк-глюонной плазме происходят в первом приближении два перехода – прямой и обратный, а не три.

Кварк-глюонную плазму можно описать классическими методами статистической физики и термодинамики, посредством уравнений релятивистской гидродинамики и уравнения Л.Больцмана.

В первом приближении получена фазовая диаграмма адронного вещества в экстремальных условиях.

#### Литература:

1. Розенталь И.Л., Снигирёв А.М. Гидродинамическая интерпретация взаимодействия частиц высоких энергий и космических  $\gamma$ -всплесков // ФЭЧАЯ. 2003. Т.34. Вып.1. С. 142-183.
2. Салеев В.А. Кварк-глюонная плазма – новое состояние вещества // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т.6. №5. С. 64-70. [www.issep.rssi.ru](http://www.issep.rssi.ru)
3. Кривохижин В.Г., Котиков А.В. Структурные функции нуклонов и определение константы связи сильного взаимодействия // Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2009. Т.40. Вып. 7. С. 226-298.
4. Соколов А.И. Критические флуктуации и ренормализационная группа // Соросовский образовательный журнал. 2000. Т.6. №12. С. 98-103. [www.issep.rssi.ru](http://www.issep.rssi.ru)
5. Nopoush M. Non-equilibrium hydrodynamics of quark-gluon plasma. A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy // arXiv:1904.02831v1[hep-ph] 5 Apr2019

**Аңдатпа:** Мақалада экстремалды жағдайдағы кварк-глюон плазманың және фазалық ауысулардың белгілі модельдеріне шолу жасалды. Адрондық заттың фазалық диаграммасы алынды.

**Түйін сөздер:** кварк-глюон плазма, файербол, фазалық ауысу, көптік, асимптотикалық еркіндік

**Z. Mazhit, A.T. Temiraliev**

### **Study of processes in quark-gluon plasma**

**Abstract:** The known models of quark-gluon plasma and phase transitions under extreme conditions are considered. The phase diagram of hadronic matter has been received.

**Key words:** quark-gluon plasma, fireball, phase transition, multiplicity, asymptotic freedom

УДК 661.879.1:669.822(043)

**М.Д. Тунгушбаева<sup>1,\*</sup>, Р. Е. Бейсенов<sup>1</sup>, А. У. Толенова<sup>1</sup>, Е. А. Кожамсугиров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>АО «НАК «Казатомпром»»

\*e-mail: Madina\_2508@mail.ru

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЧИСТОЙ «ПИЩЕВОЙ СОЛИ NaCl» С ПРИМЕНЕНИЕМ СОРБЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИИ ПО АНАЛОГИИ С «УРАНОВЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ»**

**Аннотация.** С точки зрения технической физики произведена сравнительная аналогия с целью сравнения и применимости тех или иных технологических процессов, которые можно применить с «переносом» по аналогии при разработке новых технических направлений.

Настоящая студентская научная работа посвящена получению чистой «пищевой соли NaCl» в Республике Казахстан. Как вариация предлагается новый технологический концептуальный подход по очистке пищевой соли NaCl.

Новая концепция технологии очистки «пищевой соли NaCl», с применением физико-технического процессного анализа, разработана путем сравнительной аналогии с технологией добычи и переработки урана в Казахстане, которая считается лидером в мировом сообществе атомщиков МАГАТЭ.

**Ключевые слова:** Сорбционные технологии, технология переработки урана, подземное скважинное выщелачивание (ПСВ), биологический сорбент растительного происхождения (БСПР), пищевая соль NaCl.

### **Введение**

На сегодняшний день Мировое производство натриевой соли во всех формах и из различных источников составляет 210-295 млн. тонн в год. Основными её производителями являются (в млн. тонн): США – 43-45; Китай – 30-35; Германия и Индия – по 14-16; Россия, Великобритания, Франция по 6 млн. тонн.

Добыча соли в Республике Казахстан на сегодняшний день составляет примерно 400-650 тыс. тонн в год. Эта тенденция производительности добычи с годами будет только увеличиваться до 1,5 млн тонн в год. На сегодняшний день NaCl имеет широкое применение во многих отраслях химической промышленности. Также необходимо отметить поваренная соль или пищевая соль (NaCl - хлорид натрия, каменная соль или «столовая соль») — жизненно важный, незаменимый, постоянно необходимый пищевой продукт. Пищевая соль жизненно необходима не только, для жизнедеятельности человека, равно как и всех прочих живых существ. Ионы хлора и натрия являются основными и важными компонентами для организма человека. К сегодняшнему дню остро стоит актуальный вопрос чистоты потребляемой человеком пищевой соли. В данной научной работе предлагается новая концепция технологии очистки пищевой соли NaCl от примесей с применением сорбционных технологии. То есть сорбирование ионов NaCl на биологических сорбентах

растительного происхождения (БСРП). При выборе и определении технологии за аналогию рассмотрена «Сорбционная технология добычи и переработки урана в Республике Казахстан».

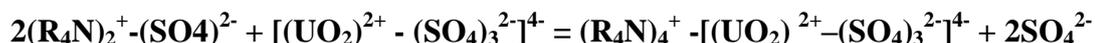
Концептуальная новизна предлагаемой в работе технологии глубокого очищения пищевой соли NaCl с применением сорбционных технологий на основании применения БСРП заключается в их «Безопасности» и большей пользе здоровью человека. Также необходимо отметить БСРП многократно дешевле синтетических аналогов зарубежного производства.

## **2 Анализ применяемых сорбционных технологии «Урановых Производств», применительно к технологии получения чистой «Пищевой соли NaCl».**

### **2.1 Технология переработки урана в Республике Казахстан методом подземного скважинного выщелачивания**

Казахстан является мировым лидером по добыче урана и занимает третье место в мире по запасам. Урановую промышленность в Казахстане представляет АО «НАК «Казатомпром», которая ведет разработку 26 рудников способом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ). Казахстанский метод признан МАГАТЭ как самый экологически чистый и безопасный в мире.

Смысл технологии ПСВ заключается в следующем – через закачные скважины к рудному интервалу урана подается выщелачивающий раствор (ВР) с определенным содержанием серной кислоты, который контактируя с пористым рудным телом горно-рудной массы (ГРМ) переводит уран в растворимую форму из его минеральных соединений (Рисунок 1.). По мере прохождения ВР через ГРМ в сторону откачных скважин, происходит насыщение раствора ураном. В ходе насыщения раствора ураном, ВР переходит в продуктивный раствор (ПР). Из откачных скважин с помощью погружных насосов ПР направляется через сборные коллектора в пескоотстойники. Из пескоотстойников ПР направляется в цех по переработке продуктивных растворов (ЦППР), где с помощью ионообменных процессов производится съём урана из ПР. Основной процесс сорбции урана из ПР на ионообменных смолах, протекает по химической реакции:



где:  $(\mathbf{R}_4\mathbf{N})_2^+$  - ионообменная смола (анионит);  $[(\mathbf{UO}_2)^{2+} - (\mathbf{SO}_4)_3^{2-}]^{4-}$  - уранилсульфатный комплекс.

После, растворы без урана т.е. ВР направляются обратно на ГТП, где на технологических узлах закисления (ТУЗы) заново происходит процесс добавления серной кислоты до определенной концентрации (в растворах), которые далее подаются обратно в закачные скважины. Тем самым растворы ПР и ВР находятся в постоянной замкнутой циркуляции. В Цехе переработки рудника по итогам ионообменных и аффинажных процессов получается Готовая Продукция – Закись Окись Урана ( $\mathbf{U}_3\mathbf{O}_8$ ) экспортного качества.

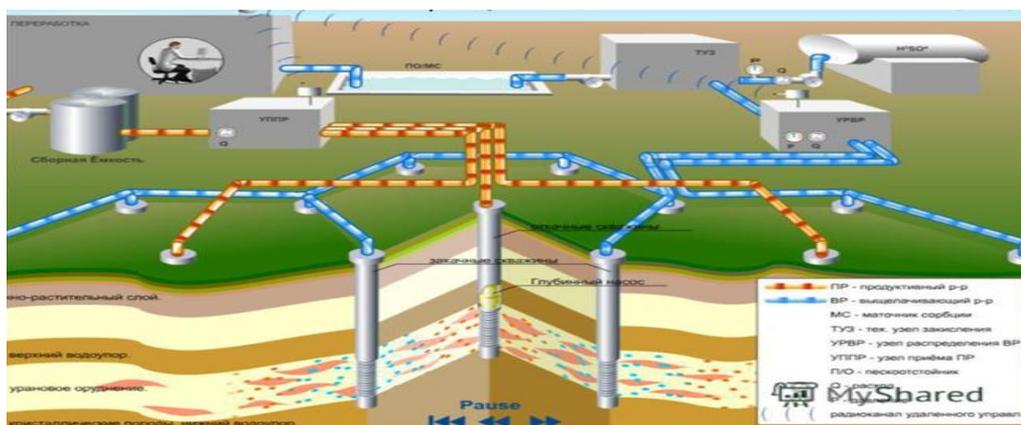
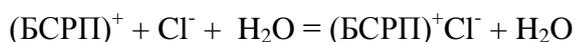
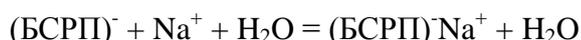


Рисунок 1 – Схема добычи урана методом ПСВ

### 3 Концептуальная технология получения чистой «Пищевой Соли NaCl» с применением сорбционных технологий по аналогии с «Урановым Производством»

Предлагается новая концепция технологии получения чистой «Пищевой Соли NaCl». Глубокое очищение пищевой соли NaCl на основании сорбционных технологий с применением БСРП. Технология данного процесса выражена в производственном алгоритме (рисунок 2.), где представлена технологическая последовательность основных процессов, до Готовой Продукции – Пищевой Соли NaCl.

Исходное сырье соль NaCl со склада или с автовоза поступает на процесс растворения в контактный чан. В контактный чан в качестве растворителя подается вода прошедшая очистку на мембранной установке. После загрузки производится процесс перемешивания и растворения соли NaCl до максимальной концентрации в соответствии температуры воды. После полного растворения соли NaCl, рассол необходимо очистить от механических примесей и грязи. С этой целью исходный рассол пропускается через фильтр-пресс. Где в процессе фильтрации получается отфильтрованный рассол и отходы (механические примеси и грязь). Очищенный рассол NaCl порционно подается в аппарат сорбционного насыщения, куда также подается БСРП. БСРП предварительно проходит процесс подсушки в сушильном аппарате до 50% по весу. В аппарате насыщения происходит процесс сорбции ионов  $\text{Na}^+$  и ионов  $\text{Cl}^-$  на БСРП. Основной процесс сорбции ионов  $\text{Na}^+$  и ионов  $\text{Cl}^-$  из рассола на биологическом сорбенте, протекает по химической реакции:



где: **(БСРП)** – Биологический сорбент растительного происхождения проявляющий свойства, как катионита так и анионита.

После полного насыщения БСРП в аппарате сорбции, процесс сорбции останавливают. Насыщенный БСРП направляется на измельчение, и далее на отжимную фильтрацию. В процессе фильтрации образуются два продукта это отходы представленные жмыхом БСРП, и чистым рассолом NaCl. Чистый рассол направляется в выпарной аппарат. В процессе выпаривания образуются кристаллы пищевой соли различных размеров и форм. С выпарного аппарата кристаллы пищевой соли направляются в измельчительный аппарат. Далее измельченная пищевая соль подается в упаковочный аппарат. Упакованная сертифицированная пищевая соль NaCl отправляется заказчиком.

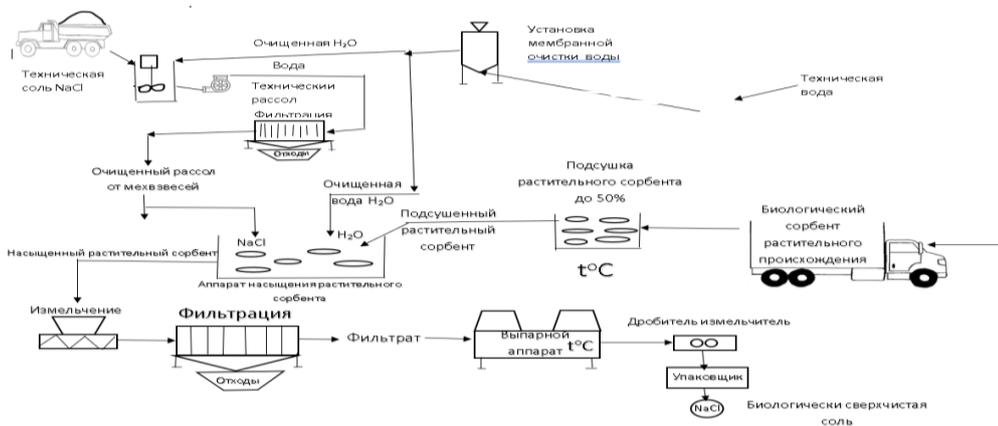


Рисунок 3. Концептуальная технология получения чистой «Пищевой соли NaCl»

### Заключение

В процессе работы определена научная новизна концепции переочищения пищевой соли с применением сорбционных технологий на основании БСРП. Выбор оптимального метода с применением БСРП заключается в более лучшей очистке пищевой соли NaCl от примесей. Также необходимо отметить более лучшую биологическую безопасность данного метода для здоровья человека.

Необходимо отметить БСРП многократно дешевле синтетических аналогов зарубежного производства, что дает колоссальную экономическую эффективность (таблица 1.) выраженную в снижениях затрат на приобретение дорогостоящих ионообменных сорбентов. Наглядная экономическая эффективность данного процесса, в дальнейшем будет подробно расписана в «Бизнес Модели» и «Бизнес Плане» будущего производства.

Таблица 1 – Сравнение стоимостей видов сорбентов.

Сравнение стоимостей видов сорбентов		
Вид сорбента	Синтетический сорбент зарубежного производства	Биологический сорбент растительного происхождения
Стоимость сорбента, тг за т	6 500 000 тенге за 1 тонну	140 000 тенге за 1 тонну
Эффективность, соотношение стоимостей	6.500.000 тг. / 140.000 тг. = 46 раз	

Актуальной перспективой в будущем является разработка завода по получению чистой пищевой соли на основании сорбционных технологий с применением БСРП.

### Литература

1. Справочник по Геотехнологии Урана/Под.ред.Д.И. Скороварова,1997г.532 с.
2. А.Н. Плановский, П.И. Николаев. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. – М., «Химия», 1987г. 459 с.

**М.Д. Тунгушбаева, Р. Е. Бейсенов, А. У. Толенова, Е. А. Кожамсугиров**

**Уран өндірісіне ұқсас сорбциялық технологияларды қолдана отырып NaCl таза тұзды алу технологиясы**

**Андатпа.** Тунгушбаева М.Д., Бейсенов Р.Е., Төленова А.У., Қожамсүгіров Е.А. жүргізген бұл ғылыми жұмыста уран өндірумен ұқсастығы бойынша таза «NaCl жеуге болатын тұзды» алу әдісі ұсынылған. Бұл әдіс өсімдік тектес биологиялық сорбенттердің сорбциялық қасиеттеріне негізделген. Бұл жұмыстың нәтижесі таза өндірілетін NaCl тұзын сорбентті қолдану болып табылады, ол шетелдік өндірістің синтетикалық сорбентімен салыстырғанда тиімді ғана емес, сонымен бірге арзан болады.

**Түйін сөздер:** Сорбция технологиялары, уранды өңдеу технологиясы, жерасты ұңғымаларын сілтілеу (Жұс), өсімдік тектес биологиялық сорбент (өтбс), тамақ тұзы NaCl.

M.D. Tungushbayeva, R.E. Beysenov, A.U. Tolonova, E.A. Kozhamsugirov

**Technology of obtaining pure edible salt NaCl using sorption technologies by analogy with uranium production**

**Summary.** In this scientific work, carried out by Tungushbaeva M.D., Beisenov R.E., Tolonova A.U., Kozhamsugirov E.A., a method is proposed for obtaining pure "NaCl edible salt" by analogy with uranium production. This method is based on the sorption properties of biological sorbents of plant origin. The result of this work is the production of pure edible salt NaCl using a sorbent, which will be not only effective, but also cheap, in comparison with the use of a synthetic sorbent of foreign production.

**Key words:** Sorption technologies, uranium processing technology, underground borehole leaching (UBL), biological sorbent of plant origin (BSPO), edible salt NaCl.

УДК 66.10.167

**Д.Е. Ниятхан**

*Ғылыми жетекші: А. Б. Лесбаев*

*«Инженерлік физика» кафедрасының сеньор-лекторы,*

*Техника ғылымдарының PhD,*

*Satbayev University, Қазақстан, г.Алматы*

[dastan.kaz.7@gmail.com](mailto:dastan.kaz.7@gmail.com)

### МЕХАНИКАЛЫҚ БАЛҚЫТУ ӘДІСІ ТУРАЛЫ

**Аңдатпа.** Мақалада механикалық қорытпа әдісін фундаменталдық зерттеу бойынша пікір талас тудыратын бағыттары қарастырылған. Механикалық қорытпа процессінде орын алатын құрылым-фазалық өзгерістер механизмін зерттеу бағытында жасалған белгілі ғалымдардың жұмыстары талқыланды. Механикалық қорытпа әдісін фундаменталдық зерттеу бойынша пікір талас тудыратын негізгі үш бағыты, яғни деформациялық, диффузиялық және «контактілі балқу» бағыттары жете қарастырылды. Планетарлық және вибрациялық механоактиваторлардағы шарлар кинетикасы, сонымен қатар олардың қортынды өнім қасиеттеріне әсері талқыланды. Металдардың беткі қабаттарында қорғаныс жабын қабаттарын алу әдісі ретінде механикалық қорытпа әдісінің артықшылықтары көрсетіл.

**Түйінді сөздер:** механикалық қорытпа, жабынды, процесс параметрлері, құрылымдық фазалық айнарудың механизмдері.

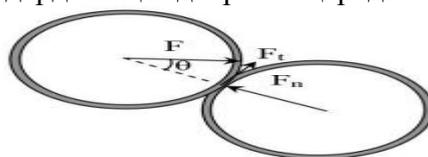
**Кіріспе.** Соңғы уақытта механикалық әсерге бастамашылық ететін қатты фазалық процестер қарқынды зерттеулердің пәні болып табылатыны белгілі. Бұл пайдалану перспективаларымен байланысты қолданыстағы технологиялармен салыстырғанда экологиялық неғұрлым қауіпсіз және экономикалық пайдалы жаңа технологиялық процестер деп аталатын жасау саласындағы осындай реакцияларды қарастырумызға болады [1]. Химиялық реакцияларды тездетудің механикалық әдістеріне, әсіресе қатты денелер арасында қызығушылық XIX ғасырдың соңында пайда болды. Д. И. Менделеев көрсеткен, сонымен қатар арасындағы қатты денелермен реакциялар өтіп, қанша майдалап ұсақтап араластырыңыз олардың бір-бірімен қарым қатынасын қарастырған. Осы арқылы өзара іс-қимыл айтарлықтай өрге басуда. Соңғы бірнеше жыл ішінде жоғары ыстыққа төзімділігі мен төзімділігіне ие көп компонентті жоғары энтропиялық қорытпаларды алу өзекті болып табылады. Құрамында 5 немесе одан да көп элементтері бар қорытпалар ( $\Delta S_{\text{смеш.}} > 11 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ ), бұл ретте бір элементтің ең жоғары шоғырлануы 35%. Қатты күйдегі араласудың салыстырмалы жоғары энтропиясын сақтауды қамтамасыз ететін технологиялық фактор қатты ерітіндінің ыдырауына әкелетін диффузиялық үдерістердің дамуына мүмкіндік бермейтін балқыманы салқындатудың жоғары жылдамдығы болып табылады. Құйылған жоғары энергетикалық қорытпалар балқымаларды 800-1000<sup>0</sup>С / с жылдамдықпен салқындату жолымен алынады. Ал құрамдас элементтердің біртектілігі құю тәсілімен жету қиын. Балама

бірі көп компонентті қорытпаларды дайындау тәсілдері атомдық деңгейде легирлеуге мүмкіндік беретін қарқынды пластикалық деформация болып табылады. Бұл әдіс көп компонентті жоғары энергетикалық қорытпаларды алудың ең қарапайым және тиімді тәсілі болып табылады.

Қазіргі заманғы бағыттар мен алынған МБ процесін зерттеу нәтижелері, монографиялар, шолулар мен мақалалар көп мөлшерде баяндалған кейбір жалпылауды талап етеді. Бұл ретте механикалық өңдеудің әр түрлі аппараттары (планетарлық, вибрациялық механоактиваторлар, атриторлар және т.б.) көмегімен алынған нәтижелерді салыстыру қиындықтары және МБ процесінің аз қиылысатын теориялық сипаттамалары пайда болады. МБ күрделі процесін толық түсіну үшін борлы денелердің қозғалысы мен өзара әрекеттесуін сонымен қатар деформация кезінде болатын процестерді, мысалы, пластикалық деформация, ұнтақты ұсақтау, олардың борлы ортамен және т. б. өзара әрекеттесуін, диффузия, қыздыру, деформациялық беріктендіру және т. б. сияқты өңделетін материалдың ішінде болатын физикалық процестерді сипаттау қажет.

### **Механикалық қорытудың кинетикалық аспектілері**

МБ зерттеу кезінде екі міндетті анықтайды: синтез өнімдерін зерттеу, олардың құрылымы мен қасиеттерін талдау; синтез кинетикасының сандық сипаттамасы және кинетика мен бастапқы реагенттердің қасиеттері зерттеу [2]. Қолданылатын механаноактиватордың түрі сипатты анықтайды шарлардың қозғалысы және қатты фазалы реакциялардың үлгілерінде өтетін сипат. Вибрациялық механоактиваторларда шарлар бар камера тербеліс қозғалысын жасайды, ал планетарлық механоактиваторларда шарлар мен өңделетін материалмен толтырылған камера айналады өз осінен. Ең оңай қозғалыс талдау үшін компьютерлік модельдеу пайдалану оқылатын диірмендегі шарлар. Компьютерлік модельдеу [3] планетарлық активаторларда үйкеліс рөлін анықтады. Анықталғаны, энергоқысымның планетарлық механоактиватора өзгереді  $0,45 \div 0,50$  кезінде максимум болады. Бұл ретте жалпы энергия сыйымдылығы қалыпты және тангенциалды құрамдастарға бөлінуі мүмкін. Толтыру  $0,35$  коэффициенті кезінде планетарлық механоактиваторда энергия кернеулігінің тангенциалды құраушысы қалыпты деңгейден асып түседі, толтырудың үлкен коэффициенттері кезінде бұл арақатынас кері өзгереді. Вибрациялық механоактиватордың компьютерлік үлгілеу [4, 5] шарлардың қозғалысы қарапайым және ось бойымен бағытталғанын көрсетті. Тангенциалды құрауыштар 1-суретте көрсетілген. Қалыпты кернеу ұсақтауға көмектесетеді кристалды құрылымның дәндері мен деформациялары, ал тангенциалды кернеулер астық беткейінің түрі бойынша құрылымның деформациясына алып келеді және фазалық құрылымдарда маңызды рөл атқарады.



Сурет 1 – Екі шардың қалыпты және жанама құрамдастарға соқтығысу  $F$  күшін ыдырату сұлбасы [6].

Мұндай соққы екі құрамдас бөлікке көптеген нәтижелерді береді. Жұмыста [7] ұсақтау және аморфизация үшін тангенциялық соққы компоненті көп екенін дәлелдейді қалыпты жағдаймен салыстырғанда тиімді, ал жұмыста тангенциалды құрамдауыш толығымен елемейді, өйткені пішіні мен өлшемдерінің өзгеруі және тиісінше, ұнтақтың механикалық қасиеттері тек қалыпты соққы компонентінің ғана жауап береді деп саналады.

Бірақ, МБ процесінде соғулардың қандай түрі басым түрде іске асырылатынына қарамастан механоактиватордың бұл түрі өңделетін материалдың жеке алынған астығына әсер ететін күш әрдайым екі құрамдас болады – қалыпты және жанасуы болып табылады.

Бір механоактиваторда МБ әртүрлі параметрлері кезінде алынған нәтижелерді салыстыру үшін, сондай-ақ механоактиваторлардың әртүрлі типтерінің әсерін салыстыру үшін МБ шарттарын салыстыруға болатын жалпы критерий қажет. Синтез кинетикасын сипаттау үшін өңделетін салмақ бірлігіне жүргізілген механикалық энергияның саны (көлемі) болып табылады заттар.  $G$  механохимиялық процестің энергетикалық шығысы өнім сүттерінің саны  $\Delta N$  өндіріс кезінде жұмсалған энергия санына, яғни  $D$  дозасына тең [8]:

$$G = n / D, \text{ [моль} \cdot \text{Дж}^{-1}]$$

Шама, кері шығу, механикалық химиялық процесс кезінде өнімдер пайда болған кезде жұмсалған а жұмысын сипаттайды:

$$A=1/G, \text{ [Дж} \cdot \text{моль}^{-1}]$$

$G$  энергетикалық шығуы механикалық айнарудың негізгі сандық сипаттамаларының бірі болып табылады. Деформациялық араластыру және синтездеу әдетте шығудың салыстырмалы жоғары мәндерімен сипатталады - 1-10 моль·МДж<sup>-1</sup>. Сонымен қатар шығу механикалық өңдеу шарттарына байланысты – деформация жылдамдығы мен әсер ету жиілігіне, температураға және басқа да факторларға байланысты [9].

Механикалық қасиеттерінің әсерін зерттеу бойынша деректер келтіріледі (беріктілік шегі, бұзылудың деформациясы, қаттылық және т. б.) тиімділікке қорытпа. Қорытудың тиімділігі механикалық қасиеттердегі айырмашылық аз болған сайын олардың жоғары қаттылығы теңестірілгенге дейін бөлшектерді дәнекерлеуге мүмкіндік бермейтін үлгіден тікелей ағады. Компоненттердің бастапқы қаттылығының әсері көрнекі түрде растайды салыстырумен кинетика реакция қоспадағы Ni-Nb және Ni-Nb<sub>ак</sub> (ақ - алдын-ала іске қосу) [10]. Компоненттердің тиімді қорытылуы басталады деп болжасаңыз тек жақын қаттылықтарда, қоспадағы аморфизация жылдамдығын баяулатуды оңай түсіндіруге болады Ni-Nb<sub>ак</sub> қоспамен салыстырғанда, алдын ала белсендірусіз. Никель жұмсақ жалғанған ниобий көп болғандықтан, аморфизация реакциясы басталады компоненттердің қаттылығын теңестіргеннен кейін ғана және бастапқы кезеңде аморфизация тежеледі. Айта кету керек, кернеудің сыни жылдамдығы бар, одан жоғары қорытудың тиімділігі компоненттердің механикалық қасиеттерінің үйлесуіне байланысты емес. Сондай-ақ маңызды көптеген авторлар жүргізілген эксперименттер мен шарлар қозғалысын талдау негізінде келеді қорытылу процесі негізінен алдыңғы соққы есебінен жүзеге асырылады және ол жылдам жүреді, жоғары салыстырмалы жылдамдығы соғылуына борлы кепілдік береді.

Осылайша, МБ реакцияларын зерттеу үшін сандық сипаттама қажет кинетиктер және процестер реакциясын құрайтын энергетикалық шығуларды бағалау. Бұдан әрі сүйене отырып, алынған кинетикалық деректер келтірілетін энергияның өзгеру жолдарын қарастыру және синтез кинетикасының бастапқы реагенттердің қасиеттерімен өзара байланысын орнату қажет. Содан кейін механикалық жағдайларда құрылымдық-фазалық айналу механизмдерін орнату мүмкін болады.

### **Механикалық қорытудың құрылымдық-фазалық өзгеру механизмдері**

МБ процесі қысқа қашықтыққа элементтердің атомдарының диффузия мүмкіндігімен екіншісін матрицада бір металды диспергирлеу процесі ретінде қарастырылады. МС ерекшелігі-қатты фазадағы компоненттер атомдарының диффузиясы коэффициенттерінің өте жоғары мәндері. Әдеттегідей айырмашылығы компоненттер концентрациясының градиенттерімен анықталатын диффузия диффузияның бұл түрін алды атауы "деформационного атомдық араластыру" немесе "баллистикалық диффузия" [1]. Жұмыста қатты ерітінділер пайда болған кезде диффузияның тиімді коэффициентінің бағасы келтірілген және аморфты қорытпалар. Барлық жағдайларда коэффициенттердің мәні диффузиялар әдеттегі жағдайларда белгілі мәндерден бірнеше рет асып кетеді. Диффузияның мұндай жоғары коэффициенттері механикалық деформация әсерінен атомдардың енуімен түсіндіріледі. Механикалық өңдеу кезінде жедел диффузия модель негізінде түсіндірілуі мүмкін. Атомдардың орналасу ядросы бойынша жүктемелері және

кейінгі диффузиясы. Бұл модельде анық МБ кезінде релаксациялық процестердің маңызды рөлі байқалады: материалға соққы кезінде дислокацияның қарқынды көбеюі орын алады, соққыдан кейін атомдардың қарқынды диффузиясы өтеді орналасқан ядролар бойынша.

### **Қортынды**

Осылайша, авторлар қатарын бағалау бойынша материалдарды өңдеудің механикалық-химиялық әдістері өзінің энергия кернеулігі электронды сәулелік өңдеумен, ал фазалық түрленуге әсер етуі бойынша соққы - толқынды. Механохимиялық процестердің ерекшелігі қысқа аралықта өңделетін материалға берілетін энергияның жоғары мөлшері болып табылады.

МБ соңғы өнімінің берілген қасиеттерін алуға процестің энергетикалық, температуралық және деформациялық сипаттамалары әсер ет едітербеліс жиілігі және тербеліс амплитудасы үшін механикалық қасиеттері және т. б. энергетикалық параметрлерді эксперименталды анықтау талап елеулі қиындықтармен байланысты. МБ процесінің энергетикалық параметрлерін бағалау кезінде ең жетілдірілген компьютерлік моделдеу ұсынылады.

### **Әдебиеттер тізімі**

1. В.В. Болдырев. Механохимия и механическая активация твердых веществ. // Успехи химии 2006, №75 (3). С. 203-211.
2. А.с. №61195 Республики Казахстан. Механохимический способ получения монолитных, композиционных и градиентных покрытий при помощи энергии ударов шаров. / Ж.Б. Сагдолдина (Республика Казахстан) №215907; Заявлено 17.09.2007; Опубл. 14.08.2009, бюл. №8 // Инновационный патент. 2009 №8. – 4 с.
3. Е.В. Шелехов, Т.А. Свиридова. Моделирование движения и разогрева шаров в планетарной мельнице. Влияние режимов обработки на продукты механоактивации смеси порошков Ni и Nb. // Материаловедение, 1999, №10, С.13-22.
4. Shelekhov E.V., Salimon A.I. Proc. of Inter. Aerosol Symp., Moscow, 1996; // Aerosol, 1996, v.2, P.61.
5. Е.В. Шелехов, Т.А. Свиридова. Компьютерное моделирование процесса механохимического сплавления в шаровых мельницах. Кинетика движения мелющих тел и расчет температуры мелющей среды (в двух номерах). // Металловедение. 2008. №2. С. 10-22 и // Металловедение. 2008 №3. С. 11-24.
6. Е.В. Каевицер. Автореф. канд. дис.: Структурные и фазовые превращения при механохимическом синтезе интерметаллидных покрытий. Москва 2010 г.
7. K. Suzuki, K. Sumiama «Control of structure formation of amorphous nonequilibrium crystalline metals by mechanical milling» // Materials Transactions, JIM, V.36(2), 1995, P 188-197.
8. П.Ю. Бутягин, А.Н. Стрелецкий «Кинетика и энергетический баланс в механохимических превращениях» // Физика твердого тела. 2005. Т.47, вып. 5. С.830-836
9. П.Ю. Бутягин «Проблемы и перспективы развития механохимии» // Успехи химии 1994. Т.63. №12. С. 1031-1043.
10. A.N. Ivanov, T.A. Sviridova, E.V. Shelekhov. The evolution of substructure in 50%Ni+50%Nb powder mixture during ball milling. The report of NATO «Advanced research workshop Investigations and applications of severe plastic deformation», Moscow, 1999

### **D. E. Niyatkhan, A. B. Lesbayev About the method of mechanical melting**

**Abstract.** In a number of works the mechanisms of phase formation of mechanochemical processes as a result of deformation mixing, the flow of substances along the grain boundaries and thermodynamic factors (boundary energy melting by contact). Among the alternative mechanisms of phase formation in mechanochemical processes is the model of "grain phase". This model explains the phase formation well. Diffusion mechanisms of mechanochemical processes phase formation are still a matter of debate. Researchers do not know the reasons for the rapid diffusion in the materials processed during the mechanochemical processes.

**Keywords:** mechanical alloy, coating, process parameters, mechanisms of structural phase rotation.

Д. Е. Ниятхан, А. Б. Лесбаев  
О методе механической плавки

**Аннотация.** В ряде работ рассмотрены механизмы фазообразования механохимических процессов в результате деформационного перемешивания, течения веществ по границам зерен и термодинамических факторов (граничная энергия плавления при контакте). К числу альтернативных механизмов фазообразования в механохимических процессах относится модель «зерновой фазы». Эта модель хорошо объясняет фазообразование. Диффузионные механизмы фазообразования механохимических процессов до сих пор остаются предметом дискуссий. Исследователи не знают причин быстрой диффузии в материалах, обрабатываемых в ходе механохимических процессов.

**Ключевые слова:** механический сплав, покрытие, параметры процесса, механизмы структурного фазового поворота.

УДК 533.9

А.А. Imash<sup>1</sup>, S.K. Kunakov<sup>2</sup>

*Scientific supervisor - S.K. Kunakov, c.ph-m.s., associate Professor of the HAC, assistant Professor of Department of Nuclear and Theoretical Physics*

<sup>1</sup>*Satbayev University, Engineering physics, Kazakhstan, Almaty*

<sup>2</sup>*Al Farabi Kazakh National State University, Department of Nuclear and Theoretical Physics, Kazakhstan, Almaty*

*E-mail: [iimash.aigerim@gmail.com](mailto:iimash.aigerim@gmail.com)*

## CHEMICAL KINETICS OF MONOSILANE PLASMA $\text{SiH}_4$ : $\text{H}_2$ IN AN ELECTRIC DISCHARGE AND THE ELECTRON ENERGY DISTRIBUTION ON THE PLASMA ENHANCED CHEMICAL VAPOR DEPOSITION OF AMORPHOUS SILICON

**Annotation.** *Monosilanium  $\text{SiH}_4$  chemical kinetics directly depends on the electrons' energy distribution as well as from the initial electrons cloud formation by external source of ionization. In the present paper electrons' energy, distribution calculated from Monte Carlo technique coupled with chemical kinetics. Time dependent species densities are ruling the formation of electric currents and break down conditions as well as the rate of the silicon deposition substrate. The proposed statistical calculations validated by correspondent Boltzmann equation solutions present drastically different picture of chemical kinetics evolution compared with that depicted by Maxwell distribution. The electrons transport coefficients are also evaluated in strong electric fields and analyzed with the accent on the rate of useful chemical reactions controlled and managed by external forces.*

**Keywords:** *Monosilanium  $\text{SiH}_4$ , Monte Carlo technique, plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD), Boltzmann equation, Maxwell distribution, electrons' energy distribution*

Plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) was widely used in a number of technological devices [1], [2],[3] among which the first one is most detailed primary reactions in  $\text{SiH}_4:\text{H}_2$  plasmas are presented and described. The formation of chemical bonds and their chemical properties are also described in. [4],[5]

Chemical reactions usually choose the way to the equilibrium state resulting output components and the most undesirable form. At the same time electrons' energy, distribution holds the key chemical reactions like Townsend source of ionization and recombination and affinity processes. Electrons due to its small masses are flexible to the impact and influence of the external electric field, which might be regulated easily in the technological installations. Chemical vapor deposition (CVD) of silicon has important technological application and solar cells are the major of them. Homogeneous pyrolysis of silane and detailed research up to 5eV of  $\text{SiH}_4$  was theoretically studied decomposition of silane. The authors<sup>1</sup> studied the mechanism of two following reactions:



It was experimentally confirmed and theoretically shown that the first reaction plays the dominant role. It should be pointed out that unimolecular decomposition of SiH<sub>4</sub> accompanied by ions and excited states formation. However, the plasma phase within which the ions and excited states like SiH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sup>+</sup>, H<sup>\*</sup>, H<sub>2</sub><sup>\*</sup>, were not taken into consideration. In the authors research<sup>2</sup> the electron-molecule collisions, cluster growth kinetics in dusty in low-pressure SiH<sub>4</sub> plasma analyzed. In addition, SiH<sub>4</sub> is used for Si: H film deposition .often carried out on the surfaces of the Si substrate. Therefore, it is important that any detailed study of the reactivity of the precursor takes into account the state of the surface.

### Boltzmann equation for e-beam

We also studied the two reaction paths for SiH<sub>4</sub> involving cleavage of both the Si-Si and Si-H molecular bonds and performed a comparative study of SiH<sub>4</sub> based on the bond dissociation energy of the molecules and the reactivity of the precursor on the Si surfaces.

We will performed a simulations using an intermediate pressure ( $p_{op} > 100$  Pa) capacitively coupled plasma (CCP) discharge to deposit a Si:H film using a SiH<sub>4</sub>. For these simulations, we will used a fluid model, which describes the behavior of a plasma species by consideration of the moments of the Boltzmann equation, which is described as follows:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla_{\mathbf{r}} f + \mathbf{h} \cdot \nabla_{\mathbf{u}} f = \frac{\delta f}{\delta t} \quad (3)$$

where  $f$  is the velocity distribution function (VDF),  $t$  the time,  $\mathbf{u}$  the species velocity vector,  $\mathbf{r}$  the spatial location vector, and  $\mathbf{h}$  ( $\mathbf{h} = \mathbf{F}/m$ , where  $\mathbf{F}$  is the force acting on the species and  $m$  is the mass) the acceleration. The right-hand side is the so-called collision integral, which accounts for the effect of the collisions on the VDF . Due to the physical and chemical complexities of the CCP deposition system, different transport phenomena must be simultaneously considered. [11]

We should enumerate some innovative publication to adjust Boltzmann equation to study formation of micro structural chemical plasma deposition devices and theoretical methods like in Following to the earlier made studies [6],[7],[8] the Boltzmann equation for electron beam in the gas mixture we are presenting in the following way:

$$\partial_{\xi} f_{\xi}(t, \vec{r}, \vec{\xi}) = S_{\xi}^{eb} + S_{\xi}^{pe}(f_{\xi}) + S_{\xi}^{ion}(f_{\xi}) + \sum_k S_{\xi,k}^{exc}(f_{\xi}) + S_{\xi}^{el}(f_{\xi}) + \sum_k S_{\xi,k}^{dis}(f_{\xi}) + S_{\xi}^{rec}(f_i * f_{\xi}) \quad (4)$$

$$\int_0^{\xi_{max}} f_{\xi}(t, \vec{r}, \vec{\xi}) d\xi = n_{\xi}(t, \vec{r}) \quad (4^*)$$

Solving mathematically this Boltzmann equation with a collisional term and in a system of spatial coordinates, we found the following spectrum for primary electrons.

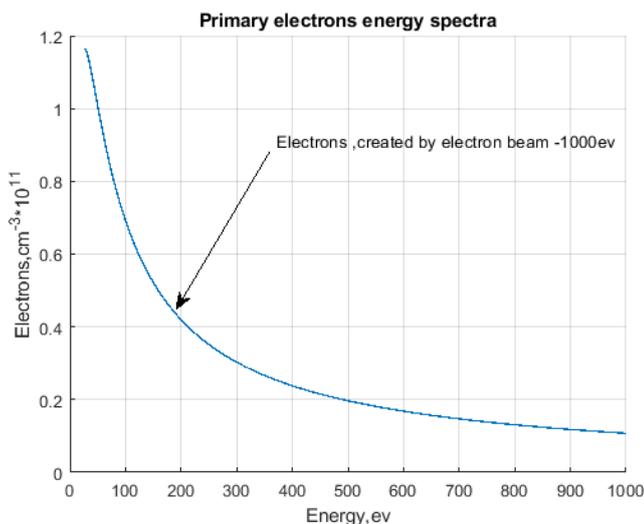


Figure 1 – Primary electrons energy spectra

### Monte Carlo programming code description



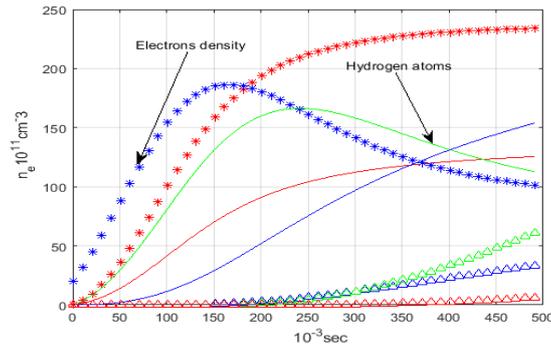


Figure 4 – Chemical kinetics scenario in ( $\text{SiH}_4 : \text{H}_2$ ), plasma, generated by e-beam

**Main conclusions:**

- The time dependent solution of Boltzmann kinetic equation solution for electrons function of energy distribution was obtained.
- Monte Carlo technique applied to the simulation of the electrons energy spectra evolution to the Maxwellian one was developed
- Relaxation of electrons energy spectra to the local Maxwellian distribution demonstrates wave like nature
- Chemical kinetics shows drastic dependence of ions formation from the time dependent electrons energy spectra in PECVD technology for ( $\text{SiH}_4 : \text{H}_2$ ), plasma

**References**

1. Akihisa Matsuda. Microcrystalline silicon.: Growth and device application. in *Journal of Non-Crystalline Solids*: 338 (2004), pages 112.
2. Mark J Kushner. A model for the discharge kinetics and plasma chemistry during plasma enhanced chemical vapor deposition of amorphous silicon. in *Journal of applied physics*: 63.8 (1988), pages 2532-2551.
3. Song-Ho Wang and others. Evolution of a-Si: H to nc-Si: H transition of hydrogenated silicon films deposited by trichlorosilane using principle component analysis of optical emission spectroscopy. in *Materials Chemistry and Physics*: 240 (2020), page 122-186.
4. TN Nguyen and others. Ab Initio Chemical Kinetics for the Thermal Decomposition of  $\text{SiH}_4$  Ion and Related Reverse Ion Molecule Reactions of Interest to PECVD of a-Si: H Films. in *Plasma Chemistry and Plasma Processing*: 37.4 (2017), pages 1249-1264.
5. O Babahani and others. Monte Carlo simulation of chemical reactions in plasma enhanced chemical vapor deposition: From microscopic view to macroscopic results. in *Silicon*: 11.3 (2019), pages 1267-1274.
6. Bo Da and others. Monte Carlo simulation study of reaction electron energy loss spectroscopy of an Fe/Si overlayer sample. in *Surface and Interface Analysis*: 52.11 (2020), pages 742-754.
7. Bin Zhang and Xiaobing Zhang. Electron energy distribution functions relevant for weakly ionized  $\text{SiH}_4/\text{H}_2$  plasma. in *Journal of Physics D: Applied Physics*: 53.11 (2020), page 115201.
8. Jason Peck. Modeling and Experimental process optimization for a  $\text{SiH}_4/\text{H}_2$  surface wave plasma discharge for silicon photovoltaics. in (2014).
9. M Grari and C Zoheir. Numerical Modeling of Non-equilibrium Plasma Discharge of Hydrogenated Silicon Nitride ( $\text{SiH}_4/\text{NH}_3/\text{H}_2$ ). in *International Journal of Engineering*: 33.8 (2020), pages 1440-1449.
10. Georgii Oblapenko and others. A velocity space hybridization-based Boltzmann equation solver. in *Journal of Computational Physics*: 408 (2020), page 109-302.

11. Mohammad M Othman, Saeed Rasool Hussein and others. Boltzmann equation studies on electron swarm parameters for oxygen plasma by using electron collision crosssections. in Zanco Journal of Pure and Applied Sciences: 32.5 (2020), pages 3653.

Ә.А. Имаш, С.К. Кунаков

**SiH<sub>4</sub>: H<sub>2</sub> моносилан плазмасының химиялық кинетикасы, газ разрядынан аморфты кремнийді плазмалық химиялық тундыру кезіндегі электр разрядындағы электрондардың таралуы**

**Аңдатпа.** Моносилан SiH<sub>4</sub> плазмасының химиялық кинетикасы электрондардың энергия таралуына, сонымен қатар сыртқы иондану көзі арқылы электрондардың бастапқы бұлтының түзілуіне тікелей байланысты. Бұл мақалада электронды энергияның таралуы Монте-Карло әдісімен химиялық кинетикамен ұштастыра есептеледі. Бөлшектердің уақытқа тәуелді тығыздығы электр тоғының пайда болуын және бұзылу жағдайларын, сондай-ақ кремний субстратының шөгуді жылдамдығын анықтайды. Больцман теңдеуінің сәйкес шешімдерімен расталған ұсынылған статистикалық есептеулер Максвелл үлестірімімен салыстырғанда химиялық кинетика эволюциясының мүлдем басқа көрінісін ұсынады. Электрондардың берілу коэффициенттері күшті электр өрістерінде де бағаланады және сыртқы күштермен басқарылатын және басқарылатын пайдалы химиялық реакциялардың жылдамдығына назар аударатын талданады.

**Түйін сөздер:** Моносилан SiH<sub>4</sub>, Монте-Карло әдісі, будың плазмалық химиялық тұнбасы (PECVD), Больцман теңдеуі, Максвеллдің таралуы, электрондардың таралуы.

А.А. Имаш, С.К. Кунаков

**Химическая кинетика моносилановой плазмы SiH<sub>4</sub>: H<sub>2</sub> в электрическом разряде и распределение электронов по энергии при плазменном химическом осаждении аморфного кремния из газовой фазы**

**Аннотация.** Химическая кинетика моносилана SiH<sub>4</sub> напрямую зависит от распределения электронов по энергиям, а также от образования начального облака электронов внешним источником ионизации. В данной статье распределение энергии электронов рассчитано методом Монте-Карло в сочетании с химической кинетикой. Зависящие от времени плотности частиц определяют образование электрических токов и условия пробоя, а также скорость нанесения кремниевой подложки. Предлагаемые статистические расчеты, подтвержденные соответствующими решениями уравнения Больцмана, представляют совершенно иную картину эволюции химической кинетики по сравнению с распределением Максвелла. Коэффициенты переноса электронов также оцениваются в сильных электрических полях и анализируются с акцентом на скорость полезных химических реакций, контролируемых и управляемых внешними силами.

**Ключевые слова:** моносилан SiH<sub>4</sub>, метод Монте-Карло, плазменное химическое осаждение из паровой фазы (PECVD), уравнение Больцмана, распределение Максвелла, распределение электронов по энергии.

## **СЕКЦИЯ «ПЕРСПЕКТИВЫ И ИННОВАЦИИ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ»**

УДК 537.63:537.39:539.26

**А. Әбдік., Ә. Күзембай, А. Серикпаева, М.Ш. Исмагулова, Х.Р. Майлина, А.В. Паничкин**

*Научный руководитель: А.В.Паничкин<sup>1</sup>*

*Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения»<sup>1</sup>,*

*Республика Казахстан, г.Алматы*

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

## **УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАВНОВЕСНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ВОДОРОДА В НИОБИИ И ТАНТАЛЕ**

**Аннотация.** Наводороженный металл обладает более высоким значением электрического сопротивления по сравнению с чистым металлом из-за увеличения центров рассеяния электронов, причем электропроводность металла растет с увеличением концентрации водорода. Данная работа посвящена исследованию зависимости удельного

сопротивления от степени наводороживания ниобия и тантала при различных температурах.

**Ключевые слова:** удельное электрическое сопротивление, твердый раствор, водород, ниобий, тантал

Из электронной теории металлов известно, что согласно правилу Маттисена, полное удельное электрическое сопротивление нечистых металлов можно разделить на аддитивные составляющие [1]:

$$\rho(c, T) = \rho_0(c) + \rho_i(T) + \Delta(c, T), \quad (1)$$

$\rho_0$  – остаточное удельное сопротивление, не зависящее от температуры, но зависящее от концентрации примесей ( $c$ ); и  $\rho_i$  – зависящее от температуры идеальное удельное сопротивление, член  $\Delta$  учитывает отклонение от правила Маттисена.

Остаточное сопротивление  $\rho_0 = \rho_{imp} + \rho_{def}$  определяется рассеянием электронов на примесях и дефектах решетки и не зависит от температуры. Для чистых металлов при температурах  $T < 10$  К расположение атомов в кристалле близко к идеальному порядку, электронная волна проходит через идеальную периодическую структуру без рассеяния, отражения или потерь, не «замечая» атомов решетки. При 0 К остаточное сопротивление у чистых металлов равно нулю из-за нулевых флуктуаций атомов в решетке. Примесные атомы или дефекты идеальной структуры становятся рассеивающими центрами для электронных волн. Этот механизм рассеяния, доминирующий при низких температурах, становится незначительным при высоких температурах.

Идеальное удельное сопротивление  $\rho_i$ , обусловленное различными механизмами рассеяния электронов фононами, пропорционально концентрации и становится доминирующим при  $T > 30$  К [2]. Известно, что для переходных металлов при низких температурах, кроме рассеяния на фононах значительный вклад в  $\rho_i$  вносит электронное рассеяние ( $\rho_e$ ) [3]. Кроме того, в переходных металлах s- и d-зоны перекрываются на поверхности Ферми в некоторых областях. Поэтому фононы вызывают переход электронов из s-зоны в d-зону, уменьшая количество электронов проводимости и увеличивая удельное сопротивление. Этот межзонный электрон-фононный процесс изменяется как  $T^3$  [3].

При образовании твердого раствора электропроводность металла снижается, независимо от того, большим или меньшим сопротивлением обладает растворяемый элемент по сравнению с растворителем. Это связано с двумя причинами [4]: 1) с искажениями кристаллической решетки хозяина при внедрении атомов растворенного вещества, увеличением количества дефектов, что приводит к увеличению рассеяния электронов; 2) с химическим взаимодействием компонентов.

Электросопротивление слабо концентрированного твердого раствора также подчиняется правилу Маттисена-Флеминга

$$\rho_p = \rho_{осн} + \rho_{доб} \cdot c + \Delta \quad (2)$$

где  $\rho_{осн}$  – сопротивление основного компонента (растворителя);  $c$  – атомное содержание примеси,  $\rho_{доб}$  – добавочное сопротивление на 1% (ат.) примеси.

Из этого правила следует, что электросопротивление сплава складывается из 2-х составляющих: 1)  $\rho_{осн}$  – сопротивление растворителя, зависящее от температуры, и повышается вместе с ней; 2)  $\rho_{доб}$  – составляющая, обусловленная присутствием в основной решетке посторонних атомов, которые искажают эту решетку, нарушая периодичность электрического потенциала решетки, благодаря чему электросопротивление повышается.

Произведение  $\rho_{доб} \cdot c$  называют остаточным электрическим сопротивлением. Добавочное электросопротивление от температуры не зависит, поэтому для твердого раствора

$$\alpha_{\rho_p} = \frac{d\rho}{dT} \cdot \frac{1}{\rho_p} = \frac{d\rho_{осн}}{dT} \cdot \frac{1}{\rho_p} . \quad (3)$$

Для основного металла

$$\alpha_{\rho_{осн}} = \frac{d\rho_{осн}}{dT} \cdot \frac{1}{\rho_{осн}} . \quad (4)$$

Так как  $\rho_p > \rho_{осн}$ , то  $\alpha_{\rho_p} < \alpha_{осн}$ .

В данной работе исследования проводились на образцах проволоки из чистого Nb (Нб0) и Ta (ТВЧ) диаметром 0,6 мм и длиной ~1830 мм в отожженном состоянии. После ионной очистки на поверхность образцов методом магнетронного распыления наносились тонкие (<155 нм) пленки палладия, что было необходимо для диссоциации и диффузии водорода. Предварительно образцы скручивались в форме «архимедовой спирали» для одновременного напыления палладием по всей длине проволоки. Использовалась установка магнетронного распыления, оснащенная ионным источником APEL-IS-21CELL и магнетронами APEL-MRE100. Ионную очистку проводили аргоном.

Для получения твердых растворов внедрения образцы подвергались наводороживанию при разных температурах и ступенчатом повышении давления. Измерения удельного сопротивления проводились на разработанной установке (рисунок 1).

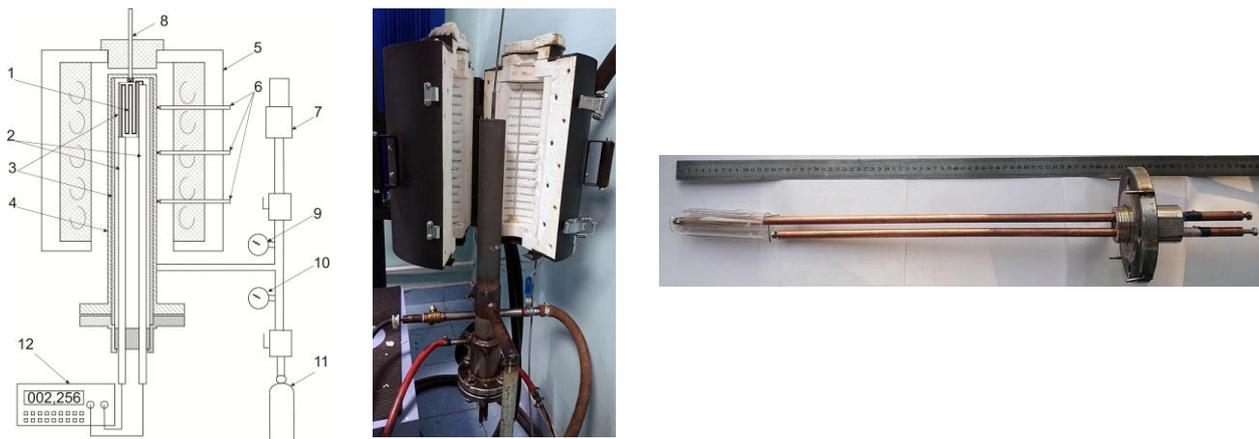


Рисунок 1 – Схема и фото испытательной установки: 1 - образец; 2 - медные контакты; 3 - кварцевый изолятор; 4 - камера высокого давления; 5 - трехзонная печь; 6 - термопары; 7 - вакуумный насос; 8 - контрольная термопара; 9 - контрольный манометр; 10 - цифровой манометр ОВЕН ПД200-ДИ1,0-315-0,1-2-Н; 11 - баллон с водородом и регулирующим редуктором; 12 - прецизионный мультиметр Agilent 34410

Образец - проволока наматывалась на кварцевую трубку. Концы проволоки соединялись с медными проводниками. Такая система монтировалась и закреплялась непосредственно в камеру высокого давления, устанавливаемую в трехзонную разъемную печь. Концы медных контактов подключали к прецизионному мультиметру Agilent 34410, с разрешением 6,5 зарядов, способному делать до 1000 измерений в секунду. Данные с мультиметра передавались на ноутбук в режиме реального времени через ethernet кабель и затем сохранялись в таблице Excel. Для контроля температура дополнительно измерялась в верхней части камеры при помощи хромель-алюмелевой термопары и отображалась измерителем-регулятором ТРМ 210. Верхняя часть камеры подвергалась нагреву при помощи трехзонной разъемной печи. Такая печь обеспечивала перепад температуры по длине образца не более  $\pm 3^\circ\text{C}$ . Вакуумная откачка, и напуск газов осуществлялся через патрубков в нижней части камеры. Контроль давления газа выполнялся при помощи

цифрового манометра ОВЕН ПД200-ДИ1,0-315-0,1-2-Н с диапазоном измерения до 1 МПа. При нагреве камера с образцом непрерывно откачивалась вакуумным насосом. После достижения заданной температуры, ступенчато повышали давление в камере путем открытия вентелей. Фиксировали установившееся сопротивление образца, которое соответствовало сопротивлению твердого раствора водорода в Nb и Ta с равновесной концентрацией при данных температуре и давлении.

Полученные в ходе экспериментов зависимости удельного сопротивления Nb и Ta от давления при различных температурах приведены на рисунках 2 и 3.

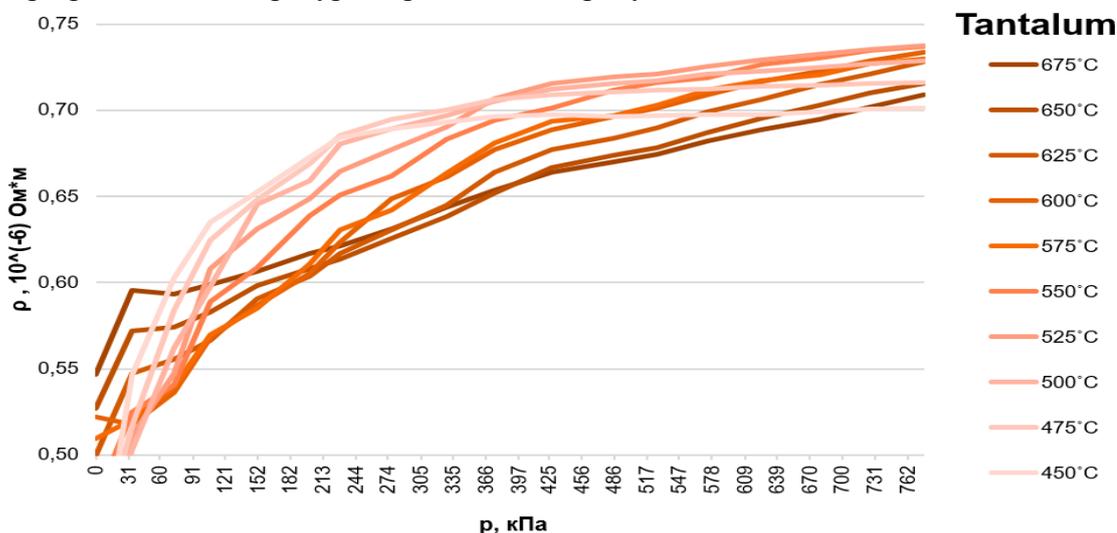


Рисунок 2. Зависимость удельного сопротивления от давления при различных температурах для образцов Та.

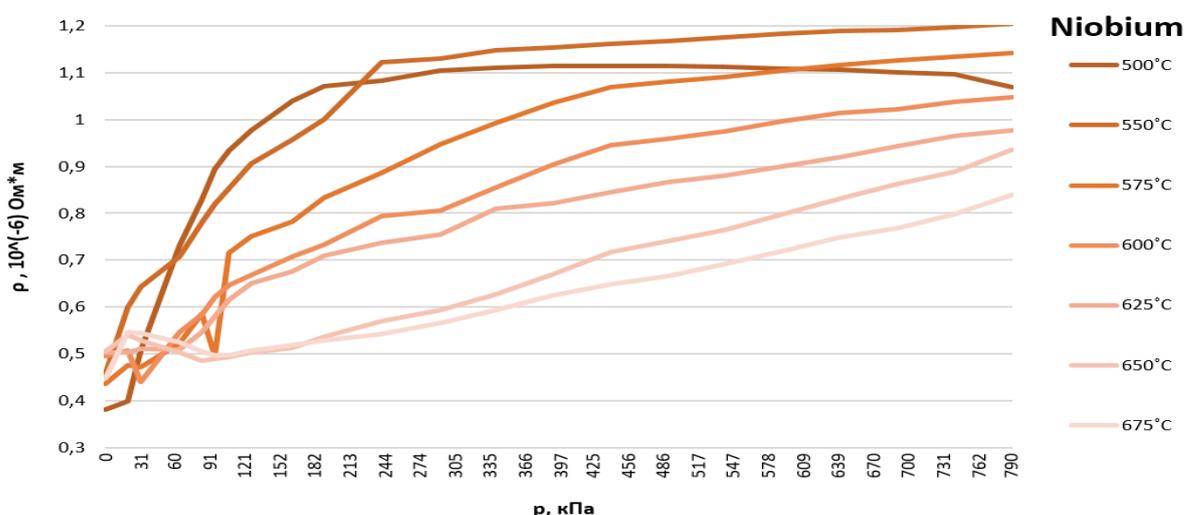


Рисунок 3. Зависимость удельного сопротивления от давления при различных температурах для образцов Nb

В соответствии с диаграммами состояния Nb-H и Ta-H и уравнениями, описывающими растворимость H в Nb и Ta[5], при повышении давления водорода или снижении температуры растет равновесная концентрация водорода в  $\alpha$ -твердом растворе. Как следует из закона Сивертса концентрация H в образцах пропорциональна  $\sqrt{p}$ . Увеличение концентрации примесей приводит к увеличению центров рассеяния электронов за счет искажения кристаллической решетки образца. Следовательно увеличение электросопротивления образцов с повышением давления, зафиксированное в экспериментах

согласуется с электронной теорией металлов. Однако в отличие от результатов по измерению дилатации твердых растворов Nb-H и Ta-H, описанных в [6], их удельное сопротивление плохо согласуется с концентрацией водорода. Более того, в области низких давлений водорода электросопротивление ниобия характеризуется наличием минимума, что может свидетельствовать о разрыве растворимости по диаграмме состояния Nb-H и существовании 2х твердых растворов. Выявленные отклонения требуют дальнейших исследований.

### **Выводы**

1. С повышением давления водорода, вследствие увеличения его равновесной концентрации в Nb и Ta, растет удельное электросопротивление твердых растворов, по причине увеличения центров рассеяния электронов и числа электронов проводимости, перешедших из s-зоны в d-зону.

2. Коэффициент термического сопротивления твердых растворов водорода в Ta мало зависит от концентрации внедренных атомов, так как наблюдается одинаковый наклон кривых изменения удельного сопротивления, полученных при различных температурах.

3. Полученные кривые изменения удельного сопротивления с давлением при различных температурах не согласуются с изменением концентрации водорода в Nb и Ta. Обнаруженное снижение удельного сопротивления Nb с повышением давления водорода может свидетельствовать о наличии разрыва растворимости водорода в ниобии и существовании 2х твердых растворов по диаграмме состояния в области температур 550-675°C

### **Литература**

1. P. D. Desal, T. R. Chu, H. M. James, Y. Mo. Electrical Resistivity of Selected Elements. J. Chem. RefData, Vol.13, № 461984

2. Т.А. Игнатьева, А. Н. Великодный, А.А. Саньков. О температурной зависимости удельного сопротивления сплавов Mo-Re, Vo-Re-Nb. Вопросы атомной науки и техники, 2004, № 6. Серия Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники (14), с89-92.

3. Scott Lee Archer. Thermal and electrical Conductivities of high purity Tantalum. Iowa State University, Ames, Iowa, 1978.

4. Л.Г. Журавлёв, В.И. Филатов. Физические методы исследования металлов и сплавов. Учебное пособие. – Челябинск: изд-во ЮУрГУ, 2004. – 157 с.

5. Gase und Kohlenstoff in Metallen / Von E. Fromm, E. Gebhardt (Berlin etc., 1976) Springer, 1976. — 748 p.

6. Panichkin A., Mamayeva A., Kenzhegulov A., Kshibekova B., Karboz Zh. Evaluation of Niobium and Tantalum-Based Materials of the Hydrogen-Permeability Membranes for the Degree of Deformation and the Optimal Temperature Range of Exploitation // Systematic Reviews in Pharmacy. 2020. V.11(12). P. 2227- 2236 doi: [10.31838/srp.2020.12.341](https://doi.org/10.31838/srp.2020.12.341)

**А. Әбдік., Ә. Күзембай, А. Серікпайева, М.Ш. Исмағұлова, Х.Р. Майлина, А.В. Паничкин**

**Ниобий мен танталдағы сутегі тепе-теңдік қатты ерітінділерінің меншікті кедергісі**

**Түйіндемесі.** Сутектелген металдың таза металмен салыстырғанда электрлік кедергісі жоғары болады, себебі электрондарды шашырататын орталықтар саны өседі, ал электрөткізгіштік сутегі концентрациясының жоғарылауымен өседі. Әр түрлі температурада меншікті кедергі Nb мен Ta сутектелген дәрежесіне тәуелділігі зерттелген.

**Түйін сөздер:** меншікті кедергі, ниобий, тантал, қатты ерітінді, сутегі.

**A.Abdik, A. Kuzembai, A. Serikpayeva, M.Sh. Ismagulova, H.R. Mailina, A.V. Panichkin**

**Electrical resistivity of equilibrium hydrogen solid solutions in niobium and tantalum**

**Abstract.** Solid solutions of metals with hydrogen has a higher value of electrical resistance compared to the pure metal due to an increase in the scattering centres of the electrons, and the electrical conductivity of the metal increases with increasing hydrogen concentration. This work is devoted to the study of the dependence of resistivity on the degree of hydrogenation of niobium and tantalum at different temperatures.

**Key words:** electrical resistivity, solid solution, hydrogen, niobium, tantalum.

**Н. Бахытулы, Д.У. Смагулов, А.К. Кенжегулов**

*Научный руководитель – Д.У. Смагулов, профессор, доктор технических наук.*

*SatbayevUniversity, Казахстан, г. Алматы*

[nauka-PhD@mail.ru](mailto:nauka-PhD@mail.ru)

## **ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК МЕТОДОМ ОБЛУЧЕНИЯ МИКРОВОЛНАМИ**

***Аннотация.** В статье представлены результаты экспериментов по синтезу углеродных наноструктур путем облучения микроволнами порошков графита и ферроцена. Смесь порошков графита и ферроцена механически перемешивали в разных концентрациях. В процессе эксперимента подобрано оптимальное время облучения для получения углеродных нанотрубок. Полученные углеродные нанотрубки исследовались методами электронной и просвечивающей микроскопией. По результатам исследования углеродные нанотрубки имели диаметр от 11,52 нм до 56,28 нм. Данный метод является конкурентоспособной и экономически выгодной для получения нанотрубок.*

***Ключевые слова.** Нанотрубки, микроволны, графит, ферроцен, электронная микроскопия.*

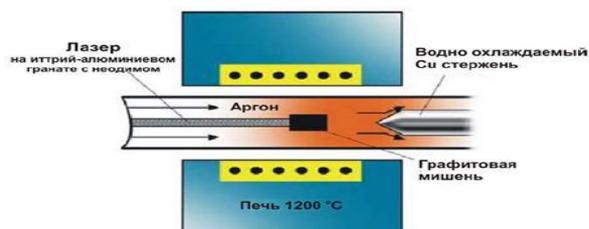
### **Введение**

В сфере нанотехнологии мы часто слышим про углеродные нанотрубки (УНТ). В настоящее время с момента своего открытия УНТ стали объектами многочисленных исследований. УНТ – это аллотропная модификация углерода, представляющая собой цилиндрическую структуру диаметром от десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров, состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку графеновых плоскостей. С момента своего открытия УНТ породили большие надежды на множество разнообразных потенциальных приложений. УНТ вызывают все больший интерес из-за их превосходных электронных свойств, а также их физических и химических свойств. УНТ использовались для разработки полевых эмиттеров, транзисторов, солнечных элементов, топливных элементов, биосенсоров и других приложений в качестве наполнителя в композитах для улучшения механических свойств или электропроводности [1]. Некоторые фундаментальные исследования были сосредоточены на понимании природы взаимодействий между излучением и УНТ, в то время как наблюдаемое поведение использовалось для многих интересных целей. В частности, реакция УНТ на электромагнитное излучение была предметом многих недавних исследований [2].

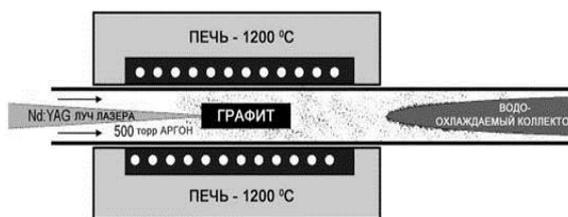
В настоящее время для получения УНТ используют три основных метода: электродуговой метод, лазерной абляции, химическое осаждение из газовой фазы (CVD) (рисунок 1). Однако эти методы имеют недостатки, такие как, высокие производственные затраты, длительная время обработки и многочисленные требования к высоким температурам и др [3]. В последнее время синтез с помощью микроволнового излучения дает возможность технологии, которая широко используется в органическом синтезе. Модификация УНТ с помощью микроволн - это простой, быстрый, экологически чистый метод по сравнению с традиционными физико-химическими методами. Обычно использование микроволн облегчает и ускоряет реакции, часто повышая относительный выход продукции. [4]

Исходя из этого, в данной работе предлагается новый и экономичный метод получения УНТ с использованием микроволнового облучения. Целью проведения исследований являлись получение и исследование углеродных нанотрубок, синтезированные методом облучения микроволнами.

### 1. электродуговой метод



### 2. лазерной абляции



### 3. химическое осаждение из газовой фазы (CVD)

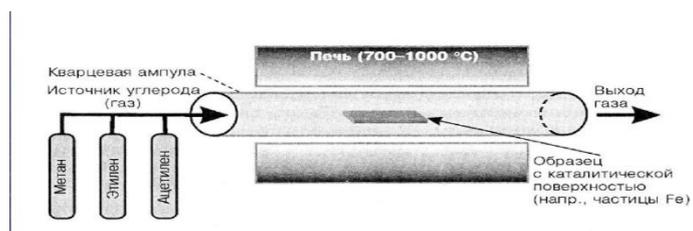
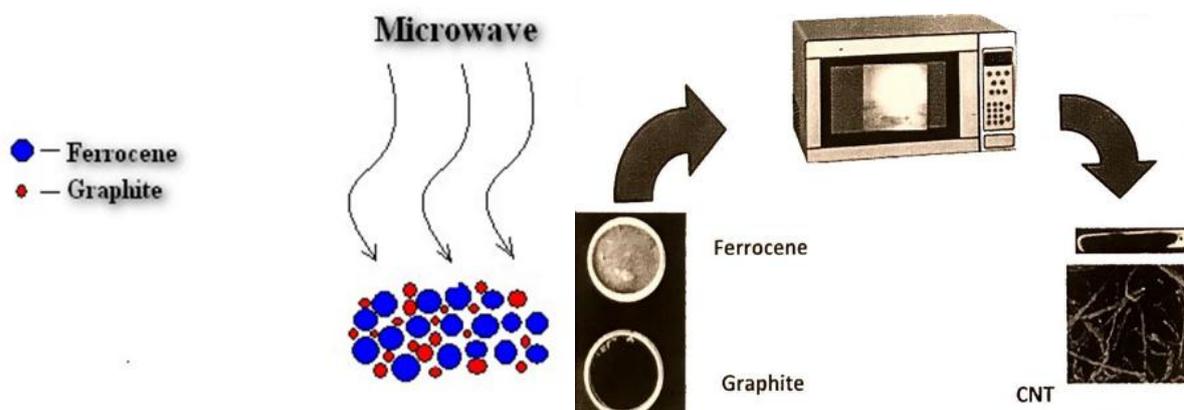


Рисунок 1 – Методы получения углеродных нанотрубок [5,6]

### Экспериментальная часть

Синтез УНС проводился в объеме микроволновой печи. В качестве источником микроволн использовали обычную кухонную микроволновую печь с мощностью 800 Вт и частотой 2.45 ГГц. В процессе получения УНС источником углерода служил чистый мелкодисперсный порошок графита (чистота 99 %). В роли катализатора использовались частицы металла группы железа. В нашем случае это порошок ферроцена (чистота 99 %). Ферроцен – одна из наиболее известных металлоорганических соединений, представитель класса сэндвичевых соединений (металлоценов). Химическая формула -  $C_{10}H_{10}Fe$ .

Первый этап эксперимента начинали с механического перемешивания порошков чистого графита и ферроцена с разными долями концентрации (80:20, 70:30, 60:40, 50:50). Далее смесь порошков загружался в лодочку, после чего лодочку помещали в микроволновую печь. Обработку облучением производили в течении времени от 5 до 15 секунд с разными концентрациями порошков. Схема экспериментов приведен на рисунке 2. После достижения заданного времени образцы исследовались электронной микроскопией.



## Рисунок 2 – Схема эксперимента

Анализ образцов для изучения методом просвечивающей и электронной микроскопией был проведен в лабораториях Школы Физики, Научного университета Малайзии, город Пенанг, Малайзия на электронных микроскопах модели NanoSEM 450 и LIBRA 120, соответственно.

При воздействии микроволн на порошки возникает вспышка, в результате получили многостенные углеродные нанотрубки с разными диаметрами от 11,52 до 56,28 нм. На рисунке 3 приведен выборочные СЭМ изображения УНТ, которые получены при времени облучения 7 сек с концентрацией порошков графита и ферроцена 70/30%, соответственно. Из результатов СЭМ исследования четко видно, что УНТ образуются в разных направлениях. Это объясняется тем, что зерно катализаторов расположено в разных расстояниях друг от друга. Исследуя образец с СЭМ было замечено, что в образце имеется хлопья графитов и ферроценов который не образовали УНТ. Они являются ненужной частью образца, который в далее растворяются после химической обработки с кислотами.

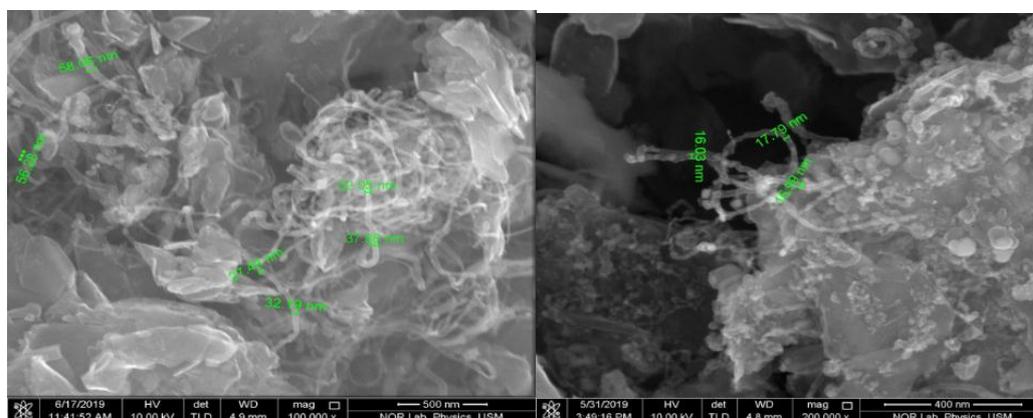


Рисунок 3 – СЭМ изображение полученных нанотрубок

На основании исследований СЭМ - изображений образец был дополнительно изучен методом ПЭМ, который представлен на рисунке 4. Как видно из рисунка, образующиеся УНТ являются многостенными нанотрубками с кластерами металла внутри канала трубки. При этом диаметр канала очень узкий. Атомы углерода выстроены вокруг нанокристалла катализатора железа и размер нанотрубок зависят от размера катализатора. Режим съёмки ПЭМ позволил определить, что нанокластеры железа находятся внутри УНТ.

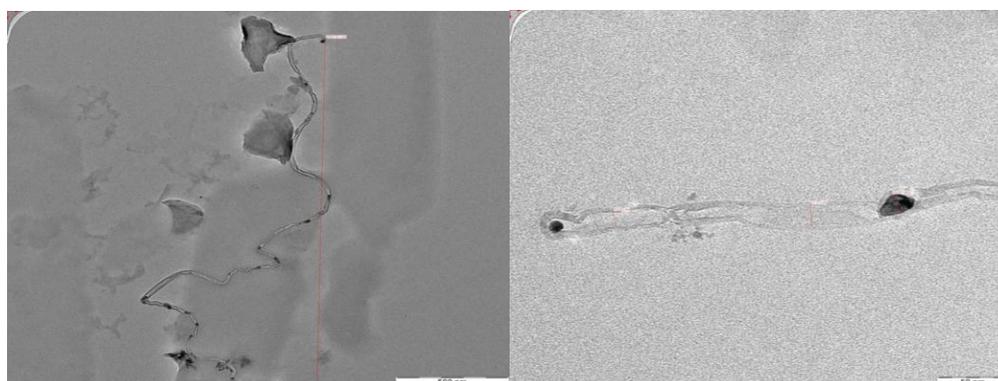


Рисунок 4 – ПЭМ изображение полученных нанотрубок

## Заклучение

Данный метод является дешевым и быстрым способом получения углеродных нанотрубок, имеет перспективу развивать эту методику в дальнейшем исследованиях.

По итогам исследования были получены углеродные нанотрубки диаметром от 11,52 нм до 56,28 нм. Определено, что углеродные нанотрубки выросли неориентированном направлении, так как частицы катализаторов смешанный с частицами углерода находится в разных расстояниях друг от друга.

По результатам ПЭМ исследования можем сказать, что диаметры нанотрубки зависят от диаметров катализатора. Чем меньше диаметр катализатора, тем меньше диаметр нанотрубки. В результате анализа установлено, что внутренняя сторона трубки пуста и имеет многослойные стенки которые характерно для углеродных нанотрубок.

## Литература

1. Hildago-Oporto, P., Navia, R., Hunter, R., Coronado, G., & Gonzalez, M. E. Synthesis of carbon nanotubes using biochar as precursor material under microwave irradiation. *Journal of Environmental Management* - 2019, 244, 83–91. doi:10.1016/j.jenvman.2019.03.082
2. Vázquez, E., & Prato, M. Carbon Nanotubes and Microwaves: Interactions, Responses, and Applications. *ACS Nano* - 2009. , 3(12), 3819–3824. doi:10.1021/nn901604j
3. Zhang, J., Tahmasebi, A., Omoriyekomwan, J. E., & Yu, J. Production of carbon nanotubes on bio-char at low temperature via microwave-assisted CVD using Ni catalyst. *Diamond and Related Materials* - 2019, 91, 98–106. doi:10.1016/j.diamond.2018.11.012
4. Mubarak, N. M., Sahu, J. N., Abdullah, E. C., Jayakumar, N. S., & Ganesan, P. Single stage production of carbon nanotubes using microwave technology. *Diamond and Related Materials* - 2014, 48, 52–59. doi:10.1016/j.diamond.2014.07.005
5. Методы синтеза углеродных нанотрубок  
[https://studbooks.net/1672942/tovarovedenie/metody\\_sinteza\\_uglerodnyh\\_nanotrubok](https://studbooks.net/1672942/tovarovedenie/metody_sinteza_uglerodnyh_nanotrubok)  
14.03.2021.
6. Углеродные нанотрубки <https://slide-share.ru/uglerodnie-nanotrubki-121934> 14.03.2021.

**Н. Бахытулы, Д.У. Смагулов, Кенжегулов А.К.**

### **Микротолқындармен сәулелендіру әдісімен көміртекті нанотүтікшелерді алу**

**Түйіндеме.** Мақалада микротолқынды сәулелену әдісімен көміртекті нанотүтікшелерді алу тәжірибесінің нәтижелері келтірілген. Эксперимент Малайзия, Пенанг қаласы, Малайзия ғылыми университетінің физика мектебінің зертханаларында жүргізілді. Графит ұнтағы көміртектің бастапқы материалы үшін пайдаланылды және ферроцен ұнтағы катализатор үшін таңдалды. Микротолқындардың көзі 800W микротолқынды пешпен таңдалды. сәулелендірілген үлгілер сканерлеуші электронды микроскоппен және мөлдір электронды микроскоппен зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша сәулеленудің оңтайлы уақыты және бастапқы материалдардың қажетті концентрациясы анықталды.

**Түйінді сөздер:** Нанотүтікшелер, микротолқындар, графит, ферроцен, электронды микроскопия.

**N. Bakhytuliy, D.U. Smagulov, Kenzhegulov A.K.**

### **Production of carbon nanotubes by microwave irradiation**

**Abstract:** The article presents the results of an experiment on obtaining carbon nanotubes by microwave irradiation. The experiment was carried out in the laboratories School of Physics, University Sains Malaysia, Penang, Malaysia.. Graphite powder was used for the carbon starting material, and ferrocene powder was chosen for the catalyst. An 800W microwave oven was chosen as the source of microwaves. The irradiated samples were examined with a scanning electron microscope and a transmission electron microscope. As a result of the study, the optimal irradiation time and the required concentration of the starting materials were determined.

**Keywords.** Nanotubes, microwaves, graphite, ferrocene, electron microscopy.

**А.Б.Қамбарова**

*Научный руководитель - А.Б.Лесбаев, лектор, PhD  
Sathbayev University, Республика Казахстан, г.Алматы  
Aisaulekambarova@gmail.com*

## **СИНТЕЗ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА ЗАДАНЫХ РАЗМЕРОВ МЕТОДОМ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ**

***Аннотация.** В данной работе рассмотрена история использования магнетита, а также область применения порошкового магнетита в современном мире. Приведены результаты лабораторных исследований получения порошкового магнетита по технологии химического осаждения. Эта технология основана на использовании химических реакций в водных растворах солей. После приготовления раствора солей металлов создаются подходящие условия для осаждения и добавляется вещество-осадитель, в данном случае был использован аммиак, и проводят осаждение порошка оксида металла. В качестве исходного материала использованы: сульфат железа и треххлористое железо. Средний размер полученных частиц регулируется температурой и скоростью осаждения, составляет от 11 нм до 21 нм. С последующей промывкой и высушиванием в сушильном шкафу был получен металлический нанопорошок - магнетит.*

***Ключевые слова:** оксид железа, метод химического осаждения, наночастицы, сульфат железа, треххлористое железо.*

**Теоретическая часть.** Магнетит древний камень, первые упоминания о котором были еще в Древней Греции. Он имел большой спрос у людей Средневековья. В то время камень использовали в качестве компаса для определения направления движения. Также в то время на территории Центральной Америки жили племена ольмеков, которые использовали магнетит для изготовления фигурок, имеющих различные символы. Другие народы камень чаще использовали для получения зеркал.

Сейчас магнетит может быть использован в ювелирном деле для производства мужских и женских украшений. В химической промышленности находит применение в получении ванадия и фосфора. Находит применение даже в лечебных целях.

В современном мире магнетит является одним из необходимых наноматериалов. По этой причине пути получения магнетита имеют особое значение в науке. Есть три основных пути получения порошков магнетита: жидкофазное горение, химическое осаждение и лазерное распыление. При химическом осаждении процесс получения магнетита является длительным, так как состоит из нескольких этапов: смешивание реактивов, добавление аммиака при постоянном смешивании, промывка раствора и высушивание.

**Экспериментальная часть.** Для начала работы требуются следующие химические приборы и оборудования: термометр, аналитические часы, обогреваемая магнитная мешалка, термостойкие колбы объемом 1 литр, измерительная посуда, делительная воронка, штатив и сушильный шкаф. Также необходимы чистые химические реактивы сульфата железа, треххлористое железо и 25%-ный водный раствор аммиака.

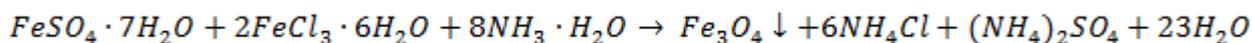


Рисунок 13 - Треххлористое железо

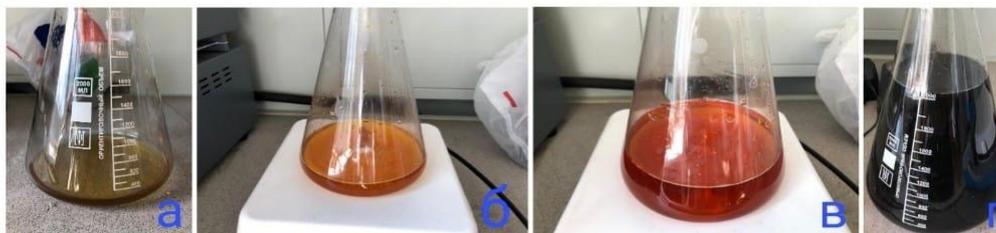


Рисунок 14 - Семиводный сульфат железа

Для начала процесса синтеза нужно подготовить два водных раствора железа. С целью получения водного раствора сульфата железа с молярной массой 0.2 моль/литр, 9,032 г  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  растворили в 162 мл дистиллированной воды. Для получения водного раствора треххлористого железа с молярной массой 0.32 моль/литр, 14,5 г  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  растворили в 162 мл дистиллированной воды. Растворы смешали и добавили в термостойкую колбу. Полученный водный раствор солей железа равномерно перешивали на магнитной мешалке при постоянной температуре 50°C. В смешиваемый раствор, со скоростью 1 капля в секунду, с помощью делительной посуды и системы добавили 200 мл 25 %-ного водного раствора аммиака  $NH_4OH \cdot H_2O$ . После полного прокапывания водного раствора аммиака  $NH_4OH \cdot H_2O$ , перемешивали раствор дополнительно в течение 20 минут для полного прохождения реакции и образования наночастиц магнетита. Реакция, по которой проходит процесс образования наночастиц магнетита:



Полученный осадок оксида железа отфильтровывали, промывая дистиллированной водой до нейтральной среды. После промывания сушили до полного испарения воды в сушильном шкафу при температуре 70°C. По проведенным исследованиям было показано, что данным методом можно синтезировать до 8 г наночастиц магнетита.



а,б - водные растворы сульфата железа и треххлористого железа; в – смешанный раствор сульфата и хлорида железа; г – раствор с наночастицами магнетита

Рисунок 15 - Внешний вид приготовленных водных растворов солей железа



Рисунок 16 Полученный порошок магнетита

**Заключение.** По окончании работы был получен порошок черного цвета, как показан на рисунке 4. В результате изучения литературы было известно, что можно синтезировать порошки магнетита со средним размером от 11 до 21 нм. Размеры могут изменяться при регулировании температуры реакции и модификации поверхности. В магнетите имеется высокое содержание железа, поэтому может широко использоваться для производства стали и очистки воды. Также магнетит обладает высоким магнетизмом, благодаря чему он используется в медицине и для удаления остатков загрязнений. Так как магнетит черного цвета, то поглощает свет лучше. Поэтому этот оксид железа является простым и точным способом получения черного цвета. Производство магнитной ленты является еще одной отраслью применения магнетита. Большинство компаний используют магнитные ленты для записи и хранения данных. Магнетит имеет широкий спектр применения и может использоваться в бумажной, нефтехимической промышленности, также в производстве пестицидов для очистки от загрязняющих веществ и загрязнений. Получение магнетита методом химического осаждения является более простым способом, хоть и длительным.

#### **Литература:**

1. Лесбаев А.Б. Композиционные материалы с суперпарамагнитными добавками, экранирующие СВЧ-излучение // Диссертация на соискание степени доктора. - Алматы, 2018.
- 2.<https://catalogmineralov.ru/mineral/magnetite.html>
- 3.<https://minermilling.com/ru/другие-продукты/магнети..>

#### **А.Б.Қамбарова**

##### **Магнетит нанобөлшектерінің берілген өлшемдерінде химиялық тұндыру әдісі бойынша синтезі**

**Түйіндеме.** Бұл мақалада магнетитты қолдану тарихы, сонымен қатар ұнтақ магнетитты заманауи кезде пайдалану салалары қолданылады. Химиялық тұндыру технологиясын қолдана отырып ұнтақ магнетит өндірісі бойынша зертханалық нәтижелері келтірілген. Бұл технология сулы тұзды ерітінділердегі химиялық реакцияларды қолдануға негізделген. Металл тұзды ерітіндісі дайындалғаннан кейін тұндыруға қолайлы жағдайлар жасалады және тұндырғыш қосылады, бұл жағдайда аммиак қолданылып, металл оксидінің ұнтағы тұндырылады. Қолданылатын бастапқы материал: темір сульфаты және темір хлориді. Алынған бөлшектердің орташа мөлшері 11нм-ден 22нм-ге дейінгі температура мен тұндыру жылдандығымен бақыланады. Кептіргіш пеште жуып, кептіргеннен кейін металл нано ұнтағы - магнетит алынды.

**Түйінді сөздер:** темір оксиді, химиялық тұндыру тәсілі, нанобөлшектер, темір сульфаты және темір хлориді.

#### **A.B.Kambarova**

##### **Synthesis of magnetite nanoparticles of specified sizes by the method of chemical deposition**

**Annotation.** This paper discusses the history of magnetite use, as well as the field of application of powder magnetite in the modern world. The results of laboratory studies of the production of powder magnetite using chemical deposition technology are presented. This technology is based on the use of chemical reactions in water solutions of salts. After the preparation of the solution of metal salts, suitable conditions for deposition are created and the precipitating agent is added, in this case ammonia was used, and the metal oxide powder is deposited. Iron sulfate and three-chlorine iron are used as the source material. The average size of the particles obtained is regulated by

temperature and deposition rate, ranging from 11 nm to 21 nm. With the subsequent washing and drying in the drying cupboard was received a metal nano powder - magnetite.

**Key words:** iron oxide, chemical deposition, nanoparticles, ferrous sulfate, three-chlorine iron.

УДК 539.23:621.793

**Е.Ю. Кедрук<sup>1</sup>, М.Б. Айтжанов<sup>2</sup>, Ж.У. Палтушева<sup>1</sup>, Л.В. Гриценко<sup>1</sup>,  
Х.А. Абдуллин<sup>2</sup>**

*Научный руководитель – Л.В. Гриценко, ассоц. профессор, доктор PhD  
<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*<sup>2</sup>Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа при КазНУ  
им. аль-Фараби, пр. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы*

*E-mail: [janegirl10@mail.ru](mailto:janegirl10@mail.ru)*

## **ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОСТЕРЖНЕЙ ОКСИДА ЦИНКА**

**Аннотация.** В данной работе изучена фотокаталитическая активность, морфология и структурные свойства наностержней оксида цинка, синтезированных низкокзатратным методом химического осаждения. Изучено влияние температурного отжига на фотокаталитические свойства ZnO. Полученные материалы демонстрируют фотокаталитическую активность, что позволяет использовать их в качестве каталитически активных веществ.

**Ключевые слова:** метод химического осаждения, наностержни ZnO, термическая обработка, фотокаталитическая активность.

### **Введение**

Отходы текстильной промышленности оказывают существенный вред здоровью человека и окружающей среде [1]. Органические красители экологически опасны, так как нарушают баланс жизни водоёмов и их обитателей [2]. Оксидные полупроводниковые материалы демонстрируют высокую фотокаталитическую активность при разложении вредных органических веществ. Оксид цинка (ZnO) является широкозонным полупроводником ( $E_g \approx 3,37$  эВ) n-типа с высокой энергией связи экситона (60 мэВ), обладающий высокой термомеханической стабильностью, пьезоэлектрическими [3], оптоэлектронными [5] и ферромагнитными свойствами [6]. В последнее время большой интерес исследователей к наноструктурам ZnO вызван ввиду его высокой фотокаталитической активности [7].

### **Описание эксперимента**

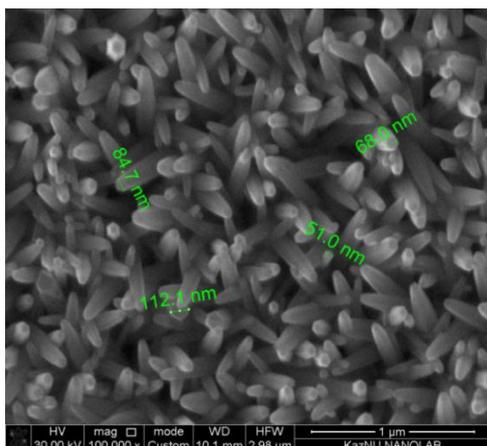
В данной работе наноструктурированные слои оксида цинка были синтезированы методом химического осаждения. На первоначальном этапе на предварительно очищенные стеклянные слайды наносился затравочный слой согласно золь-гель технологии, способствующий дальнейшему равномерному ориентированному росту плёнок ZnO в ходе синтеза. Раствор золя был получен при растворении ацетата цинка ( $Zn(CH_3COO)_2$ ) в этиловом спирте. Золь распределялся на поверхности подложек, после чего они подвергались финишному отжигу при температуре 450°C в течение одного часа в муфельной печи.

Синтез проводился в стеклянном стакане на паровой бане в течение двух часов на магнитной мешалке с подогревом при температуре 90°C. Рост стержней ZnO осуществлялся в водном растворе, содержащем 75мМ нитрата цинка  $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$  и 75мМ гексаметилентетрамина  $C_6H_{12}N_4$ . Образцы располагались под небольшим углом к вертикали, лицевой стороной обращённые к стенкам стакана. По окончании синтеза образцы были

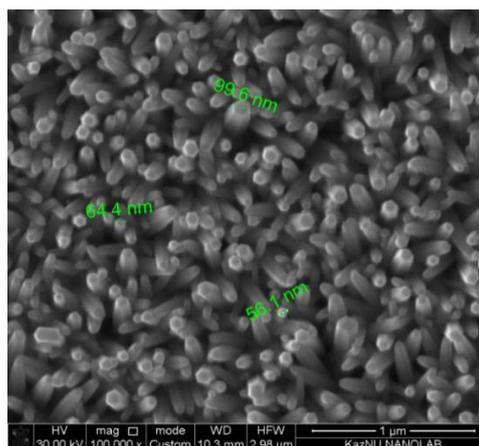
промыты дистиллированной водой и затем высушены в сушильном шкафу при температуре 110–115 °С. Часть синтезированных образцов была подвергнута термическому отжигу в муфельной печи при температуре 450°С в течение одного часа.

### Обсуждение полученных результатов

Результаты исследования электронной микроскопии, проведённые с использованием электронного растрового микроскопа Quanta 200i 3D (FEI Company), показали, что полученные образцы представляют собой однородные по всей поверхности образца слои, состоящие из сросшихся у основания стержней, ориентированных перпендикулярно основанию подложки (рисунок 1).



a



b

Рисунок 1 – Морфология образцов ZnO; 1. исходные; 2. подвергнутые термическому отжигу в муфельной печи при температуре 450°С в течение одного часа

Кристаллическая структура синтезированных образцов ZnO сразу после синтеза и после термической обработки была изучена с помощью дифракции рентгеновских лучей (XRD). Измерения XRD проводились при одних и тех же условиях. Присутствующие дифракционные пики указывают на гексагональную структуру вюрцита исследуемых образцов. Дифрактограммы показывают, что образцы имеют преимущественную (002) ориентацию (рисунок 2). Влияние термической обработки практически не сказалось на морфологии и на структурных свойствах образцов.

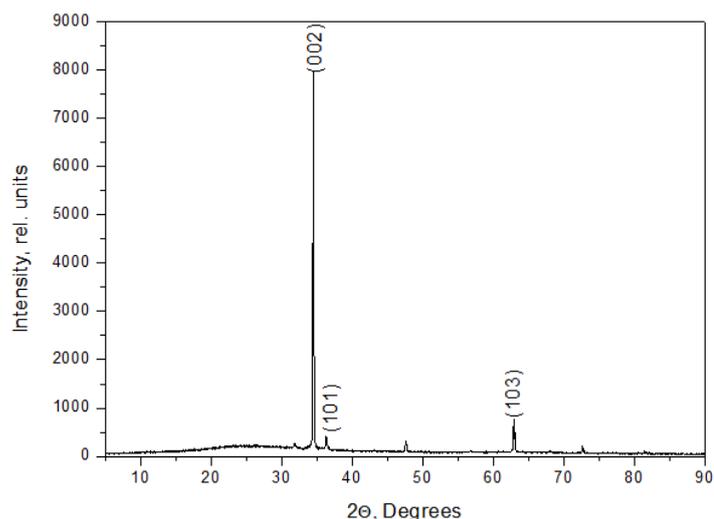


Рисунок 2 – Дифрактограмма исходного образца ZnO

Фотокаталитическая активность синтезируемых образцов была изучена при деградация красителя RhB на поверхности ZnO под воздействием УФ-освещения путём измерения спектров оптической плотности. Забор проб раствора RhB для измерения спектров оптической плотности осуществлялся через каждые 30 минут в течение 2.5 часов (рисунок 3). Кинетические кривые при фотодеградации красителя RhB в присутствии ZnO образцов как функция времени при УФ-освещении показаны на рисунке 4. С увеличением времени экспонирования интенсивность поглощения RhB постепенно снижается в присутствии ZnO, что свидетельствует об уменьшении концентрации красителя RhB. Относительная концентрация красителя RhB уменьшается с увеличением времени экспозиции.

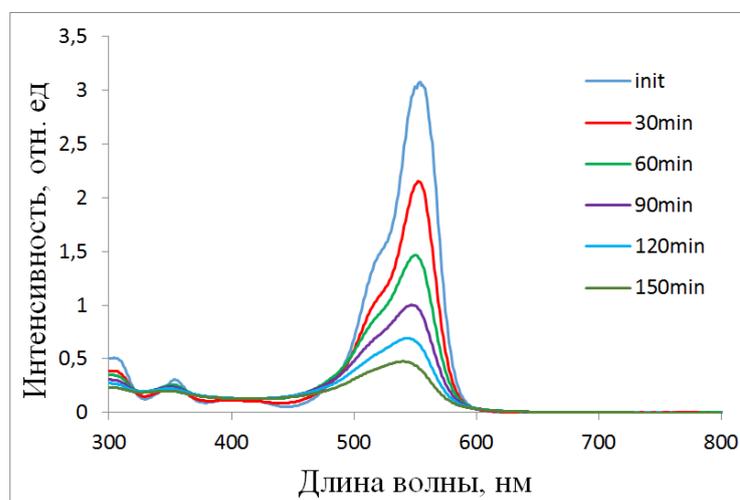


Рисунок 3 – Изменение спектров оптической плотности водного раствора RhB с образцом наностержней ZnO при УФ-освещении в течение 150 мин

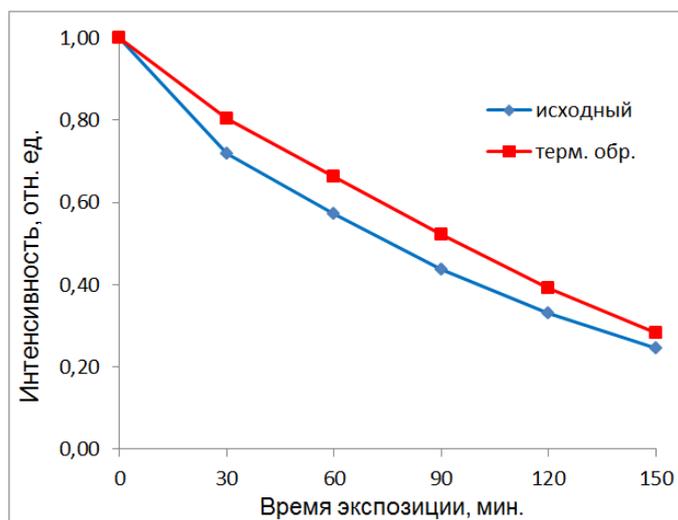


Рисунок 4 – Кинетические кривые при деградации раствора родамина-В в присутствии ZnO образцов под действием УФ-излучения

Отмечено, что большей фотокаталитической активностью обладали исходные образцы. Обработка в атмосфере в течение часа при 450°С приводит к уменьшению активности образцов ZnO. Полученные материалы демонстрируют фотокаталитическую активность, что позволяет использовать их в качестве каталитически активных веществ. При этом деградация красителя RhB происходила активнее на исходных образцах ZnO.

Данные исследования были профинансированы Комитетом науки МОН РК (ИРН проекта AP08856173).

#### Литература:

- [1] Hoffman M.R., Martin S.T., Choi W., Bahnemann D.W. Chem. Rev. – 1995. – 95. – P.69–96.
- [2] Ameen S., Akhtar M.S., Kim Y..S, Shin H.S. Appl. Catal. B: Environ. – 2011. – 103. –P.136–42.
- [3] Wang Z.L., Song J.H. Science. – 2006. – 12. – P.242–246.
- [5] Zhang P., Zhou G.D., Gong H.B., Xu H.Y., Nakamura D., Okada T., et al. Sci. Adv. Mater. – 2012. – 4. – P.455–462.
- [6] Straumal B.B., Protasova S.G., Mazilkin A.A., Myatiev A.A., Straumal P.B., Schutz G., et al. J Appl. Phys. – 2010. – 108. – P.073923–073926.
- [7] Xiaoqing Chen, Zhansheng Wu, Dandan Liu and Zhenzhen Gao Preparation of ZnO Photocatalyst for the Efficient and Rapid Photocatalytic Degradation of Azo Dyes Nanoscale Research Letters. – 2017. – 12. – P.143.

**Е.Ю. Кедрук, М.Б. Айтжанов, Ж.У. Палтусева, Л.В. Гриценко, Х.А. Абдуллин**

#### **Термиялық өңдеудің мырыш оксидінің нанородтарының фотокаталитикалық қасиеттеріне әсері**

**Аңдатпа:** Бұл жұмыста біз мырыш оксидінің химиялық шөгінді әдісімен синтезделген нанородтарының фотокаталитикалық белсенділігін, морфологиясын және құрылымдық қасиеттерін зерттедік. ZnO-ның фотокаталитикалық қасиеттеріне термиялық күйдірудің әсері зерттелген. Алынған материалдар фотокаталитикалық белсенділікті көрсетеді, бұл оларды каталитикалық белсенді заттар ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** химиялық тұндыру әдісі, ZnO нанородтары, термиялық өңдеу, фотокаталитикалық белсенділік.

**Y.Y. Kedruk, M.B. Aitghanov, Zh.U. Paltusheva, L.V. Gritsenko, Kh.A. Abdullin**

#### **Effect of heat treatment on the photocatalytic properties of zinc oxide nanorods**

**Abstract:** In this work, we studied the photocatalytic activity, morphology, and structural properties of zinc oxide nanorods synthesized by a low-cost chemical deposition method. The effect of thermal annealing on the photocatalytic properties of ZnO has been studied. The obtained materials demonstrate photocatalytic activity, which allows them to be used as catalytically active substances.

**Key words:** chemical deposition, ZnO nanorods, heat treatment, photocatalytic activity.

УДК 538.97;539.23;539.216.1

**Кудабаева М.А., Рягузов А.П., Бахытулы Н.**

*Научный руководитель – Рягузов А.П., к.ф.-м.н., ВНС ННЛОТ  
Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа,  
КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан  
[madina.kudabaeva90@gmail.com](mailto:madina.kudabaeva90@gmail.com)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ЭЛЕКТРОННЫХ СВОЙСТВ КРЕМНИЯ, СОДЕРЖАЩЕГО АМОРФНЫЕ АЛМАЗОПОДОБНЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ ПЛЕНКИ**

***Аннотация.** В данной работе рассматриваются пленки аморфного алмазоподобного углерода, модифицированные кремнием, полученные методом магнетронного ионно-плазменного со-распыления комбинированной мишени в атмосфере аргона. Исследованы топография и фазовый контраст поверхности пленок методом атомно-силовой микроскопии. Кроме этого, изучена проводимость и ширина запрещенной зоны пленок. Показано, что увеличение концентрации кремния приводит к уменьшению проводимости пленок. Согласно полученным значениям  $E_g$  показано, что матрица пленок формируется такими элементами структуры SiC как 3C, 4H и 6H в зависимости от концентрации кремния.*

***Ключевые слова:** кремний содержащие аморфные алмазоподобные углеродные пленки, атомно-силовая микроскопия, рамановская спектроскопия*

### **Введение**

Аморфные алмазоподобные углеродные (DLC) пленки являются перспективным материалом в качестве антифрикционного твердого покрытия, устойчивого к активным химическим средам. Большой интерес вызывают структуры на основе карбида кремния. SiC является важным материалов в создании высокочастотных устройств. В работе рассмотрена возможность синтеза кремний содержащих алмазоподобных углеродных пленок, выявление их структуры и электронных свойств. Карбид кремния может принимать различные модификации структуры, из которых основными являются 3C (гранцентрированная кубическая), 4H и 6H (гексагональные структуры). Данные структуры обладают индивидуальными электронными свойствами [1]. Введение структурных единиц в аморфную углеродную матрицу должно приводить к существенному изменению структуры и свойств синтезируемых углеродных пленок.

**Методы исследования:** Синтез наноструктурированных  $a-C_xSi_{1-x}$  пленок, с максимальной концентрацией кремния до 8 ат.%, осуществлялся методом магнетронного ионно-плазменного со-распыления комбинированной мишени углерода и кремния (100).

Концентрация кремния в аморфной алмазоподобной углеродной пленке определялась методом энергодисперсионного анализа на установке растрового электронного микроскопа Quanta 200i 3D (FEI Company, USA). Относительные концентрации составов  $a-C_{1-x}Si_x$  пленок приведены в таблице 1. Исследования топографии поверхности и фазового контраста пленок проводили на атомно-силовом микроскопе Spectra (NT-MDT, Russia). Кроме этого были проведены исследование локальной структуры методом рамановской спектроскопии на установке Spectrum (NT-MDT, Russia). Оптические свойства пленок исследованы на спектрофотометре Lambda 35.

Таблица 1. Концентрация составов а-C<sub>1-x</sub>:Si<sub>x</sub> пленок

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$X=X_{Si}/(X_C+X_{Si})$	0	0.04	0.05	0.06	0.07	0.10	0.11	0.12	0.16

**Результаты и обсуждения:**

На рисунке.1 в качестве примера показана топография а) поверхности синтезированной а-C:Si<sub>0,16</sub> пленки и фазовый контраст б). Как видно из рисунка 1(а) структура пленки глобулярная, отсутствие существенного цветового контраста на рисунке.1(б) по всей поверхности указывает на равномерность распределения электронной плотности по поверхности синтезируемых пленок. Исследования рамановской спектроскопии показали, что увеличение содержание кремния в углеродной матрице приводит к смещению основного G пика в низкочастотную область от 1550 см<sup>-1</sup> в чистой пленке, до 1510 см<sup>-1</sup> в а-C:Si<sub>0,16</sub> пленке. При этом наблюдаем существенное уменьшение интенсивности в низкочастотной области D пика. Это говорит об уменьшении в структуре гексагональных колец из атомов углерода. Т.е. атомы кремния существенно изменяют условия формирования структуры.

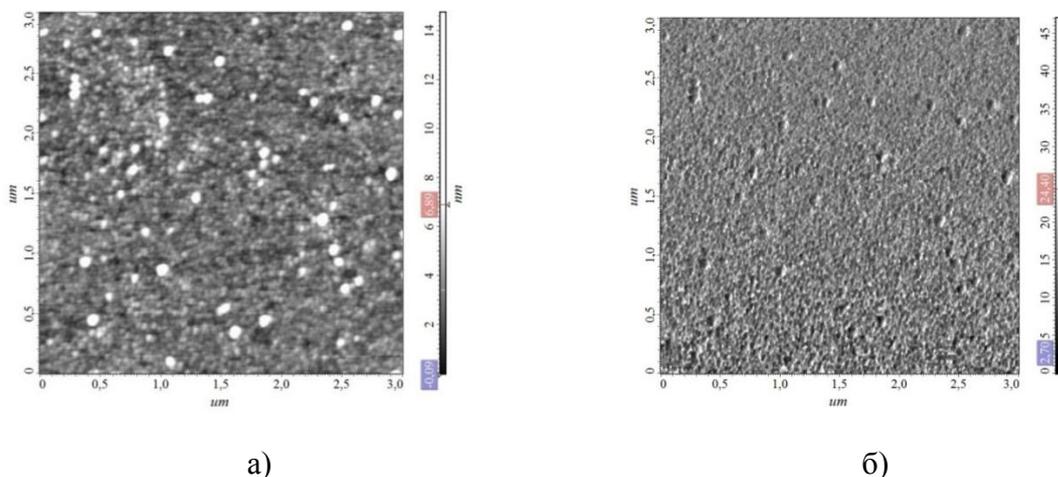


Рисунок 1 – АСМ поверхности а-C:Si<sub>0,16</sub> пленки:

а) топография поверхности и б) фазовый контраст

Исследование оптических свойств показало, что ширина запрещенной зоны аморфного алмазоподобного углерода существенно зависит от концентрации кремния, как показано на рисунке 2. На рисунке можно выделить 3 области, которые можно разделить согласно изменению ширины запрещенной зоны. Как известно [1] существующие основные структуры SiC: I-3C, II-6H и III-4H, имеют соответствующие значения запрещенной зоны. Таким образом, в углеродной матрице встраивание атомов кремния в зависимости от концентрации приводит к образованию разных структурных элементов, что приводит к изменению распределения электронной плотности в зонах.

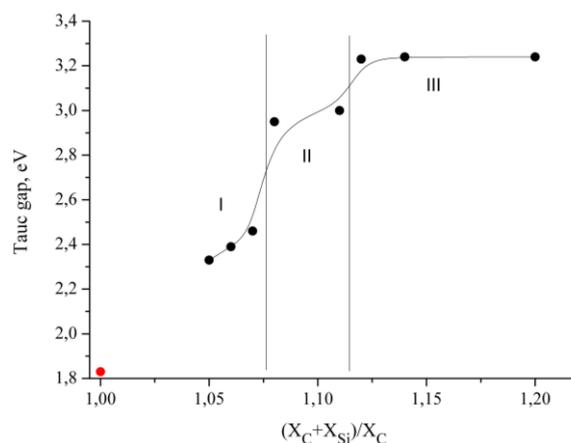


Рисунок 2 – Зависимость ширины запрещенной зоны а-C<Si> пленок от концентрации кремния

Исследования проводимости образцов показало, что увеличение концентрации кремния приводит к увеличению сопротивления и при относительной концентрации более 0,05 пленка а-C<Si> приобретает диэлектрические свойства. На рисунке 3 приведена зависимость проводимости а-C<Si> пленок от концентрации кремния. Как видно из рисунка проводимость пленок уменьшается на три порядка от  $10^{-7}$  до  $10^{-10}$  S/cm. При относительной концентрации кремния в пленках более 0,6 проводимость практически отсутствует т.к.  $E_g \geq 3$  эВ.

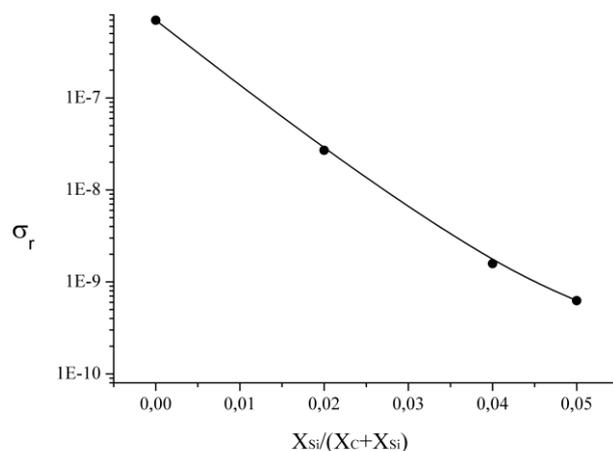


Рисунок. 3 – Зависимость проводимости а-C<Si> пленок от концентрации кремния

### Заключение

Исследования показали, что при сравнительно небольших концентрациях кремния в DLC пленках, возможно, существенно управлять их структурой и электронными свойствами. В матрице аморфных алмазоподобных углеродных пленках в процессе синтеза происходит формирование различных элементов структур SiC в зависимости от концентрации кремния. Это позволяет формировать модифицированные а-C<Si> пленки с различной оптической шириной запрещенной зоны и управлять их электронными свойствами.

### Литература

1. J.V.Casady, R.W.Johnson // Solid-State Electronics 1996. V. 39, No. 10, P. 1409
2. Choyke W.J., Pensl G. Material research society Bulletin, Vol. 22, is. 3, 1997, P. 25-29.

3. Васильев В.А., Волков А.С., Мусабеков Е., Теруков Е. И. Письма в ЖТФ, том 14, вып. 18, 1988
4. Konshina E. A. Semiconductors, Vol. 33, is. 4, 1999, pp. 451-45
5. Ferrari A.C., Robertson J. Phil. Trans. R. Soc. Lond. A 2004 362, pp. 2477-2512
6. Tomastik J., Ctvrtlik R., Ingr T., Manak J., Opletalova A. Scientific Reports, Vol 8, №10428, 2018, P. 1-17
7. Ferrari A.C., Robertson J. Phys. Rev. B, Vol. 61, № 20, 2000, pp. 14095-14107

**Кудабаева М.А., Рягузов А.П., Бахытулы Н.**

**Аморфты алмас тәрізді көміртекті қабыршақтары бар кремнийдің құрылымы мен электронды қасиеттерін зерттеу**

**Түйіндеме.** Бұл жұмыста аргон атмосферасында біріккен нысанды магнетронды ионды-плазмамен қоса шашырату арқылы алынған, кремниймен модификацияланған аморфты алмас тәрізді көміртектің пленкаларын қарастырамыз. Қабыршақ бетінің топографиясы мен фазалық контрастын атомдық микроскопия арқылы зерттелді. Сонымен қатар, қабыршақтардың өткізгіштігі мен диапазонының алшақтығы зерттелді. Кремний концентрациясының жоғарылауы пленкалардың өткізгіштігінің төмендеуіне әкелетіні көрсетілген. Алынған  $E_g$  шамаларына сәйкес, пленкалардың матрицасын SiC құрылымының 3C, 4H және 6H сияқты элементтері кремний концентрациясына байланысты құрайтыны көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** құрамында аморфты алмас тәрізді көміртегі қабықшалары бар кремний, атомдық күш микроскопиясы, раман спектроскопиясы

**Kudabayeva M.A., Ryaguzov A.P., Bakhytuly N.**

**Study of the structure and electronic properties of silicon containing amorphous diamond-like carbon films**

**Abstract:** In this paper, we consider films of amorphous diamond-like carbon modified with silicon, obtained by magnetron ion-plasma co-sputtering of a combined target in an argon atmosphere. The topography and phase contrast of the film surface were investigated by atomic force microscopy. In addition, the conductivity and band gap of the films were studied. It is shown that an increase in the silicon concentration leads to a decrease in the conductivity of the films. According to the obtained  $E_g$  values, it is shown that the matrix of the films is formed by such elements of the SiC structure as 3C, 4H, and 6H, depending on the silicon concentration.

**Keywords:** silicon containing amorphous diamond-like carbon films, atomic force microscopy, Raman spectroscopy

УДК 539.23:621.793

**Ж.У. Палтушева, Л.В. Гриценко**

*Научный руководитель - Л.В. Гриценко, PhD, ассоциированный профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

[zhaniya.paltusheva@gmail.com](mailto:zhaniya.paltusheva@gmail.com)

**ПРИМЕНЕНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОГО ОКСИДА ЦИНКА В  
БИОСЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВАХ**

**Аннотация.** В последние годы значительно возросло количество работ и исследований в области создания биосенсоров и изучения новых сенсорных материалов, а также различных подходов, направленных на улучшение аналитических характеристик сенсоров, изготовленных на основе наноматериалов с использованием нанотехнологий. Благодаря своей биосовместимости, химической стабильности, электрохимической активности, высокой подвижности электронов, простоты синтеза различными методами и высокого отношения поверхности к поверхности, ZnO является отличным кандидатом для изготовления биосенсорных устройств. В данной статье рассматриваются типы биосенсоров, принципы работы биосенсоров, ключевые моменты процесса иммобилизации, ответственные за работу биосенсора, а также механизм взаимодействия между биомолекулами и ZnO. Кроме того, представлены последние достижения в развитии платформ биосенсоров на основе ZnO.

**Ключевые слова:** оксид цинка, биосенсор, глюкоза, наноматериалы, электрод.

По данным Всемирной организации здравоохранения, 422 миллиона человек ( $\approx 5\%$  населения мира) страдают диабетом. По прогнозам исследователей, диабет станет седьмой по значимости причиной смерти. Он опасен своими осложнениями: сердечно-сосудистыми заболеваниями, слепотой, риском ампутации, почечной недостаточностью и т. д. Уровень концентрации глюкозы в крови является ключевым параметром для пациентов с диабетом, так как позволяет вовремя отсрочить осложнения со здоровьем. Однако концентрация глюкозы в крови является чрезвычайно изменчивым параметром, требующим регулярных измерений. Это привело к созданию первых биосенсоров для анализа уровня глюкозы в крови, созданных в 1960 году доктором Леландом Кларком [1]. Стоит отметить, что рынок биосенсоров превышает 15 миллиардов долларов США в год [2].

В типичном биосенсоре биорецепторные молекулы, такие как ферменты, олигонуклеотиды, клетки, антитела и т.д., могут распознавать желаемые аналиты. Помимо молекул биорецепторов, датчик является важным компонентом, который преобразует биохимический сигнал в электронный сигнал путем взаимодействия биорецепторов с аналитами. Генерируемый сигнал может быть прямо или обратно пропорционален концентрации желаемого аналита. Элементами преобразователя могут быть электрический ток, электрический потенциал, интенсивность и фаза электромагнитного излучения, масса, проводимость, температура, вязкость и т. д. Чувствительность и специфичность являются двумя основными параметрами биосенсора. В первую очередь на чувствительность влияет рецептор, такой как антитела, нуклеиновая кислота, фермент, микробы, а также процесс иммобилизации рецептора, в то время как на специфичность влияет доступная комбинация между секциями биологического распознавания и зондирования (Рисунок 1).

Типы биосенсоров можно разделить на категории на основе датчиков и элементов биораспознавания, которые используются для изготовления биосенсора. По типу преобразователя биосенсор может быть электрохимическим [3], оптическим [4], калориметрическим [5], пьезоэлектрическим [6] и термоэлектрические [7]. По типу распознающих элементов биосенсоры можно разделить на ферментативные, ДНК- или РНК-биосенсоры, иммуносенсоры, микробные биосенсоры и т.д.

Стоит отметить, что значимую роль в биосенсорике сыграли нанотехнологии, использующие технологии внутриклеточного зондирования, что привело к улучшению чувствительности, электропроводности, хорошей химической стабильности, нетоксичности, высокого отношения поверхности к объему, биосовместимости и простоты изготовления [8].



Рисунок 1. Принципиальная схема биосенсора

Оксид цинка (ZnO) очень интересен для биологического зондирования благодаря множеству полезных свойств. Это ключевой технологический материал, который в последнее десятилетие стал предметом глубоких исследований благодаря своим уникальным функциональным и наноморфологическим свойствам, считающийся одним из лидеров среди полупроводников на основе оксидов металлов из-за его удивительных физических и химических свойств. ZnO представляет собой неорганическое бинарное полупроводниковое соединение  $A^{IV}B^{VI}$  с запрещенной зоной 3,37 эВ в ближней УФ-области спектра и большой энергией связи экситона 60 мэВ при комнатной температуре [9]. Такие уникальные характеристики ZnO вызывают большой интерес у исследователей в научном сообществе с точки зрения его использования в различных электронных и оптоэлектронных приложениях. В качестве материала с широкой запрещенной зоной ZnO демонстрирует способность выдерживать высокие температуры, большие электрические поля, более высокие напряжения пробоя и работу с высокой мощностью. Таким образом, он является предпочтительным прозрачным проводящим оксидным полупроводниковым материалом современной электроники. ZnO является полупроводником n-типа из-за наличия в его кристаллической структуре межузельных атомов цинка и кислородных вакансий.

Электрохимические биосенсоры имеют преимущество перед другими аналитическими методами благодаря прямому преобразованию биологических событий в электронный сигнал с большой стабильностью. Электрохимические биосенсоры на основе ZnO эффективно используются для обнаружения большого количества аналитов, таких как глюкоза [10], мочева кислота [11], холестерин [12], ДНК [13] и аскорбиновая кислота [14].

По сути, система электрохимического биосенсора состоит из трех основных электродов, известных как сенсорные или окислительно-восстановительные электроды. Эти электроды являются рабочим электродом, противозлектродом и электродом сравнения. В процессе биохимической реакции рабочий электрод служит трансдукционным элементом. Между тем, ток подается на рабочий электрод противозлектродом, поскольку он устанавливает соединение с раствором электролита. Чтобы поддерживать стабильный потенциал, электрод сравнения держат на некотором расстоянии от места реакции. Обычно электрод сравнения изготавливается из Ag / AgCl; данные электроды должны быть как проводящими, так и химически стабильными.

Наночастицы ZnO использовались для решения нескольких задач в электрохимических биосенсорах. В работе [15] сообщается, что при использовании фермента в качестве биорецептора был сформирован барьер для транспорта электронов от слоя фермента к материалу проводящего электрода, поскольку активный центр фермента фактически был помещен внутрь белковой оболочки. Таким образом, наночастицы ZnO использовались в качестве прослойки между ферментом глюкозооксидазы (GOx) и электродом. Размер наночастиц ZnO улучшил производительность биосенсорной системы за счет эффективной адсорбции фермента на их поверхности. Авторы работы [16] предложили новый метод обнаружения аналитов для глюкозы, холестерина и мочевины с использованием полевого транзисторного биосенсора FET с вертикальным одномерным каналом ZnO. Этот метод обнаружения показал существенное увеличение тока с увеличением концентрации аналита при комнатной температуре. В работе была построена калибровочная кривая отклика изготовленного сенсора по току в зависимости от концентрации аналита. Данный биосенсор на полевых транзисторах показал 94% отклика за 50 измерений и 40 дней хранения для каждого аналита. В 2020 г. группой ученых [17] был предложен высокоэффективный биосенсор на основе нанопроволок ZnO, модифицированных графеновыми нанопластинами, демонстрирующий значительное улучшение проводимости датчиков.

В данном обзоре показано, что наноструктуры оксида цинка успешно применяются в самых разнообразных биосенсорах. Свойства оксида цинка позволяют использовать его в качестве ключевого материала биоматрицы для определения широкого круга аналитов.

Данные исследования были профинансированы Комитетом науки МОН РК (ИРН проекта AP08856173).

## Литература

- 1 Wang J. Glucose Biosensors: 40 Years of Advances and Challenges // Review Electroanalysis. - 2001.- 13. -pp. 983-988.
- 2 A.P.F. Turner. Biosensors: sense and sensibility //Chem. Soc. Rev.- 2013.- 42- pp. 3184-3196.
- 3 M.R.Mohsenia, J. B.Raooof, T.A.Aghajanzadeh, R.Ojani. Phenylketonuria monitoring in human blood serum by mosses extract/ZnO/Au nanoarrays-loaded filter paper as a novel electrochemical biosensor//Microchemical Journal. -2021.-p.160
- 4 A. Tereshchenko, M. Bechelany, R.Viter, V.Khranovskyy, V.Smyntyna, N.Starodub, R.Yakimova. Optical biosensors based on ZnO nanostructures: advantages and perspectives. A review//Sensors and Actuators. - 2016.- 229.- pp. 664-677ю
- 5 J. Arreola, M.Keusgen, T. Wagner,M.J.Schöning. Combined calorimetric gas- and spore-based biosensor array for online monitoring and sterility assurance of gaseous hydrogen peroxide in aseptic filling machines// Biosensors and Bioelectronics.- 2019.- p.143.
- 6 M.Katta, R.Sandanalakshmi. Simultaneous tropical disease identification with PZT-5H piezoelectric material including molecular mass biosensor microcantilever collection // Sensing and Bio-Sensing Research.- 2021.-p. 413.
- 7 G.G.Nestorova, B.S.Adapa, V.L.Kopparthy, E.J.Guilbeau. Lab-on-a-chip thermoelectric DNA biosensor for label-free detection of nucleic acid sequences// Sensors and Actuators. - 2016.- 225.- pp. 174-180.
- 8 V. Arabali, M. Ebrahimi, H. Karimi-Maleh, Highly sensitive determination of promazine in pharmaceutical and biological samples using a ZnO nanoparticle-modified ionic liquid carbon paste electrode // Chinese Chemical Letters.- 2016.-27.- pp.779-782.
- 9 H.A. Wahab, O. Nur, M. Willander, A.A. Salama, A.A. El Saeid, I.K. Battisha. Semiconductor ZnO nano-rods thin film grown on silver wire for hemoglobin biosensor fabrication//New J Glass Ceramics. - 2015.-5.- pp. 9-15.
- 10 F.Zhou, W.Jing, Q.Wu, W. Gao, Zh. Jiang, J.Shi, Q.Cui. Effects of the surface morphologies of ZnO nanotube arrays on the performance of amperometric glucose sensors// Materials Science in Semiconductor Processing.- 2016.- 56 .-pp.137-144.юю
- 11 Kh.Ghanbari, A.Hajian. Electrochemical characterization of Au/ZnO/PPy/RGO nanocomposite and its application for simultaneous determination of ascorbic acid, epinephrine, and uric acid// Journal of Electroanalytical Chemistry.- 2017.- 801.- pp.466-479.
- 12 C.L. Hsu, J.H. Lin, D.X. Hsu, S.H. Wang, S.Y. Lin, T.J. Hsueh. Enhanced non-enzymatic glucose biosensor of ZnO nanowires via decorated Pt nanoparticles and illuminated with UV/green light emitting diodes//Sensors and Actuators.- 2017.- 238.- pp.150-159.
- 13 M. Tak, V. Gupta, M. Toma. An electrochemical DNA biosensor based on Ni doped ZnO thin film for meningitis detection// Journal of Electroanalytical Chemistry.- 2017.- 792.-pp. 8-14.
- 14 M.Bijad, H.K.Maleh, M.A. Khalilzadeh. Application of ZnO/CNTs Nanocomposite Ionic Liquid Paste Electrode as a Sensitive Voltammetric Sensor for Determination of Ascorbic Acid in Food Samples//Food Analytical Methods .- 2013.- 6.-pp.1639-1647.
- 15 X.Ren, D. Chen, X. Meng, F. Tang, X. Hou, D. Han, L. Zhang. Zinc oxide nanoparticles/glucose oxidase photoelectrochemical system for the fabrication of biosensor// J. Colloid Interface Sci.- 2009.- 334.-pp. 183-187.
- 16 R. Ahmad, N.Tripathy, J.H. Park, Y.B.Hahn. A comprehensive biosensor integrated with a ZnO nanorod FET array for selective detection of glucose, cholesterol and urea// Chemical Communications. - 2015.- 60.-p. 51.

17 Z.Rafiee, A.Mosahebfard, M.H.Sheikhi. High-performance ZnO nanowires-based glucose biosensor modified by graphene nanoplates// Materials Science in Semiconductor Processing.- 2020.- 115.- 105116.

**Ж.У. Палтушева, Л.В. Гриценко**

**Наноқұрылымды мырыш оксидін биосенсорлық құрылғыларда қолдану**

**Аңдатпа:** Бұл жұмыс биосенсорларды құру үшін қолданылатын мырыш оксидінің қасиеттері мен сипаттамаларын шолуға арналған. Мырыш оксиді (ZnO) көптеген пайдалы қасиеттеріне байланысты зондтау үшін өте қызықты. Бұл өзінің ерекше функционалдық және наноморфологиялық қасиеттерінің арқасында соңғы онжылдықта терең зерттеудің нысанасына айналған негізгі технологиялық материал. Және бұл жұмыста биосенсорлардың түрлері, биосенсорлардың жұмыс істеу принциптері, биосенсордың жұмысына жауапты иммобилизация процесінің негізгі сәттері, сондай-ақ биомолекулалар мен ZnO өзара әрекеттесу механизмі келтірілген. ZnO биосенсорлық платформаларын дамытудағы соңғы жетістіктер ұсынылды.

**Түйінді сөздер:** мырыш оксиді, биосенсор, глюкоза, наноматериалдар, электрод.

**Zh.U. Paltusheva, L.V.Gritsenko**

**Application of nanostructured zinc oxide in biosensor devices**

**Abstract:** In recent years, the number of works and research in the field of creating biosensors and studying new sensor materials, as well as various approaches aimed at improving the analytical characteristics of sensors based on nanomaterials using nanotechnology, has significantly increased. Due to its biocompatibility, chemical stability, electrochemical activity, high electron mobility, ease of synthesis by various methods, and high surface-to-surface ratio, ZnO is an excellent candidate for the manufacture of biosensor devices. The types of biosensors, the principles of biosensor operation, the key points of the immobilization process responsible for the operation of the biosensor, as well as the mechanism of interaction between biomolecules and ZnO are discussed in this article. In addition, the latest advances in the development of ZnO-based biosensor platforms are presented.

**Keywords:** zinc oxide, biosensor, glucose, nanomaterials, electrode.

УДК 539.217.1;542.06

**А.А. Кенжебаева**

*Научный руководитель – Ч.Б. Даулбаев, магистр естественных наук*

*Satbayev University, г. Алматы, Казахстан.*

[adelya.j@yandex.kz](mailto:adelya.j@yandex.kz)

**ПОЛУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМОВАНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ВОДЫ**

**Аннотация.** Проблема водородной энергетики включает в себя много аспектов, но прежде всего, это приемлемые способы генерации водорода. Одним из таких способов является фотокаталитическое разложение воды в соответствующих системах с использованием наноразмерных полупроводников. В виду обозримой перспективы в усовершенствовании процесса выделения водорода этим путём в работе рассматривается эффективность получения наноструктур для фотокатализа воды методом электроформования полимерных волокон с добавлением SrTiO<sub>3</sub>.

**Ключевые слова.** Водород, фотокатализ, электроформование, титанат стронция, фотокатализатор.

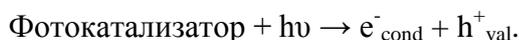
На сегодняшний день, существует огромное количество типов возобновляемых источников энергии, некоторые из которых уже широко используются, такие как солнечная и ветряная энергетика, в то время как другие требуют дополнительных научных исследований для широкомасштабного применения. Водород относится к последним, однако успехи в развитии водородных технологий продемонстрировали, что использование водорода и водородсодержащего топлива приводит к качественно новым показателям в работе энергетических систем. Помимо того, что водород хорошо адаптирован к топливным

элементам и может длительно храниться без потерь, при прямом сгорании он производит меньше загрязняющих веществ, чем другие виды топлива, особенно сернистые [1]. Водород может играть ключевую роль в замене моторных топлив для автомобильных, судоходных, железнодорожных и авиационных транспортных средств, используя, к примеру, метод Power-to-Gas [2]. Также сообщалось, что гибридные солнечно-ветро-водородные энергоустановки на топливных элементах могут способствовать максимальной конвертации энергии [3].

Источником около 48% произведённого водорода является природный газ, 30% – нефтепродукты, 18% – уголь [4]. Парокислородная и паровая каталитическая конверсии углеводородов экономически привлекательны на территориях, где добывают топливо, но этому сопутствует эмиссия парниковых газов. Если рассматривать в качестве примера паровую конверсию, то выбросы CO<sub>2</sub> с учетом всех потерь достигают 9,5 кг на 1 кг H<sub>2</sub>. Удельные расходы природного газа на аналогичное количество водорода составляют 5,0 – 5,5 м<sup>3</sup> [5]. Хотя стоит отметить, что технологию пытаются усовершенствовать за счёт новых установок по улавливанию и хранению углекислого газа [6].

Лишь 4% мирового производства водорода соответствуют «зелёному» водороду. Если выработка первичной энергии не сопряжена с загрязнением окружающей среды и процессы в целом осуществляются с низким уровнем выбросов, то их главным достоинством можно считать экологичность. Из технологий генерирования зелёного водорода достаточно перспективным по праву считается использование солнечной энергии. «Солнечный» водород генерируется посредством химической реакции фотокатализа, которая проходит в присутствии фотокатализаторов – веществ, поглощающих кванты света и участвующих в реакциях, не входя в состав продуктов и в большей степени регенирируясь [7]. Таким образом, фотокаталитическое расщепление воды можно назвать искусственным фотосинтезом, а хлорофилл – природным фотокатализатором. Во время реакции фотосинтеза солнечная энергия преобразуется в химическую, тогда как реакция фотокатализа способствует накоплению свободной энергии Гиббса.

При облучении светом, превышающим или равным запрещенной энергии полупроводникового фотокатализатора, его фотопроводимость индуцируется. За счёт полученной энергии электрон из валентной зоны преодолевает ширину запрещённой зоны и переходит в зону проводимости. Фотокаталитическое расщепление воды – эндотермическая, при нормальных условиях сама по себе термодинамически невыгодная реакция, для которой требуется изменение свободной энергии Гиббса в  $\Delta G_0 = 237$  кДж/моль. Иными словами, поглощенная солнечная энергия должна преодолеть это значение без вызывания заметных перенапряжений, для чего ширина запрещенной зоны полупроводника обязана быть больше 1,23 эВ (соответствует 1000 нм) и меньше 3 эВ (420 нм). Механизм можно представить в следующем виде [8]:



Затем электрон генерирует пару с дыркой, способствуя различным окислительно-восстановительным реакциям. Восстановление подложки полупроводника происходит в случае, если её окислительно-восстановительный уровень ниже чем зона проводимости. Если этот уровень превышает валентную зону полупроводника, проходит реакция окисления. Ни окисление, ни восстановление невозможны, когда окислительно-восстановительный уровень подложки выше зоны проводимости и ниже валентной зоны. Когда он ниже зоны проводимости и выше валентной зоны, осуществляются и окисление, и восстановление соединений, адсорбированных на поверхности фотокатализатора [9].

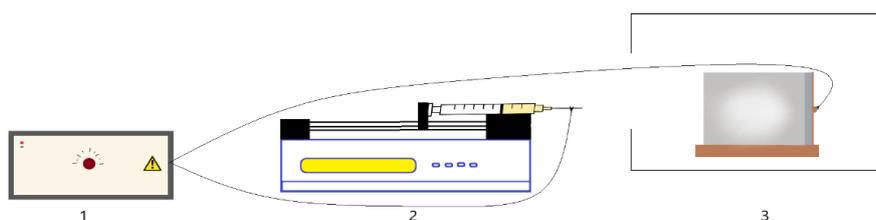
А.Фудзисима и К.Хонда в 1972 году впервые реализовали эффективное разложения воды путём фотокатализа на поверхности водной суспензии TiO<sub>2</sub> при облучении УФ-лучами [10]. Это послужило импульсом для дальнейших исследований по теме, становясь обширнее с

каждым годом. И на сегодняшний день многие фотокаталитические системы работают с УФ-светом. Однако маловероятно, что их эффективность может достичь порогового значения, необходимого для того, чтобы стоимость «солнечного» водорода конкурировала со стоимостью получаемого из ископаемого топлива, ведь волны короче 400 нм составляют лишь 5% спектра. Поскольку та же статистика для видимого света – 50%, разработка длинноволновых фотокатализаторов является критическим аспектом реализации производства возобновляемого водорода. Другой аспект заключается в том, что с точки зрения преобразования и использования солнечной энергии, как в нашем случае, реакции восстановления воды важнее реакции окисления воды. Уменьшение количества выделяемого кислорода возможно при эффективном связывании дырок, при использовании расходоуемых реагентов, как спирты [11].

В силу высокой химической стабильности в водном растворе, устойчивости к фотокоррозии и относительно высокого энергетического положения зоны проводимости, что выгодно для генерирования водорода, SrTiO<sub>3</sub> представляет собой многообещающий фотокатализатор. От природы SrTiO<sub>3</sub> имеет две запрещенные зоны: прямую (3,75 эВ) и непрямую (3,30 эВ) [12]. Он кристаллизуется в кубической структуре перовскита, отчего его оптические свойства изотропны, с постоянной решетки 0,39053 нм и плотностью 5,18 г/см<sup>3</sup> при комнатной температуре [17]. Поскольку диэлектрическая постоянная представляет собой экстраполяцию до нулевой частоты диэлектрического отклика, которая сама по себе является квадратом комплексного показателя преломления, оптические постоянные также меняются с температурой, но в основном в далекой от инфракрасного диапазона [14].

Использование наноразмерных полупроводников в качестве фотокатализаторов вместо объемных фотоанодов привлекательно из-за трудностей в конструкции, проблем со светостойкостью и меньшей площади поверхности последних [15]. К методам получения наноструктур относятся химическое осаждение, спекание металлоорганических прекурсоров, шаблонно-ориентированный синтетический, гидро- и сольвотермические методы, золь-гель и полиоль, расплав гидроксидных композитов и т.д. Большинство технологий включает высокотемпературное спекание с последующим отжигом, хотя сообщаются об исследованиях методов, направленных и на снижение температуры синтеза [16].

Для создания полимерных нановолокон с добавлением SrTiO<sub>3</sub>, на основе которых получают фотокаталитические системы, активно используется метод электроформования (в некоторых источниках используются названия «электроспиннинг» и «электропрядение»). Этот метод используют для создания тонких волокон диаметром от 3 нм до 10 мкм. Движущими силами для инициирования процесса электроформования являются электростатические силы. Установка состоит из высоковольтного источника питания, иглы, через которую проталкивается раствор, заземленного токопроводящего коллектора – проводящей подложки для сбора заряженных волокон [17]. Заряженная капля раствора на кончике иглы находится под действием электростатических сил, что приводит к её растяжению, и меняет свой размер, деформируясь в конус Тейлора, чтобы поддерживать баланс сил. Этот баланс нарушается в момент достижения электростатического поля критического напряжения, и в результате происходит выброс струи раствора из капиллярной трубки в цель. Наконец на поверхность коллектора непрерывно осаждаются твердые нановолокна.



### Схема установки для электроформования:

1 – источник высокого напряжения, 2 – шприцевый насос, 3 – заземлённый коллектор

Как правило, для получения наиболее тонких волокон рекомендуется низкая скорость потока, поскольку так у струи будет достаточно времени для поляризации и удлинения [18]. Распространенной проблемой при ЭФ является наличие пор и шариков. К их образованию приводит нарушение баланса между электростатическими силами и поверхностным натяжением по причине высокой вязкости раствора, поэтому целесообразно использовать высококонцентрированные растворы. Другой причиной образования шариков в материале может быть слишком малое расстояние от кончика иглы до коллектора или увеличение приложенного напряжения, которое повышает напряженность поля и нестабильность струи [18].

Полученные методом электроформования материалы показывают эффективность в фотокатализе воды за счёт того, что их пористая структура обеспечивает более высокие поверхностно-активные центры. Кроме того, они продемонстрировали высокую эффективность фотоэлектрического преобразования благодаря эффективному разделению и переносу заряда, а также максимальной скорости поглощения света, что в основном объясняется их высокой удельной площадью поверхности и высокой кристалличности [20]. Важнейшим достоинством с технологической точки зрения являются доступные исходные вещества и воссоздаваемость в производстве.

### Литература

1. Sundén B. Hydrogen // Hydrogen, Batteries and Fuel Cells. Elsevier, 2019. P. 37–55.
2. Emonts B. et al. Re-energizing energy supply: Electrolytically-produced hydrogen as a flexible energy storage medium and fuel for road transport // Journal of Power Sources. 2017. Vol. 342. P. 320–326.
3. Fathabadi H. Novel standalone hybrid solar/wind/fuel cell power generation system for remote areas // Solar Energy. 2017. Vol. 146. P. 30–43.
4. Tlili O. et al. Hydrogen market penetration feasibility assessment // International Journal of Hydrogen Energy. 2019. Vol. 44, № 31. P. 16048–16068.
5. Ю.В. Сняк, В.Ю. Петров. Прогнозные оценки стоимости водорода в условиях его централизованного производства // Проблемы прогнозирования. 2018. С. 12.
6. Lee S., Lim H. Utilization of CO<sub>2</sub> arising from methane steam reforming reaction: Use of CO<sub>2</sub> membrane and heterotic reactors // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2020. Vol. 91. P. 201–212.
7. Colón G. Towards the hydrogen production // Applied Catalysis A: General. 2016. Vol. 518. P. 48–59.
8. Hong Y. et al. A visible-light-driven heterojunction for enhanced photocatalytic water splitting over Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> modified g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> photocatalyst // International Journal of Hydrogen Energy. 2017. Vol. 42, № 10. P. 6738–6745.
9. Cao S., Piao L., Chen X. Emerging Photocatalysts for Hydrogen Evolution // Trends in Chemistry. 2020. Vol. 2, № 1. P. 57–70.
10. Fujishima A., Honda K. Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrode // Nature. 1972. Vol. 238, № 5358. P. 37–38.
11. Jing D. et al. Efficient solar hydrogen production by photocatalytic water splitting: From fundamental study to pilot demonstration // International Journal of Hydrogen Energy. 2010. Vol. 35, № 13. P. 7087–7097.
12. Sharma A. et al. Multicomponent equiatomic lead strontium calcium titanate (Pb Sr Ca) Ti O<sub>3</sub> prepared by reverse co-precipitation // Materialia. 2020. Vol. 9. P. 100571.

13. Phoon B.L. et al. Recent developments of strontium titanate for photocatalytic water splitting application // International Journal of Hydrogen Energy. 2019. Vol. 44, № 28. P. 14316–14340.
14. Collignon C. et al. Metallicity and Superconductivity in Doped Strontium Titanate // Annu. Rev. Condens. Matter Phys. 2019. Vol. 10, № 1. P. 25–44.
15. Singh M., Goyal M., Devlal K. Size and shape effects on the band gap of semiconductor compound nanomaterials // Journal of Taibah University for Science. 2018. Vol. 12, № 4. P. 470–475.
16. Nuraje N., Su K. Perovskite ferroelectric nanomaterials // Nanoscale. 2013. Vol. 5, № 19. P. 8752.
17. Khajavi R., Abbasipour M. Controlling nanofiber morphology by the electrospinning process // Electrospun Nanofibers. Elsevier, 2017. P. 109–123.
18. Mazoochi T. et al. Investigation on the morphological characteristics of nanofibrous membrane as electrospun in the different processing parameters // Int J Ind Chem. 2012. Vol. 3, № 1. P. 2.
19. Asmatulu R., Khan W.S. Historical background of the electrospinning process // Synthesis and Applications of Electrospun Nanofibers. Elsevier, 2019. P. 17–39.
20. Asmatulu R., Khan W.S. Electrospun nanofibers for catalyst applications // Synthesis and Applications of Electrospun Nanofibers. Elsevier, 2019. P. 153–173.
21. Macaraig L., Chuangchote S., Sagawa T. Electrospun SrTiO<sub>3</sub> nanofibers for photocatalytic hydrogen generation // J. Mater. Res. 2014. Vol. 29, № 1. P. 123–130.

**А.А. Кенжебаева**

**Электрлік иіру арқылы тиімді фотокаталитикалық жүйелерді дайындау және оларды судың ыдырауы үшін қолдану**

**Андапта.** Су тектік энергетика мәселесі жете қаралуы тиіс көптеген сұрақтарды қамтиды, соның ішінде су тек өндірудің мейлінше қолайлы жолдарын зерттеудің айрықша маңызы бар. Сол жолдардың бірі – сәйкес жүйелердегі наноөлшемді жартылай өткізгіш қатысуымен судың фотокаталитикалық ыдырауы. Фотокатализ арқылы су тек бөлінуі үдерісін жетілдірудің зор мүмкіншіліктері болғандықтан, бұл жұмыста SrTiO<sub>3</sub> қосылған полимерлік талшықтарды электрлік иіру әдісімен су фотокатализіне қажет нанокұрылымдарды алу тиімділігі қарастырылады.

**Түйінді сөздер.** Су тек, фотокатализ, электрлік иіру, стронций титанаты, фотокатализатор.

**A.A. Kenzhebayeva**

**Preparation of efficient photocatalytic systems by electrospinning and their use for water splitting**

**Abstract.** The problem of hydrogen energetics includes many aspects, but above all, it is about acceptable ways of hydrogen generation. One of these ways is photocatalytic water splitting using nanoscale semiconductors in corresponding systems. In view of the foreseeable prospects for improving the hydrogen evolution process in this way, the paper deals with the efficiency of obtaining nanostructures for water photocatalysis using the electrospinning method on polymer fibers with SrTiO<sub>3</sub>.

**Keywords.** Hydrogen, photocatalysis, electroformation, strontium titanate, photocatalyst.

**СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ И НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА»**

УДК 669-621.785

**С.Е. Абдусайтов<sup>1</sup>, А.А. Каипова<sup>2</sup>**

*Ғылыми жетекші - У.К. Какимов<sup>1</sup>, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

*<sup>2</sup>Логистика және көлік академиясы, Қазақстан, Алматы қаласы*

## ТЕРМОМЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ КЕЗІНДЕ АЗ ЛЕГИРЛЕНГЕН БОЛАТТАРДЫҢ ЖОҒАРЫ БЕРІКТІГІН ЗЕРТТЕУ

*Аңдатпа.* Қазіргі уақытта бөлшектердің сенімділігі, беріктігі және бағасының арзан болуы өте маңызды. Бөлшектердің сенімділігі негізгі металдағы созылмалы тұтқыр және сынғыш бұзылулардың тежелуіне, сондай-ақ болаттың жақсы пісірілуіне негізделген, ол үшін оны легирлеу элементтерінің мөлшері мен өңдеу түрлерімен шектеледі. Сондықтан, соңғы микроқұрылымды басқару үшін бірнеше кезеңдерден өту қажет: қайта қыздыру, ыстықтай илемдеу. Жоғары температуралы термомеханикалық өңдеу әдісі болаттың морт сынғыштығын жояды, беріктік пен икемділіктің үйлесімін жақсартады. Сондықтан, термомеханикалық өңдеудің (ТМӨ) дамуына «басқару» терминінің негізі аустенит дәндерін ұсақтау болып табылады. Осы мақаланың мақсаты – аз легирленген болаттарды термомеханикалық өңдеудің негізгі аспектілеріне шолу болып табылады.

**Түйінді сөздер:** деформация, термомеханикалық өңдеу, микроқұрылым, аз легирленген болат, илемдеу, трансформация.

Термо-механикалық өңдеу (ТМӨ) – пластикалық деформация және термоөңдеу ұғымдарын біріктіретін, яғни беріктікті жоғарлатудан және шынықтырудан тұратын, термоөңдеудің бір түрі. Пластикалық деформация микроқұрылымдық сипатын өзгертеді және кристалл торындағы ақаулардың тығыздығын арттырады. Бұл фазалық өзгерістер кезінде құрылымның қалыптасу сипатына қатты әсер етеді. Осылайша, ТМӨ-ден кейін қорытпада кристалдық құрылым ақауларының тығыздығы жоғарылаған құрылым пайда болады, бұл жаңа механикалық қасиеттерге әкеледі [1].

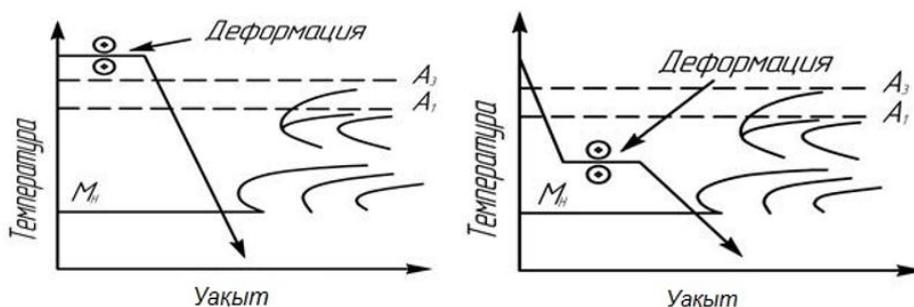
Термомеханикалық өңдеудің артықшылығы – беріктік едәуір жоғарылайды, ал төмен температурадан кейін сол болат үшін соққы тұтқырлығымен салыстырғанда 1,5-2 есе жоғары болады.

Болаттарды өңдеу үшін негізінен төмен және жоғары температуралы термомеханикалық өңдеудің екі түрі қолданылады. Төмен температуралы термомеханикалық өңдеу жоғары беріктендіруді қамтамасыз етсе де, болаттың морт сынғыштыққы бейімділігін төмендетпейді. Сонымен қатар, ол жоғары деформацияны қажет етеді (75-95%), сондықтан қуатты жабдық қажет етеді және экономикалық жағынан тиімсіз болады.

Жоғары температуралы термомеханикалық өңдеу көміртекті, легирленген, құрылымдық, серіппелі және аспаптық болаттар үшін тиімді қолданылады. 100-200 °С температурада келесі беріктіктің жоғары мәндерін қоса сақтау үшін жүргізіледі.

Термомеханикалық өңдеу кезінде беріктіктің жоғарылауы аустенит дәндерінің ұсақталуы нәтижесінде болады. Дәндердің өлшемдері әдеттегі бастапқы қалпымен салыстырғанда екі – төрт есе азаяды. Салдарынан дислокация тығыздығы да артады. Мұндай аустениттің ұсақталуынан кейін кішкентай мартенсит плиталары пайда болып кернеулер азаяды.

ТМӨ кезінде аса суыған аустенит оның жоғары тұрақтылық аймағында деформацияланады, бірақ міндетті түрде қайта кристалдану басталған температурадан төмен болады. Осыдан кейін ол мартенситке айналады (1-сурет). Соңғы термиялық өңдеу ретінде төмен демалыс жүргізіледі.



Сурет 1 - Жоғары және төмен температуралы термомеханикалық өндеудің технологиялық сұлбасы [1]

Кейбір ғылыми мақалаларда көрсетілгендей [2], басқарылумен жүргізілетін илемдеу (БЖИ) негізінде жылдам суытумен (ЖС) жүреді. Сондықтан, бұл процесстердің араласқан әдістері термомеханикалық басқарумен жүргізілетін өндеудің (ТМБЖӨ) дамуына әкелді. «Жылдам суыту» термині ыстықтай өңделген металды тез суыту (суыту жылдамдығы шамамен  $\sim 10^\circ\text{C}/\text{c}$ ) жүзеге асады.  $500^\circ\text{C} - 750^\circ\text{C}$  температура аралығында феррит қайта құрылуына байланысты жүреді. Сондықтан  $550^\circ\text{C} - 600^\circ\text{C}$  дейін сумен суытып, содан соң ауада суытады. Жылдам суыту басқарумен жүргізілетін илемдеу процесінен кейін жүзеге асады және микроқұрылымның ұсақталуына кейін әсерін тигізеді. Тәжірибе жүзінде ЖС металл беттерінің қалыңдық диапазонында қасиеттерін жоғарлатуға мүмкіндік береді.

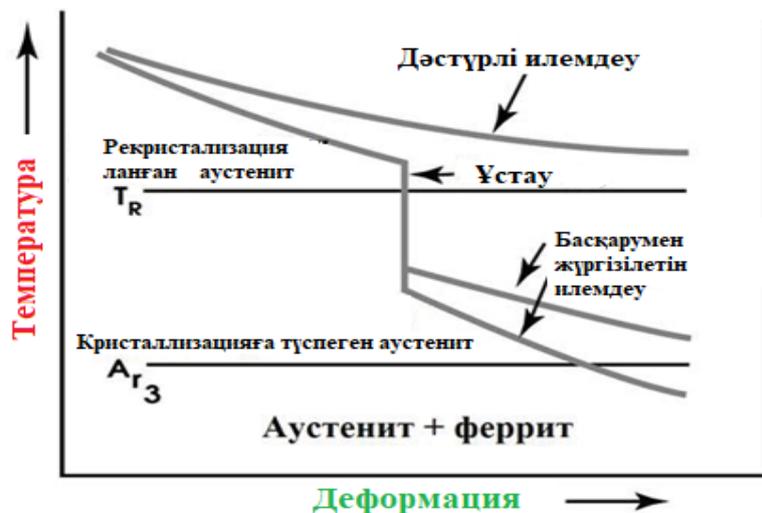
Басқарумен жүргізілетін илемдеу металл беттерінің беріктігін, және де соққыға қарсыласуын жоғарлатады. Осындай үрдіс аз легіріленген көміртекті болаттар үшін тағайындалған.

ТМӨ-дің 3 негізгі өндеу кезеңі бар: металды қыздыру, ыстықтай илемдеу процесі және суыту процесі. ТМӨ – дің дәстүрлі ыстықтай илемдеуден (ДЫИ) негізгі айырмашылығы түрлі қайта қыздыру температураларында, бастапқы және соңғы илемдеуде. ТМӨ-де суыту процесі өзінің жылдам илемдеу біткеннен кейін дәстүрлі ыстықтай илемдеумен салыстырғанда суу жылдамдығы әртүрлі болады. Басқарумен жүретін илемдеу жүзеге асқаннан кейін, негізгі идея илемдеу кезінде микроқұрылымның дамуын басқаруға негізделген. Осындай жағдай аустениттің кристаллизацияланбаған зонасында қол жеткен болатын. Нәтижесінде ұсақ ферритті дәндердің пайда болады. Басқарумен жүретін илемдеу дамуы жаңа түрін дамытты - рекристаллизациялық басқарылумен жүретін илемдеу (РБЖИ). Осы процесстің негізі бастапқы және соңғы илемдеу аустенит рекристаллизацияланатын температурасынан жоғары болған жағдайда іске асады. Нәтижесінде ұсақ феррит дәндері ұсақ аустенит дәндерінің трансформациясын тудырады.

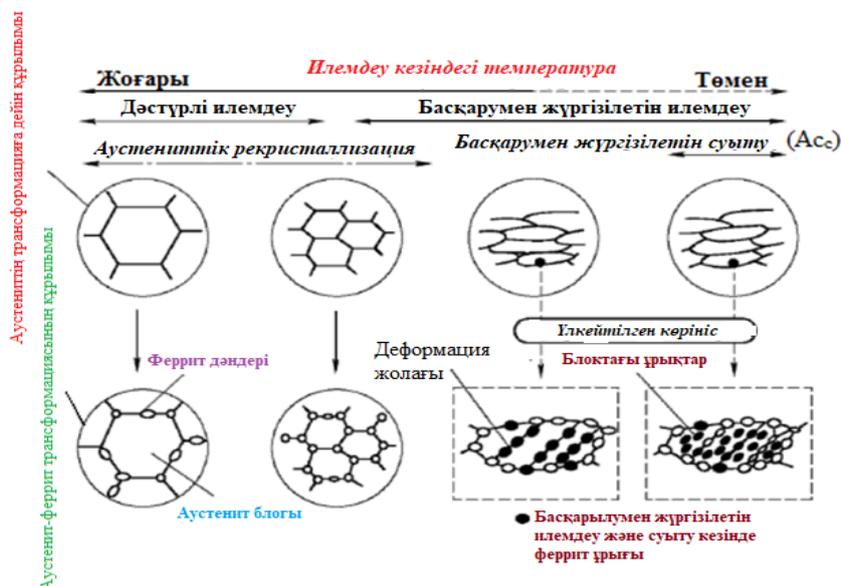
ДЫИ мен БЖИ тәсілдері арасындағы айырмашылық көрсетілген (2-сурет) [2]. Көрнеті түрде ДЫИ жұмысшы температуралары БЖИ-ден айтарлықтай жоғары екеніне көз жеткізуге болады.

Дәстүрлі және басқарумен жүргізілетін илемдеу кезінде аустениттің және ферриттің микроқұрылымдық өзгеруі 3-суретте бейнеленген. Мұнда басқарумен жүргізілетін илемдеу мен басқарылатын суыту комбинациясы термомеханикалық басқарылумен жүргізілетін илемдеу процесінің (ТМБЖП) пайда болуына әкеледі.

Метал беттері бірнеше илемдеу өтулерденің деформациясына берік болу және жұмсару процесстері айтарлықтай әсері бар. Бұл жағдайда екі процесс бір мезгілде жүреді. Осы процесстерге қарасты бес суб-процесстер кіреді: беріктік жоғарлау, динамика жағынан қалпына келу, динамикалық рекристаллизация, статика жағынан қалпына келу және статикалық рекристаллизация.



Сурет 2 – Дәстүрлі және басқарумен жүргізілетін илемдеу арасындағы айырмашылық сұлбасы [2]



Сурет 3 - Дәстүрлі және басқарылатын илемдеу кезінде аустенит пен ферриттің микроқұрылымдық өзгеруі [3].

Негізінде аз легірленген болаттарды илемдеу аустениттік аймағына апарып қыздырудан бастайды. Одан кейін алғашқы илемдеу барысында әр өтуден кейін беріктік жоғарлау толықтай жұмсарумен бірге жүреді. Осы үрдіс рекристаллизация немесе қалпына келу нәтижесінде болады. Беріктіктің өсуі деформацияның төменгі аустенитті температураларында айтарлықтай әсерін тигізеді.

Соңғы илемдеу өтуінен кейін ТМӨ-де суыту процесі жүру керек. Нәтижесінде керекті микроқұрылымға қол жеткізуге болады. Деформациядан өткет метал беттері суытудың бірнеше түрлерін қолдануға болады: суыту сұйықтығымен және ауада суыту. Дегенмен де жылдам суыту ТМӨ негізгі мақсаты болып табылады. Нәтижесінде дәндердің ұсақталуы және өнімділігін жоғарлайды. Бұл процессті басқарылумен жүргізілетін суыту циклы деп айтамыз. Соңғы илемдеу өтуінен кейін, 730°C – 830°C температуралық аралықта жылдам суыту сұйықтығымен суытамыз, аяғында ауада суытамыз (4-сурет).

Термомеханикалық илемдеудің артықшылығы қарапайым илемдеумен салыстырғанда төмен илемдеу температурасы, басқарумен жүретін микроқұрылымның қалыптасуы және

илемдеуге кететін шығындардың төмендеуі болып табылады.



Сурет 4 – Жылдам суытудың сұлбасы [4-5]

Нәтижесінде илемдеу болаттарының айтарлықтай ұсақ дәнді микроқұрылымының пайда болуына және металсығымдылықтың төмендеуіне әкеледі. Сондықтан термомеханикалық өңдеу процесі еліміздің болат өндіру зауыттарына актуалды әдісі ретінде қарастыруға болады.

#### Әдебиеттер

1. Бернштейн М.Л. и др. Термомеханическая обработка стали. М.: Металлургия 1983., 480с.
2. Кәкімов Ұ.Қ., Алтынбек Р. Болаттарды термомеханикалық өңдеу процесстеріне шолу. Вестник науки КазАТУ №3(86) с.72-77. 2015.
3. Y. Wang Ultra-fined grained steels, Metallurgical industry press, Beijing, 2003.
4. K. Sampath An understanding of HSLA-65 plate steels, JMEPEG 15 (2006), pp. 32-40.
5. Bakalloglu Effect of processing parameters on the microstructure and properties of an Nb microalloyed steel, Materials Letters 56 (2002), pp. 200–209.

**С.Е. Абдусайтов, У.К. Какимов, А.А. Каипова**

#### **Исследование низколегированных сталей высокой прочности при термомеханической обработке**

**Резюме.** Статья посвящена обзору одной из передовых и перспективных технологий обработки стали – термомеханической обработки. Приведены теоретические основы процесса и литературный обзор исследований, проведенных различными международными учеными. Процесс получения необходимой структуры стали и, соответственно, ее механических характеристик является основной идеей этого процесса. Теплый термомеханический метод обработки устраняет хрупкость стали, улучшает сочетание прочности и гибкости. При этом полученные ультратонкие ферритовые зерна придают стали необходимые свойства. Такие низколегированные высокопрочные стали применяются в основном нефтегазотранспортных трубах. В статье показан технологический режим формирования конструкции и термомеханической обработки. В заключении приведены последние исследования в данной области обработки сталей и предложена идея повышения прочности стали.

**Ключевые слова:** деформация, термомеханическая обработка, микроструктура, низко легированная сталь, прокатка, трансформация.

**S.E. Abdusaitov, U.K. Kakimov, A.A. Kipova**

#### **Investigation of low-alloy steels of high strength during thermomechanical processing**

**Summary.** The article is devoted to an overview of one of the most advanced and promising steel processing technologies - thermomechanical processing. The theoretical foundations of the process and a literature review of research carried out by various international scientists are presented. The process of obtaining the required steel structure and, accordingly, its mechanical characteristics is the main idea of this process. Warm thermomechanical processing eliminates the brittleness of the steel, improving the combination of strength and flexibility. At the same time, the obtained ultrafine ferrite grains impart the necessary properties to the steel. These low-alloy, high-strength steels are mainly used for oil and gas transmission pipes. The article shows the technological mode of structure

formation and thermomechanical processing. In conclusion, the latest research in this area of steel processing is presented and the idea of increasing the strength of steel is proposed.

**Keywords:** deformation, thermomechanical processing, microstructure, low alloy steel, rolling, transformation.

УДК 621.315.617.5

**А.Р. Акимжанова, Б.С. Бейсенов**

*Научный руководитель – Б.С. Бейсенов, к.т.н., ассоциированный профессор*

*Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы*

*[anel\\_akimzhanova@mail.ru](mailto:anel_akimzhanova@mail.ru)*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИТЕЙНЫХ СИЛИКОНОВ**

**Аннотация:** В данной статье приведен анализ информации по литейным силиконам. Даны характеристики видов выбранных силиконов для испытания на твердость, растяжение и разрыв, также указаны данные по испытанию и рекомендации в выборе силикона для малых и больших изделий. Цель работы состоит в лабораторном определении физических свойств материалов, используемых при изготовлении формовочных матриц для литья из полимерного бетона. Работа проводится для анализа и сравнения физических свойств литейных силиконов.

**Ключевые слова:** литейный силикон, двухкомпонентный компаунд, испытания на твердость, испытания на растяжение

В последнее время технология тиражирования изделий методом литья в силиконовые формы приобретает все большую популярность. При необходимости получения малой серии отливок часто нерентабельно изготавливать металлическую пресс-форму. Поэтому опытные образцы изделий, которые в серийном производстве изготавливаются из термопластов, часто получают путем литья полиуретановых смол в силиконовые формы. Силиконовые формы позволяют изготовить детали и модели любой сложности и габаритов без создания стандартной дорогостоящей оснастки. Благодаря использованию широкой гаммы материалов отливаемые копии могут быть эластичными, жесткими, стеклоподобными, термостойкими, прозрачными, различных цветов. Мастер-модель для изготовления формы создается по технологии быстрого прототипирования. Благодаря гладким поверхностям и точности изготовления мастер-моделей конечные отливки обладают высоким качеством. Производительность и качество изделий, полученных литьем в силиконовые формы, зависит от выбора исходных материалов, конфигурации отливки, конструктивных особенностей литниково-питающей системы и технологических параметров литья.

Литейный силикон – полимерный материал, который используется для изготовления форм и мастер-моделей. Большинство продуктов данной категории представляют собой 2-х или 3-х компонентные силиконовые компаунды, в состав которых входит основное вещество (база) и катализаторы (агенты). Последние добавляются в смесь непосредственно перед нанесением на заготовку и запускают процесс твердения материала. После окончания периода отверждения форма снимается с образца и может использоваться для производства аналогичных изделий. Для эффективного применения таких составов они должны обладать, с одной стороны, достаточной пластичностью, чтобы в точности повторить форму образца, а с другой – высокой твердостью и прочностью после застывания, чтобы обеспечить возможность литья в дальнейшем.

Силиконы применяются для изготовления деталей со сложной конфигурацией и применяются в промышленном и художественном секторах, включая изготовление форм для производства прототипов, мебели, скульптур, архитектурных элементов, для создания свечей и гипсовых статуэток, игрушек, мыла, скульптур различных форм и т.д.

Силиконы, применяемые для изготовления литевых форм, являются уникальными материалами, прочными и устойчивыми к высокой влажности и перепадам температуры. Существует удивительное многообразие силиконов для форм различного назначения. Очень большой разброс видов силикона по прочности, по твердости, при выборе которых мы должны учитывать габариты, материал изделия, то есть для каждого случая мы должны выбрать подходящий силикон. Например, если для больших моделей выбрать мягкий силикон, то форма увеличится, то есть раздавит силикон, и форма не будет точной.

Для определения наилучших свойств для использования литевых силиконов были взяты разные виды литевых силиконов, которые были отлиты в одинаковую форму для дальнейших испытаний.

В качестве объектов мы приняли 5 видов силикона:

1. Силагерм 5045
2. Силагерм 6070П
3. Пентэласт 710
4. SilcoTin 40
5. PolyFlex 80



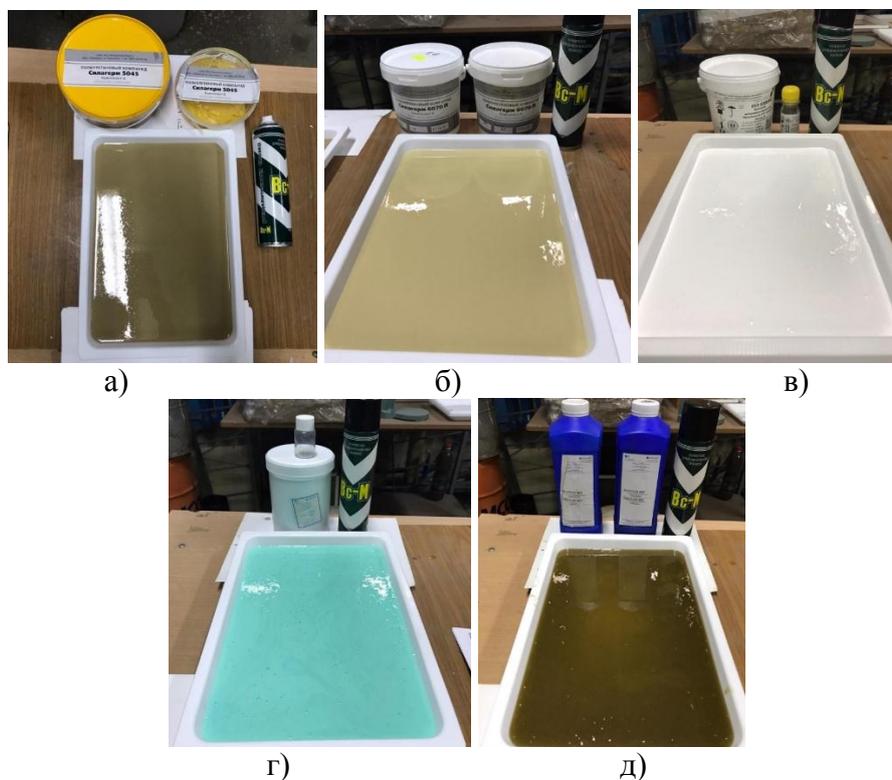
Силагерм 5045 – двухкомпонентный заливочный полиуретановый компаунд холодного отверждения для изготовления различных изделий: формы для заливки гипса, бетона (только с применением разделительных смазок), различных смол с температурой отверждения не выше +110<sup>0</sup>С. Предназначен для: изготовления эластичных форм при производстве искусственного камня, тротуарной плитки, различных архитектурных и художественных изделий из гипса, бетона (с применением разделительного состава - эмульсол, солидол и т.п.), изготовления изделий технического назначения.

Полиуретановый компаунд Силагерм 6070П холодного отверждения – предназначен для изготовления эластичных износостойких изделий и покрытий, работающих в условиях воздействия агрессивных сред; природного газа, воды, кислоты, щелочи, растворителей. Материал имеет высокую абразивную стойкость, хорошо гасит вибрацию, имеет прекрасную адгезию к различным поверхностям. Предназначена для изготовления износостойких изделий и покрытий, работающих в условиях воздействия агрессивных сред; природного газа, воды, кислоты, щелочи, растворителей. Температурный режим работы изделий из ПУ от минус 60 до плюс 110 °С.

Компаунд «ПЕНТЭЛАСТ-710» предназначен для изготовления гибких литевых форм, используемых для многократного тиражирования копий изделий сложной конфигурации. Литевые формы из «ПЕНТЭЛАСТА-710» могут эксплуатироваться длительное время при температурах не выше 200<sup>0</sup>С. Использование форм при температурах выше 200<sup>0</sup>С через определенное время приводит к потере эластичности. Нагрев выше 250<sup>0</sup>С не рекомендуется. «ПЕНТЭЛАСТ-710» представляет собой вязкую текучую композицию белого цвета. Поставляется в виде основы в комплекте с катализатором. Отверждение компаунда «ПЕНТЭЛАСТ-710» происходит при комнатной температуре до резиноподобного состояния в течение 24 часов.

Силиконовый компаунд на основе олова SilcoTin - жидкий силикон и отвердитель на основе олова, с разной вязкостью и твердостью по Шору А (10,15,20,25,30,40), отверждается при комнатной температуре, соотношение компонентов 100:2. Обладает исключительной текучестью, удобством и простотой использования, легкой расформовкой. Хорошая растяжимость, эластичность, прочность на раздир, незначительная усадка. Высокая тиражируемость и долговечность эксплуатации. Состав: диметикон (Dimethicone)-50% и белая сажа (White carbon black) -50 %. Применяется для создания эластичных форм.

PolyFlex 80 – двухкомпонентная полиуретановая система итальянского производства комнатного отверждения низкой вязкости, применяется для создания форм и штампов для литья бетона, гипса, пенополиуретана и полиуретановых пластиков, воска, мыла и других заливочных материалов. Полиуретан серии PolyFlex можно использовать для изготовления резинотехнических изделий различного назначения.



а - Силагерм 5045, б - Силагерм 6070П, в - Пентэласт 710, г - SilcoTin 40, д - PolyFlex 80  
Рисунок 1 - Отлитые в одинаковую форму силиконы

Впервую очередь подготовили силиконы для испытания. Для этого в одинаковую форму отлили силиконы соблюдая точную инструкцию и технику безопасности (рис.1). После отверждения «силиконовых листов» вырезали из них нужную форму для испытания на разрыв в форме двусторонней лопаты. А для определения твердости по Шору использовали оставшуюся часть листа.



а)



б)

а) пресс гидравлический; б) пример растяжения образца №2.

Рисунок 2 – Испытание на растяжение



Рисунок 3 – Испытание на твердость по Шору

Таблица 1 – Результаты испытаний различных марок литейных силиконов

Наименование	Твердость, IRHD	Удлинение, см	Усадка, %	Цвет
Силагерм 5045	49	разрыв	≥0,1%	коричневый
Силагерм 6070П	52	30	≥0,1%	бежевый
Пентэласт 710	30	28	1-1,5%	белый
SilcoTin 40	32	30	≤0,3%	бирюзовый
PolyFlex 80	56	30	≥0,1%	темно зеленый

Рекомендуем для литья малых форм, где прочность не играет большую роль, использовать силиконы под номером 3 и 4 (Пентэласт 710, SilcoTin 40), а для крупных изделий мы должны использовать силиконы под номером 1, 2, 5 (Силагерм 5045, Силагерм 6070П, PolyFlex 80) у которых высокая твердость. Потому что, мягкие силиконы дадут увеличение параметров.

## Литература

1. Адаскин, А.М. Материаловедение и технология металлических, неметаллических и композиционных материалов: Учебное пособие / А.М. Адаскин, А.Н. Красновский. - М.: Форум, 2011. - 144 с
2. Основы конструирования отливок. Параметры точности и припуски на механическую обработку: Учеб.пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004.– 164 с.

**А.Р. Акимжанова, Б.С. Бейсенов**

### **Қю силикондарының механикалық параметрлерін зерттеу**

**Андатпа.** Бұл мақалада силикон қю туралы ақпаратты талдау берілген. Қаттылықты, созылуды және үзілуді сынау үшін таңдалған силикондар түрлерінің сипаттамалары келтірілген, сонымен қатар шағын және үлкен өнімдерге арналған силиконды таңдаудағы сынақ деректері мен ұсыныстар көрсетілген. Жұмыстың мақсаты полимерлі бетоннан қю үшін қалыптау матрицаларын өндіруде қолданылатын материалдардың физикалық қасиеттерін зертханалық анықтау болып табылады. Жұмыс қю силикондарының физикалық қасиеттерін талдау және салыстыру үшін жүргізіледі.

**Түйінді сөздер:** қю силиконы, екі компонентті компаунд, қаттылық сынақтары, созылу сынақтары

**A.R. Akimzhanova, B.S. Beysenov**

### **Investigation of the mechanical parameters of foundry silicones**

**Annotation.** This article provides an analysis of information on foundry silicones. The characteristics of the types of selected silicones for testing for hardness, tension and tear are given, as well as test data and recommendations for choosing silicone for small and large products. The aim of the work is to determine in a laboratory the physical properties of materials used in the manufacture of molding matrices for casting polymer concrete. The work is carried out to analyze and compare the physical properties of foundry silicones.

**Keywords:** foundry silicone, two-component compound, hardness tests, tensile tests

ӘОЖ 621-82

**Ж.А.Амангелді**

*Ғылыми жетекші- Бортебаев Сайын Абильханович, т.ғ.к, асс.профессор.*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы*

[zhansaya.amangeldi@inbox.ru](mailto:zhansaya.amangeldi@inbox.ru)

## **ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРҒА ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ЖӘНЕ ЖӨНДЕУ ҮРДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ**

**Аңдапта.** Мақалада технологиялық жабдыққа техникалық қызмет көрсету және жөндеу процесін жетілдіру, шығындарды азайту, жабдықтың дайындық коэффициентін және оның жұмыс көрсеткіштерін барынша арттыру бойынша ұсыныстар айтылды. Техникалық қызмет көрсету және жөндеу кез-келген өндірістік процестің ажырамас бөлігі болып табылады. Техникалық қызмет көрсетуді жүзеге асыру кезінде жіберілген қателер ескерілді және оларды жою тәсілдері келтірілді.

**Түйінді сөздер:** жөндеу шығындары, тоқтату, сенімділік, CMMS/EAMS жүйелері, диагностика, өнімділік.

Осыдан жиырма немесе одан да көп жыл бұрын, толық циклді металлургиялық кәсіпорындарда жөндеушілер жұмысы ең үлкен техникалық дағдыларды, білімді және арнайы дайындықты қажет етсе де ең аз жалақысы бар қызметкерлердің қатарына кірді. Бақытымызға орай, бұл туралы пікір өзгерді. Қазіргі заманғы кәсіпорындарда техникалық қызмет көрсету және жөндеу (ТҚКЖЖ) өндіріс процесінің негізгі элементі ретінде танылды және оның маңыздылығы айқын.

Кез-келген басқа процесс сияқты, техникалық қызмет көрсету және жөндеу функциясы

үнемі жетілдіріліп отыруы керек. Мақсаттар айқын: техникалық қызмет көрсету және жөндеу шығындарын азайту, жабдықтың дайындық коэффициентін және оның жұмыс көрсеткіштерін барынша арттыру. Шығындар уақыт шығынын (адам-сағат) және материалдық ресурстарды барынша азайту жолымен қысқартылады. Шығындар көбінесе қанағаттанарлықсыз жоспарлаудың, жұмысты жүргізудің жаңа тұжырымдамаларын қарастырудан бас тартудың немесе бөлшектерге назар аудармаудың салдары болып табылады. Жабдықтың дайындық коэффициентін және оның жұмыс көрсеткіштерін арттыру әдетте реинжинирингті (технологиялық қайта құруды) талап етеді. Бұл міндетті түрде жаңа жабдық немесе үлкен шығындарды білдірмейді, яғни кішігірім, қымбат емес өзгерістер негізінде айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізуге болады, оларды толығымен өз бетімен жасауға болады. Әдетте, кәсіпорындар 80-20 (Парето принципі) принципіне сүйене отырып жұмыс істейді: техникалық қызмет көрсету мен жөндеу шығындарының 80% - ы жабдықтың 20% - ына қызмет көрсетуге жұмсалады. Проблемалық жабдықты анықтау және оған ерекше назар аударылуы керек.

Жоғары сапалы техникалық қызмет көрсетудің жиі назардан тыс қалатын артықшылығы - бұл материалдық емес: ол бизнеске деген жақсы көзқарастың өзгеруі, соның нәтижесінде өнімділіктің жоғарылауы. Техникалық жағдайы нашар жабдықта жұмыс істеу сияқты ештеңе жұмыс рухын тез бұзбайды. Сонымен қатар, қанағаттанарлықсыз күйдегі жабдық көбінесе қауіпті болып табылады. Жақсы күйдегі жабдық қызметкерлердің оң көңіл-күйіне ықпал етеді, олар жоғары сапалы жұмыстардың үлкен көлемін орындайды.

Төменде техникалық қызмет көрсету мен жөндеу шығындарын азайту және жұмыс уақытын көбейту үшін маңызды деп санайтын ұсыныстар берілген. ТҚКЖЖ жақсартулардың көпшілігі тікелей цехта орындалатынын түсіну қажет. Кәсіпорынның техникалық қызмет көрсетуі мен активтерін басқарудың компьютерлік жүйесі, диагностикалық қызмет көрсетудің жоғары технологиялық құралдары маңызды факторлар болып табылады, бірақ егер жөндеу жоспарланбаса және тиісті түрде жүргізілмесе, олар айтарлықтай әсер етпейді. Әлемдік деңгейдегі CMMS/EAMS жүйелері мен әлемдік деңгейдегі жөндеу қызметкерлері арасында таңдау кезінде жөндеу қызметкерлерін таңдау орынды болады. Тұрақты прогреске қаржылық әсер ету дәрежесі бойынша басым проблемаларды көрсету және оларды бірінен соң бірін жою арқылы қол жеткізілетін болады. Бөлшектерге назар аудару өте маңызды. Басынан бастап белгілі бір жолмен жұмыс істеу керек, ол тек белгіленген процедураны жақсы етпейді. Егер біреу бір нәрсе туралы жаңа идеяға ие болса, оны мұқият қарастырыңыз. Егер сіз әрқашан істегеніңізді жасасаңыз, сіз әрқашан алған нәтижені аласыз.

**Техникалық қызмет көрсету шығындарын азайту және жұмыс уақытын ұлғайту бойынша ұсыныстар**

### **1. Жоспарлы тоқтату**

Тоқтату жөндеу жоспарына тек тоқтатуды қажет ететін жөндеулерді қосу керек. Егер жұмыс істеп тұрған жабдықта орындалатын жұмыстар болса, оларды ірі тоқтатулар жоспарына қоспаңыз. Бұл негізгі тоқтатудың құнын және техникалық қызмет көрсету мен жөндеу шығындарының деңгейін қысқартады. Барлық жұмыстар үшін, әсіресе негізгі жұмыстар үшін балама нұсқаларды қарастырған жөн. Жылдам әдіс бар ма? Арзан әдіс? Бұл бір жыл күте ала ма? Бұл жақын арада техникалық қызмет көрсету шығындарын азайту үшін жетілдірілуі мүмкін бе? Мұқият жоспарлаңыз, тіпті кішкентай бөлшектер үшін де. Алдын ала дайындық жұмыстың тиімділігінің төмен болуына жол бермейді. Үлкен жұмыс жағдайында проблемаларды болжаңыз және жұмысқа дайын балама жоспарлар жасаңыз. Тоқтату басталғанға дейін негізгі (күрделі) жөндеу шеңберін нақты анықтаңыз. Жұмыс тапсырыстарын өзгерту сияқты ақша мен уақыт шығындарын ештеңе арттырмайды. Белгіленген тәртіп пен тапсырмаларды орындау мерзімдерін (сыни жол) ұстаныңыз. Негізгі (күрделі) жөндеуге қатысатын әрбір қызметкер не істеу керектігін және оның рөлі қандай екенін нақты түсінетініне көз жеткізіңіз. Бұл мердігерлерге де, зауыт қызметкерлеріне де

қатысты.

Осы қағидаларды қолдану келесі нәтижелерге әкеледі:

- шығындарды алдын-ала бағалау және шығындарды басқаруды жақсарту;
- жабдықтың сенімділігін арттыру;
- негізгі тоқтау жұмыстарының аз саны және оларды басқаруды жақсарту;
- компоненттерді қажетсіз ауыстырудың болмауы;
- мердігерлердің адам-сағаты аз;
- қайта өңдеуді қысқарту;
- техникалық қызмет көрсету және жөндеу шығындарын азайту

## **2. Мердігерлер**

Мердігерге (келісім-шарттың жазбаша түрінде) оның болашақ жұмыстарының көлемін нақты анықтаңыз. Жұмыстың орындалуын бақылайтын және мердігер мен кәсіпорын қызметкерлері арасындағы үйлестіруді жүзеге асыратын кәсіпорыннан жауапты қызметкерді тағайындаңыз. Жұмыс өндірісіне өзгертілген барлық тапсырыстарды (нарядтарды) жұмыс басталғанға дейін кәсіпорын басшылығы бекітуі тиіс.

## **3. Диагностикалық / профилактикалық техникалық қызмет көрсету**

Уақытпен байланыстырылған тексерулер мүмкіндігінше диагностикалық әдістермен ауыстырылуы керек:

- тербелістерді талдау,
- қозғалтқыш диагностикасы (статикалық және динамикалық),
- термография,
- майды талдау,
- басқа.

PdM (predictive maintenance) диагностикалық техникалық қызмет көрсету бағдарламасы РМ (preventive maintenance) профилактикалық техникалық қызмет көрсету бағдарламасының мақсаттарын көрсету үшін пайдаланылуы тиіс. Уақытқа байланысты (күнтізбелік) профилактикалық қызмет көрсету — майлау мен көзбен шолуды, диагностикалық қызмет көрсету қолданылмайтын жағдайларды қоспағанда, пайдаланылмауы тиіс.

Жабдықтың жағдайы туралы сенімді ақпарат келесі артықшылықтарды береді:

- алдағы проблемалар туралы уақытылы ескерту жөндеу жұмыстарын жоспарлауға көбірек уақыт береді, жоспарлаушылар белгілеген уақытта жабдықты пайдаланудан шығаруға мүмкіндік береді;

- мәселелер ертерек анықталатындықтан, қосалқы бөлшектерді сатып алуға көп уақыт кетеді, сондықтан қосалқы бөлшектердің көлемін біртіндеп азайтуға болады;

- күтпеген сәтсіздіктер әрдайым үстеме жұмыстардың болуын білдіреді, сондықтан диагностикалық техникалық қызмет көрсетудің оңтайлы бағдарламасы жабдықтың тоқтаусыз жұмыс уақытын көбейте отырып, еңбек шығындарын азайтады.

Критикалық жабдықты ауысымда бір рет визуалды тексерістен өткізу керек. Бұл тексерулер құжатталуы тиіс. Аз сыналатын жабдық оның өндіріске бас тартуының әсеріне байланысты бір күннен бір аптаға дейінгі шекте көзбен шолып тексерілуі тиіс. Бұл тексерулер диагностикалық қызмет көрсету бағдарламасының өзі сияқты маңызды.

## **5. CMMS (ТҚКЖЖ компьютерлік басқару жүйесі)**

Материалдардың ерекшеліктерін толығырақ толтырыңыз.

Бұл деректер орындалған жұмыстар тарихында сақталуы керек;

- жөндеудің себебі және техникалық жағдайы қалай анықталды;
- жұмысты орындауға жауапты қызметкердің аты.

ТҚКЖЖ бойынша барлық жұмыстар үшін жұмысты қауіпсіз орындаудың қадамдық процедураларын әзірлеңіз және оларды CMMS жүйесінде сақтаңыз. CMMS жүйесін жыл сайын немесе жарты жылда бір рет жұмыс тапсырмасының істен шығуын талдау бөліміне енгізілген деректерді қолдана отырып, жабдықтың сенімділігін арттыру үшін пайдаланыңыз.

Муфталардың, мойынтіректердің, редукторлардың бұзылу жиілігінің тұрақты төмендеуі, майлаудың болмауынан сынулар және т. б. болуы тиіс.

#### **6. Техникалық қызмет көрсету және жөндеу (жалпы алғанда)**

Ішкі ТЖҚ мөлшерлемелері бекітілмеген. Қайта өңдеуді бақылауға болады. Жөндеу персоналының мультикрафтингі (эмбебаптандыру) кәсіпорынға персоналдың табиғи азаюы арқылы техникалық қызмет көрсету персоналының санын біртіндеп азайтуға немесе еңбек ресурстарының тиімділігін арттыруға және мердігерлерді пайдалануды біртіндеп азайтуға мүмкіндік береді.

Жөндеу персоналын жалпы техникалық қызмет көрсету мәселелері бойынша да, белгілі бір жабдық бойынша да оқыту бағдарламаларын жасаңыз. Оқуға ақша ысырап болмайды. Мердігерлердің қызметтерін пайдалануды азайтыңыз. Егер кәсіпорын қызметкерлері бос болса және белгілі бір жұмысты орындай алса, оны қолданыңыз. Қажет болса, техникалық қызмет көрсетуді қоса алғанда, өнімділікті үнемі жақсарту үшін жабдықты жетілдіріңіз, жаңартыңыз. Қосалқы бөлшектердің көлемін мүмкін болатын ең төменгі деңгейге дейін төмендетіңіз. CMMS жүйелерін шығындарды, аяқталмаған жұмыстарды, қосалқы бөлшектердің қорларын бақылау үшін, сондай-ақ аппараттық және жөндеу тарихын сақтау үшін пайдаланыңыз.

Қауіпсіздік техникасына, жұмыстың сапасына назар аударыңыз. Қорларды азайтыңыз. Үлкен тоқтатуларды тиімді пайдаланыңыз. Егер жұмыс өндірісті тоқтатпай орындалуы мүмкін болса, онда тоқтауды жоспарламаңыз. Мүмкіндігінше мұқият жоспарлаңыз. Мердігерлердің қызметтерін мұқият пайдаланыңыз және қажет болған жағдайда ғана. Мердігерлер барлық мәселелерді шеше алмайды. Жөндеу қызметкерлері мен желілік шеберлерді оқыту бағдарламаларын жасаңыз. Қызметкерлерді адалдықпен жұмыс істеуге талпындырыңыз.

#### **Әдебиеттер**

1. <http://koptelov.info/publikatsii/sovershenstvovanie-tehnicheskogo-obslyzhivaniya-i-remonta-oborudovaniya/>
2. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. ГОСТ 18322-78.
3. <http://tekhnosfera.com/sovershenstvovanie-sistemy-tehnicheskogo-obslyzhivaniya-i-remonta-tes>
4. Григорович В.Г., Юдин С.В., Козлова Н.О., Шильдин В.В1 Информационные методы в управлении качеством. М.: Стандарты и качество, 2001. - 208 с.

**Ж. А. Амангельды., С. А. Бортебаев**

#### **Совершенствование процессов технического обслуживания и ремонта технологического оборудования**

**Аннотация.** В статье прозвучали предложения по совершенствованию процесса технического обслуживания и ремонта технологического оборудования, снижению затрат, максимизации коэффициента готовности оборудования и показателей его работы. Техническое обслуживание и ремонт являются неотъемлемой частью любого производственного процесса. При осуществлении технического обслуживания учтены допущенные ошибки и приведены способы их устранения.

**Ключевые слова:** затраты на ремонт, остановка, надежность, системы CMMS/EAMS, диагностика, производительность.

**Zh. A. Amangeldy., S. A. Bortebaev**

#### **Improving the processes of maintenance and repair of technological equipment**

**Annotation.** In the article, proposals were made to improve the process of maintenance and repair of technological equipment, reduce costs, maximize the availability factor of equipment and its performance indicators. Maintenance and repair are an integral part of any production process. When performing maintenance, the mistakes made are taken into account and the ways to eliminate them are given.

**Keywords:** repair costs, shutdown, reliability, CMMS/EAMS systems, diagnostics, performance.

**Ұ.М. Ануарбек, Қ.А. Лайық**

*Ғылыми жетекші – Б.Ә. Мырзахметов, Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасының профессоры, т.ғ.к.*

Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.

[layik\\_kkk@mail.ru](mailto:layik_kkk@mail.ru)

## **ҰСАҚТАП-УАТУ ЖАБДЫҒЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІН ГИДРОКОМПЕНСАЦИЯ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ АРҚЫЛЫ АРТТЫРУ**

***Аңдатпа.** Мақалада ұсақтау жабдығының жұмыс жасауға қабілеттілігі мен сенімділігін талдау негізінде, жүктемеге байланысты олардағы жұмыс қысымын бақылау жүйесі бар гидрокомпенсаторлық құрылғыларды қолдана отырып, конустық ұсақтағыштардың сенімділігін арттыру бойынша практикалық ұсыныстар жасалды. Бұл өз кезегінде ұсақтағыштардың осы түрінің жетектерінің шамадан тыс жүктелуіне және оның тоқтап қалуына немесе істен шығуына жол бермейді. Гидравликалық жүйеге шамалы құрылымдық өзгерістер енгізе отырып жасалынатын бұл модернизацияны, кәсіпорынның механикалық-жөндеу қызметінің күшімен де жүзеге асыруға болады.*

***Түйін сөздер:** ұсақтау жабдығы, конус басы, тостағанша, эксцентрик, гидравликалық жүйе.*

Конустық ұсақтау-уату жабдықтарының сенімділігінің сақталуы, қазіргі таңда мысты алу процесінде үлкен орын алатын мәселенің бірі. Кез-келген жабдықтың тоқтаусыз, сенімді жұмыс жасауы оған күнделікті жасалынатын техникалық қызмет сапасына, әрі пайдалануына тәуелді.

Техникалық қызметтің сапасыздығына байланысты, жабдықтың бұзылуы салдарынан оның жаңғыртылған түрін алу экономикалық жағынан тиімсіз. Менің зерттеуім диагностиканың оперативті тәсілін қолданып және жабдықтың әрі қарай сенімділігін арттыру үшін көмектеседі.

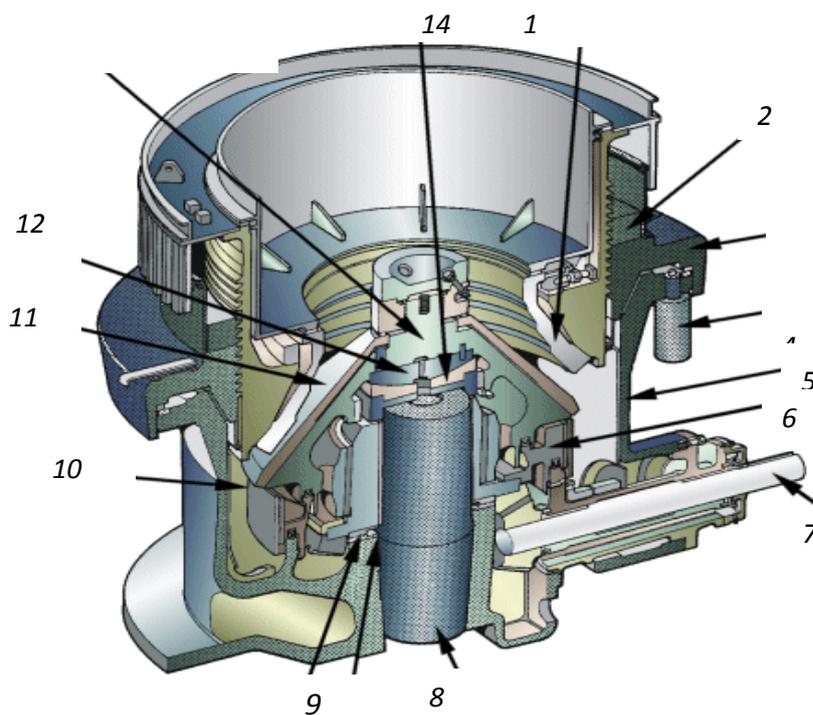
Конусты ұсақтағыштарда материал қысу және үйкеу тәсілдерімен ұсақталады. Ұсақталатын материал сыртқы қозғалмайтын және ішкі айналатын конустардың аралығында болады. Ішкі айналатын конус сыртқы конусқа эксцентрикалы болып орналасады. Конус ұсақтағыш, ішкі бөлшектеу конусы, конус қаптамасы, бөлшектеу конусының көмекші құрылғылары және жетек элементтерінен құралады.

Материал ұсақтағышқа жоғарғы жағынан бастарымен бірге айналатын және коректендіруді ұсақтау қуысына бөлетін коректендіргіш арқылы беріледі. Материал тостағандар мен конус басының арасындағы саңылауға түседі, конус басы тостағанның қаптамасына жақын орналасқан саңылауда қысылып сынады. Материал конус басының бұрылуына қарай ұсақталады. Бұл процесс бөлшектелген материал саңылаудың төменгі бөлігіне жетпей және қалаған өлшемге ие болғанға дейін қайталады (1-сурет). Содан кейін материал саңылаудан науаға және содан кейін конвейерге түседі. [1]

Ұсақтағыштың шығу бөлігіндегі өнімнің мөлшері ұсақтағыштың қаптамасы арасындағы саңылауды реттеу арқылы бақыланады. Саңылауды қаптаманың қызмет мезгілімен реттеу қажет, өйткені ол қаптаманың тозу шамасына қарай ұлғаяды. Тостаған көтерілуіне қатысты конусты ашады, ал төмендеуі тостағанға қатысты конусты жабады. Ішкі жағында бұрандалы реттеу сақинасы негізгі рамаға отырады. Сыртқы жағындағы бұрандасы бар тостаған саңылаудың өлшемін өзгерту үшін реттеу сақинасының ішінде бұрауға болады. Реттеу гидравликалық қозғалтқышпен жасалады, оны оператор қолмен іске асырады.

Конустық ұсақтағыштарды пайдалану барысында көп қиындықтар, шарлар, ұсақтағыш жабдықтың ішінде қалып қалған болттар немесе темір қалдықтары тостағанша мен конус

басының арасына тұрып қалу әсерінен пайда болады. Бұл өз кезегінде конус қаптамасын зақымдап, ағымдағы жұмыс процесіне айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін.

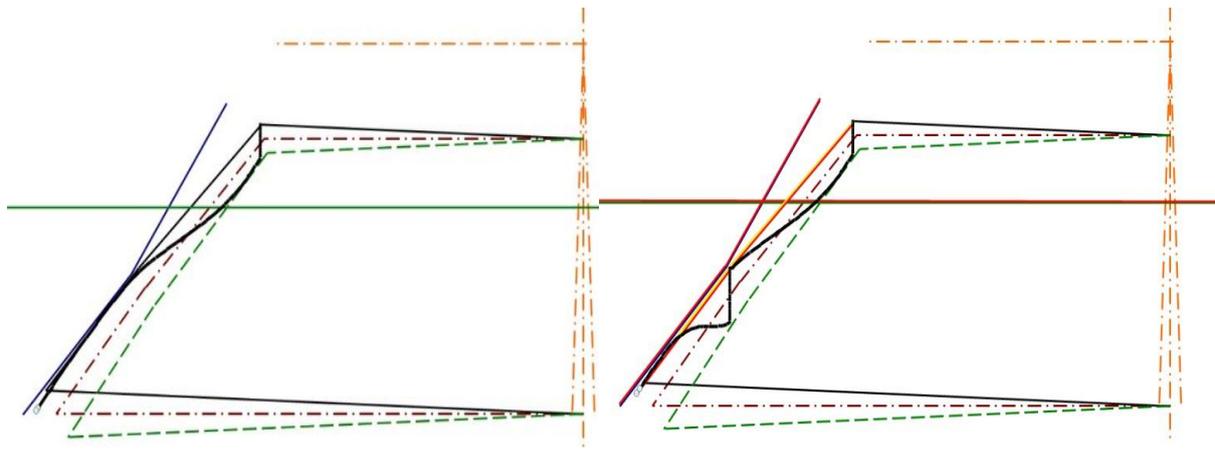


Сурет 1 – Конустық ұсақтау-уату жабдығы

1- Тостағанша қаптамасы; 2- Қысқыш сақина; 3- Реттеуіш сақина; 4- Тазарту домкратының цилиндрі; 5- Негізгі рама; 6- Қарсы салмақ; 7- Аралық білік; 8- Негізгі білік; 9-Тіреуіш подшипник және төлке; 10- Қоршау; 11- Қаптама (қабы); 12- Шар басы; 13- Кері жүрісті шектегіштің муфтасы; 14- Муфта.

Төменде конустық ұсақтағыштың ұсату камерасы арқылы ұсақталмайтын материалдың қозғалысының көрнекі траекториялары алынды және тиісті тұжырымдар жасалды. [2]

Конусты ұсақтағыштан 5 мм өлшемді заттың өтуі, бұл операция параллель аймақтың өлшемінен кем емес заттың өтуін тексеру үшін жасалған. Есептеу нәтижесінде алынған ұсақталмайтын заттың траекториясы 2-суретте көрсетілген, онда өлшемдері параллель аймақтағы құрыш арасындағы қашықтықтан аз немесе оған тең зат ұсақтау камерасында кептеліп қалмайтындығы көрінеді.



Сурет 2 – Көлемі 5 мм заттың қозғалыс траекториясы

Сурет 3 – Көлемі 10 мм заттың қозғалыс траекториясы

3-суретте толық емес  $d_{\text{ндп}} = 10$  мм болатын ұсақталмайтын материалдың траекториясы көрсетілген және зат параллель аймаққа кіре берісте бір рет қысылып, параллель аймақтың төменгі бөлігінде бекітілуі мүмкін.

Суретте көрсетілгендей ұсақталмайтын материал көлеміне байланысты сәйкесінше конус қаптамасының қалыңдығы жұқаратындығы, бұл өз кезегінде оның жарамсыз болып қалуына алып келеді. Осы мәселені шешу үшін оперативті диагностика әдісі көмегімен тозудың, істен шығудың алдын ала аламыз.

Тостаған және реттеу сақинасының түйіні негізгі рамада қысым түсіру клапандарымен жабдықталған бірнеше гидравликалық поршендермен ұсталады. Егер кездейсоқ түскен материал конус пен тостағанның арасында жабылса, гидравликалық май поршеннен май жинағышқа қайта шығарылады. Сол уақытта, бұл тостаған мен конус арасындағы саңылауды үлкейту үшін жеткілікті жоғары көтерілуге мүмкіндік беріп, материалдың пайда болған саңылау арқылы өтуіне көмектеседі. Алайда метал қалдығы осы процес жүзеге асқанға дейін конус қаптамасын зақымдап үлгереді. Осыған байланысты біз гидро цилиндрге сигнал беруші азотты акумулятор қысымын өзгерту арқылы конус қаптамасын бұзылудан қорғауды ұсынамыз. Олар сондай-ақ реттеу сақинасын көтеру немесе көлбеу кезінде сақинаны бастапқы қалыпқа қайтару үшін бағыттаушы ретінде қызмет етеді. [3]

Кездейсоқ қатып қалған болат өткеннен кейін және ұсақтау күшін қалпына келтіргеннен кейін гидравликалық қысым реттеу сақинасын өз орнына тұруға мәжбүрлейді. Содан кейін ұсақтаушы бұрынғыдай жұмыс істейді. Егер ұсақтағышта ұсақтауға келмейтін материалдың үлкен бөлігін алып тастаса және ұсақтағыштың қозғалтқышын ажыратып тастаса, онда қатып қалған материалды жою үшін жоғарыда сипатталған қуысты босату және тазартудың гидравликалық механизмі қолданылады. Гидравликалық домкраттар тостағанды қатқан материал құлап кеткенге дейін немесе тостағанды бұғаттауға және қатқан затты қауіпсіз алып тастауға болатын нүктеге дейін жоғары көтереді. [4]

Бірақ бұл ұзақ мерзімді қызмет ететін ұсақтау-уату жабдықтары үшін барлық жағынан тиімді деп айта алмаймыз. Тұрып қалған материал тостағанша көтерілгенге дейін конус басының қаптамасын зақымдап үлгереді. Бұл өз кезегінде конустық ұсақтау жабдығының басқа да жұмыс органдарның жұмыс жасауына әсер етіп, бұзылуына алып келуі мүмкін. (4-сурет)



Сурет 4 – Зақымдалған қаптама. Металл шарлардың әсерінен қаптамадағы көптеген майысулар. (Ақтоғай 2021)

Ұсақтағыш ірі ұсақталмайтын материалдың түсуі салдарынан тоқтаған кезде электр энергиясының ажыратылуы немесе қоректенуі бойынша шамадан тыс жүктеме салдарынан ұсақтау камерасы ұсақтау материалымен үйіледі. Ұсақтау камерасын үйіндіден немесе ұсақталмайтын материалдан тазарту үшін: ұсақтау тостағанының сығу гидроцилиндрлерінен қысымды алу; ұсақтау тостағанын берілген шамаға көтеру; ұсақтау камерасын түсіргеннен кейін ұсақтау тостағанын гидродомкраттардың шток қуысына қысым беру есебінен жұмыс жағдайына түсіру қажет; өзекшелік қуыстарда жұмыс қысымы тостағанды қысу гидроцилиндрлерін жасау арқылы тостағанның қысу күшін қалпына келтіру керек.



Сурет 5 – Жабдықтың гидравликалық майлау жүйесі (Ақтоғай 2021)



Сурет – 6. Гидравликалық аккумулятор (Ақтоғай 2021)

Бұл мәселені шешу үшін 16 гидравликалық цилиндрге қосымша 4 гидро аккумулятор қойылады (6 сурет). Осы гидро аккумуляторлардағы азоттың қысымын өзгерту арқылы конустық тостағанға және ұсақтайтын конуска жүктемені реттеу бағдарламасы жасалды. Қысымның өзгерісін гидро жүйедегі сенсорлы датчиктер арқылы бақылаймыз(5-сурет). Бағдарлама өз кезегінде, жабдық қаптамасына зақым келтіретін материалды осыған дейінге қарағанда жылдамырақ сезіп, оның қаптамаға терең із қалдыруына жол бермейді. [5]

#### **Тұжырымдар:**

Модельдеу және эксперименттік зерттеулер негізінде конустық ұсатқыштардың жұмыс істеу тиімділігін арттыруға бағытталған техникалық шешімдер негіз болып табылады, бұл сынбайтын зат түскен кезде жұмыс процесінің тоқтап қалуын болдырмайды.

Жабдықты кенеттен келген ұсақталмайтын материалдан қорғаудың арнайы гидро пневматикалық жүйесінің параметрлерін негіздеу, бұл ұсақтау камерасына түскен кезде қалыңдығы жабық жағындағы түсіру саңылауының енінен үлкен, бірақ ашық жағындағы түсіру саңылауының енінен аз, оны ұсатқышты тоқтатпай өткізуге мүмкіндік береді.

#### **Әдебиеттер:**

1. Конусные дробилки / PSP Engineering. <http://www.pspeng.com/ru/cone-crushers/>
2. Ревнивцев В. И., Зарогатский Л. П., Рудин А. Д., Шуляков А. Д. Повышение эффективности работы конусных дробилок // Горный журнал. 1984. №12. <https://mining-media.ru/ru/article/newtech>
3. Савинова Н. В. Алгоритм прочностного расчета корпусных деталей конусных дробилок // Компьютерные технологии в горном деле: Тез. докл. III науч.-практ. конф. - Екатеринбург: УГГГА, 1998.- С. 55-56. <http://www.dslib.net/gornye-mashiny/issledovanie-naprjazhenno-deformirovannogo-sostojaniya-staniny-konusnoj-drobilki-i.html>
4. Масленников В. А., Носырев Э. М. Исследование производительности дробилки КМДТ-2200 // Горный журнал, 1970, №12. с. 48-49. <https://kzref.org/mashinostroenie-metallurgiya-eoj-621-91-02.html>
5. Калянов А. Е., Лагунова Ю. А. Математическое моделирование элементов гидравлической схемы системы прижатия конусной дробилки. // Горное оборудование и электромеханика. 2014. № 2. [https://lib.esstu.ru/cgi-bin/irbis64r\\_12](https://lib.esstu.ru/cgi-bin/irbis64r_12).

**У.М. Ануарбек, К.А. Лайык**

**Повышение надежности конусных дробилок применением гидрокомпенсирующих устройств со следящей системой**

**Аннотация.** В статье на основании анализа работоспособности и надежности дробильного оборудования, разработаны практические рекомендации по повышению надежности конусных дробилок с применением гидрокомпенсирующих устройств со следящей системой за рабочим давлением в них в зависимости от нагрузки. Это позволит предотвратить перегрузку приводов такого типа дробилок и вызванные им остановки или отказы. Такую модернизацию с введением таких незначительных конструктивных изменений в гидросистему может произвести механическая обслуживающая группа завода.

**Ключевые слова:** дробильное оборудование, конусная головка, чаша, эксцентрик, гидравлическая система.

**U.M. Anuarbek, K.A. Laiyk**

**Improving reliability of cone crushers using hydrocompensating devices with monitoring system**

**Abstract.** The article provides practical recommendations for improving the reliability of cone crushers using hydraulic compensating devices with working pressure monitoring systems depending of the load, developed on the basis of an analysis of the performance and reliability of crushing equipment. This will prevent overloading of drives of this type of crusher and the resulting shutdowns or failures. Such modernization with the introduction of such minor structural changes in the hydraulic system is possible to make by mechanical maintenance team of the plant.

**Keywords:** crushing equipment, cone head, bowl, eccentric, hydraulic system.

УДК 622.002

**О.Ә. Ахметжан, Г. М. Омар**

*Ғылыми жетекші – Б.А. Мырзахметов, Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасының профессоры, техника ғылымдарының кандидаты.*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.*

*Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты*

*E-mail: [omar.zz97@mail.ru](mailto:omar.zz97@mail.ru)*

**ФЛОТАЦИЯЛЫҚ МАШИНАЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУ ЖӘНЕ ЖОСПАРЛЫ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ КЕЗІНДЕГІ БАЙПАСТЫҚ ЖҮЙЕНІҢ НЕГІЗГІ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ**

**Аннотация:** Қазіргі уақытта мыс-кен орындарын игеру мақсатында Флотациялық машиналарды қолдану көлемі айтарлықтай өсуде. Соның негізі болып, Қазақстанның оңтүстік-шығысында, Қазақстан-Қытай шекарасынан шамамен 250 км жерде орналасқан ашық типтегі ірі Ақтоғай кеніші болып табылады.

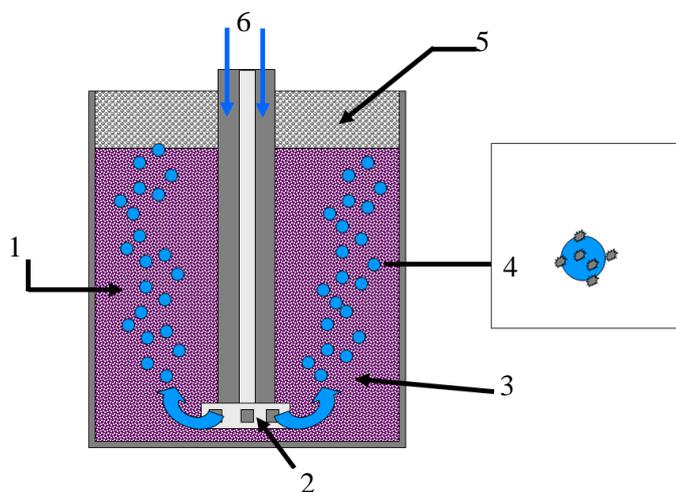
Жалпы ұжымдық флотацияның мақсаты ұсақтау, яғни телімінен түсетін ұсақталған кеннен мыс пен молибденді бөліп шығару. Молибденді флотациялау процесі екі жеке концентратты шығару үшін ұжымдық флотация шеңберінде алынған мыс және молибден концентраттарын бөлуді қамтиды. Мыс концентраты 25% және одан да көп болуы тиіс, ал молибден концентраты 20% және одан да көп концентрациясы болуы шарт. Флотациялық ұсақталудың технологиялық параметрлері, ұсақтау процесінің пайдалану сипаттамаларына елеулі әсер етеді. Мақалада Байпастық жүйені қолдану арқылы, белгілі бір флотамашинаға техникалық қызмет іс-шаралары қажет болған кезде, ағымдағы барлық флотамашиналарындың тоқтауының алдын алу мәселесі қарастырылады. Бұл Ақтоғай мыс-кен байыту кеніші үшін үлкен мәселе ретінде көрініс тапқан сонымен қатар ол флотация процесінің жалпы операциялық шығындарын (ОРЕХ) арттыруы мүмкін. Тиісінше, сифон негізіндегі жаңа айналма жүйе ұсынылады.

**Түйін сөздер:** флотамашина, флотациялық тізбек, Байпастық жүйе және оның негізгі артықшылықтары.

Көбікті флотация белгілі бір минералдарды немесе материалдарды бір-бірінен бөлу үшін пайдаланылатын бірнеше өңдеу процестерінің көрінісі болып табылады. Негізгі мақсаты бастапқы минералдардан нақты минералдарды бөлу және байыту болып табылатын "Іріктеуші" процесс. Яғни бұл - белгілі бір минералдың концентратын алу үшін, көптеген тау-кен кәсіпорындарында қолданылатын байыту әдісі. Өндірілетін концентрат неғұрлым бай құрамды болуы, кейінгі өңдеу жұмыстары үшін де соғұрлым экономикалық тиімді. Көбікті флотация әдісі әр түрлі минералдардың бөлшектер бетіндегі физикалық және химиялық қасиеттерінің айырмашылықтарына негізделеді.[1]

Флотациялық процесс флотациялық тізбектер немесе флотамашиналар тобында іске асырылады. Тізбектер мен машиналар пішіні мен конфигурациясы бойынша ерекшеленсе де, олар бөлшектерді бөлу үшін қолданылатын көбікті флотацияның принциптері бойынша жұмыс істейді. Тікелей флотация процесінде бағалы минерал қойыртпақтың бетіне шығады. Кері флотация процесінде жағымсыз материал бетіне шығып кетеді (және байыту қалдықтары ретінде жойылады), ал бағалы минерал тізбек құмына немесе машинаға қайта айдалады.

Көбікті флотация үдерістерінің көпшілігінде бағалы минералдың қажетіне қарай бір кезеңге шоғырлануына қол жеткізу қиын және сирек болады. Әдетте материал бірінші кезекте бастапқы бөлуді (негізгі флотация) талап етеді, одан кейін қайта өңдеудің қажетсінеді. Бұл көбік концентраты негізгі флотация кезеңінен кейін, әдетте, минералдың концентрациясын арттыру мақсатында, бос тау жынысынан бағалы минералды одан әрі бөлу үшін, флотацияның тағы бір циклі (тізбекті флотация ретінде белгілі) өтетінін білдіреді. Сондықтан негізгі флотация кезеңі бастапқы бөлу үшін пайдаланылады, ал тізбекті флотация бағалы минералдың концентрациясын арттыру үшін қолданылады.[2]



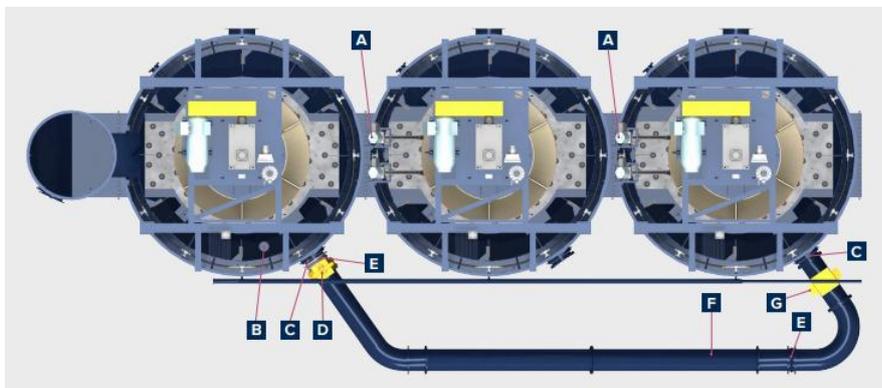
Сурет 1 - Тура флотация мен флотамашинаның жалпы жұмыс принципі

1-ауа көпіршіктері; 2- импеллер және диффузор; 3-қойыртпақ; 4- минералды ауа көпіршіктері; 5-минералды көбік немесе көбікті концентрат; 6-ауа

Мыс пен молибден бір флотамашинада толығымен алынуы мүмкін емес, сондықтан флотамашиналар "сыйымдылықтар" немесе "тізбектер" деп аталатын бірнеше қатарға орнатылады. Бір тізбекте немесе желіде он флотамашинаға дейін орнатылуы мүмкін, яғни бұл пайдалану барысындағы өнеркәсіптегі өнімнің көлеміне тікелей байланысты.

Бұл мақалада негізгі қарастырылатын мәселе Флотациялық машиналардың сенімділігін арттыру, яғни осы уақытқа дейін біздің Ақтоғай мыс-кен өндіру кешеніндегі басты мәселе, негізгі желідегі флотациялық машиналардың жоспарлы жөндеу кезіндегі кезектілікті талап етуі [3].

Мысалы, бір флотамашинаны жөндеу барсыныда екінші машинадағы кен ағыны жөндеу жұмыстары аяғына жеткенше ағымдағы машинада Дартсты қақпақтардың көмегімен біраз уақыт ұсталынып тұрады. Ал бұл кәсіпорынның ең асыл қазынасы, яғни уақыттан ұтылуға жол ашатынын және оның кез-келген кәсіпорын үшін өте тиімсіздігін ескерсек, онда өнімділікті арттыру мақсатында біз жаңа “Байпас желісіне” көшуді алға қойып отырмыз. Жалпақ тілде Байпас желісі – бұл флотациялық жүйедегі өнімнің қозғалысының айналма желісі. Байпасты жүйенің ең маңызды көрінісі, жоспарлы күрделі жөндеу кезінде немесе негізгі желінің апаты кезінде оның үздіксіз жұмысын қамтамасыз етуге арналуы.[4]



Сурет 2 - Сифондық ұяшықты айналып өтуге балама талдау.

Байпас жүйесінің негізгі артықшылықтары:

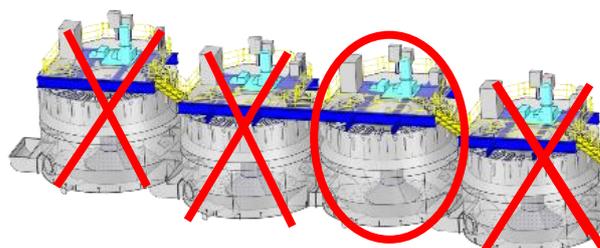
1. Машинаның тоқтаусыз жұмыс істеу кезіндегі ажырату уақытын қысқарту. Жоспарлы техникалық қызмет көрсету кезінде бос уақыттың едәуір азаюы.

2. Автоматтандырылған деңгейдегі бақылау.

3. Жоғарғы ұяшыққа орнатылған Multi-sense® автономды деңгей сенсорының көмегімен клапанның күйін бақылау үшін, айналмалы сызықтағы қысқыш клапанға сигнал береді.

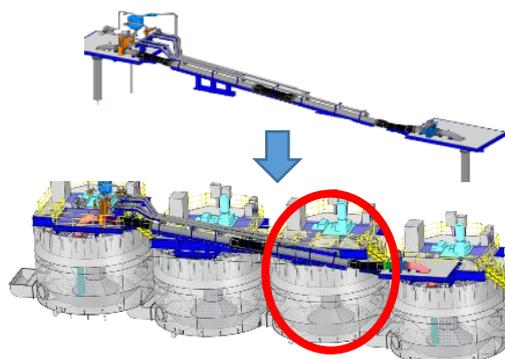
4. Модульдік дизайн жүйенің басқа барлық ұяшықтарды айналып өтіп, флотациялық жағалау бойымен жоғары немесе төмен жылжуына мүмкіндік береді.

Жалпы жүйенің жұмыс істеу принципін түсіну үшін, бірінші техникалық қызмет көрсету жоспарын талдаймыз



Сурет 3 – Модульді таңдау. Суретте негізгі желідегі насан ретінде таңдалған 103-ші флотамашина

Екіншіден, 3-ші суретте көрсетілгендей кәсіпорынның өнімділігін арттыру мақсатында, тек нысан ретінде таңдалған машинаны тоқтату арқылы, жоспарлы түрде техникалық қызмет көрсете аламыз.



Сурет 4 - Негізгі ұсынылып отырған техникалық қызмет көрсету жоспары. Байпасты тасымалдау желісі арқылы өнімді бір флотамашинадан екінші флотамашинаға тізбектілікпен тасымалдау

### **Қорытынды:**

Жалпы бұл техникалық қызмет көрсету жоспары жеке флотамашиналардағы өнімнің күрделі жөндеу жұмыстары кезінде, байпастық желінің көмегімен құбыраралық айналыстың тоқтамауын қамтамасыз етуде жаңа бағыт ретінде қарастырылып отыр. Байпасты желі бос уақытты азайтудың қарапайым құралы болып табылады. Флотация сұлбасын аздап өзгерту арқылы біз жыл бойына мындаған сағаттық қажетсіз үзілістерді жоя аламыз. Тізбектің осы бөлігінде өндірістің жоғары деңгейін ұстап тұру қабілеті біздің зауытта жасай алатын ең ауқымды экономикалық қадамдардың бірі болып табылатындығына сенімдіміз. Айналымалы жүйе-бұл қарапайым операция, ол әдеттегі дәлелденген негіз бойынша жұмыс істейді. Мыс флотациясы үшін негізгі мәселе жөндеу жұмыстарының ауырлығына байланысты техникалық қызмет көрсетуге уақыттың жетіспеуі және оның өндірістік тізбекте орналасуына байланысты кеш оқшаулау болып табылады. Техникалық қызмет көрсетудің болмауы ысырапты түрде қалпына келтіру жұмыстарын өткізуге әкеледі және компоненттердің тозуын күшейтеді.

### **Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:**

1. Технический регламент по производству флотационного хлористого калия на ФОФ БКПРУ- 2
2. К.А. Разумов «Проектирование обогатительных фабрик», М.; Недра, 1970
3. Донченко А.С., Донченко В.А. «Справочник механика рудо-обогатительной фабрики» М.; Недра, 1975
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [https://flsmidth-prod-cdn.azureedge.net/-/media/brochures/brochures\\_products/flotation/flsmidth-flotation-bypass.pdf?rev=7b0ae948-1583-4219-8636-63a23279bdbd](https://flsmidth-prod-cdn.azureedge.net/-/media/brochures/brochures_products/flotation/flsmidth-flotation-bypass.pdf?rev=7b0ae948-1583-4219-8636-63a23279bdbd)

**О.А.Ахметжан, Г.М. Омар**

### **Основные преимущества байпасной системы при эксплуатации и плановом техническом обслуживании флотационных машин.**

**Аннотация:** В настоящее время значительно возрос объем применения флотационных машин для извлечения меди. Целью коллективной флотации является изначальное извлечение меди и молибдена из измельченной руды, поступающей с участка дробления. Процесс флотации молибдена включает разделение медного и молибденового концентратов, полученных в рамках коллективной флотации, чтобы произвести два отдельных концентрата. Медный концентрат должен иметь концентрацию меди в 25 % и более, в то время как молибденовый концентрат должен иметь концентрацию в 20 % и более.

Целью статьи является создание байпасной системы, которая может легко эксплуатироваться для обеспечения непрерывной работы одной или нескольких флотационных ячеек, в то же время как техническое обслуживание выполняется по меньшей мере на одной флотационной ячейке. Также создание байпасной системы, работающей по принципу сифонов, с тем чтобы адекватно регулировать уровень флотационных ячеек без зависимости от эксплуатационной надежности шламовых насосов. Байпасная система может содержать трубопровод простираясь от первого резервуара флотационной ячейки до третьего резервуара флотационной

ячейки. Трубопровод может обходить второй резервуар флотационной ячейки, расположенный между первым резервуаром флотационной ячейки и третьим резервуаром флотационной ячейки.

**Ключевые слова:** флотамашина, байпасная система, преимущества байпасной линии.

**O.A.Akhmetzhan, G.M Omar**

### **The main advantages of the bypass system in the operation and routine maintenance of flotation machines.**

**Resume:** Currently, the use of flotation machines for copper extraction has increased significantly. The purpose of collective flotation is the initial extraction of copper and molybdenum from the crushed ore coming from the crushing site. The molybdenum flotation process involves separating copper and molybdenum concentrates obtained as part of a collective flotation to produce two separate concentrates. The copper concentrate must have a copper concentration of 25 % or more, while the molybdenum concentrate must have a concentration of 20% or more.

The aim of the article is to create a bypass system that can be easily operated to ensure the continuous operation of one or more flotation cells, while maintenance is performed on at least one flotation cell. Also, the creation of a bypass system operating on the principle of siphons, in order to adequately regulate the level of flotation cells without depending on the operational reliability of slurry pumps. The bypass system may contain a pipeline extending from the first tank of the flotation cell to the third tank of the flotation cell. The pipeline can bypass the second tank of the flotation cell located between the first tank of the flotation cell and the third tank of the flotation cell.

**Keywords:** flotation machine, bypass system, advantages of the bypass line.

УДК 622.245

**М.Е.Базаров, С.А. Заурбеков, Д.Махамбеталиев**

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

[bazarov.m@kaztruckmotors.kz](mailto:bazarov.m@kaztruckmotors.kz)

### **ОБУСТРОЙСТВО НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ НАСОСНОЙ ДОБЫЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШТАНГОВЫХ СКВАЖИННЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК**

**Аннотация:** *Обустройство нефтяного месторождения строится на основе проекта разработки месторождения, длительности этапов фонтанной, газлифтной и насосной добычи.*

*Обустройство нефтяных месторождений осуществляется подрядными строительными организациями на основе утвержденных заказчиком проекта и сроков его реализации по заключенному контракту.*

*Обустройство под насосную добычу ШСНУ начинается с создания фундамента под станок-качалку, которые могут быть в виде бетонных фундаментов, металлических рам, фундаментов на сваях в заболоченных местностях с обеспечением подвода электроэнергии.*

**Ключевые слова:** *Обустройство нефтяных месторождений, насосная добыча.*

Обустройство нефтяных месторождений – одна из важнейших составляющих процесса добычи, транспорта, подготовки и переработки нефти, формирующая создание основных фондов (ОФ – сумма затрат в денежном выражении, введенных в эксплуатацию объектов и находящихся на балансе нефтедобывающих компаний) [1].

Нефтепромысловое строительство (обустройство нефтяных и газовых месторождений) – это создание комплекса сооружений на основе проекта обустройства нефтяных и газовых месторождений строительными организациями объектов добычи, транспорта и подготовки нефти на нефтяных месторождениях.

Нефтепромысловое строительство и обустройство в мире существует с момента бурения первой скважины, с которой производится добыча нефти и газа. В обустройства месторождений нефти предусматривают использование наилучших доступных технологий и оборудования, обеспечивающих рациональное использование природных ресурсов и экономное расходование материальных и топливно-энергетических ресурсов

В настоящее время большинство нефтяных скважин эксплуатируется насосами. По типу передачи энергии от привода к скважинному глубинному насосу применяются штанговые и бесштанговые насосные установки. По принципу действия различают насосы: - плунжерные; - центробежные; - винтовые; - струйные; - диафрагменные; - вибрационные; - роторные. Наиболее широкое распространение получили первые три вида насосов [2].

Выбор типа установки и скважинного насоса обусловлены глубиной и дебитом скважины, составом и свойствами добываемой продукции. Наиболее широко распространена эксплуатация скважин насосными установками. Количество нефтяных скважин, эксплуатируемых этим способом, составляет более 70% от действующего фонда. Штанговая насосная установка состоит из наземного и глубинного оборудования. Наземное оборудование станок-качалка требует обустройства фундамента для его установки.

Обустройство под насосную добычу ШСНУ начинается с создания фундамента под станок-качалку, которые могут быть в виде бетонных фундаментов, металлических рам, фундаментов на сваях в заболоченных местностях с обеспечением подвода электроэнергии [3].

Конкретный вид фундамента станка-качалки задается несколькими параметрами.

1. Глубина скважины и вид штангового насоса, от 30 м до 5000 м.
2. Вид исполнения балансира. Одноплечий и двухплечий.
3. Ветровой район. Существует 8 ветровых районов, с различными показателями давления в каждом.
4. Геология. Показатели несущей способности грунта на месте строительства.

Обустройство фундаментов в нефтедобывающих устройствах (качалках) является технологически сложным процессом. Так как необходимо соблюдение особых параметров, допускаемые отклонения от горизонтальности: в поперечном направлении - 2 мм/м; в продольном направлении - 4 мм/м. Это достигается путем точной установки рамы станка качалки на фундаментную плиту. Изменение высотных характеристик опор в процессе эксплуатации приводит к поломкам частей конструкций насосов и их приводов [4].

Фундамент под станок-качалку может быть монолитным железобетонным, сборным железобетонным и металлическим.



Рисунок 7 - Основания станков-качалок ШСНУ

При этом следует обратить внимание на выполнение безосадочного основания для обеспечения сохранения горизонтального положения фундамента и станка-качалки в процессе эксплуатации. В общем случае производится обустройство фундамента под установку на монолитных плитах. Но так как опорная плита должна нести существенную нагрузку (от 2,5 до 30 т), то фундамент усиливают несущими сваями. Такое обустройство фундамента под установку является наиболее экономически обоснованным. Однако при обустройстве фундамента в особых геологических условиях необходимо принимать ряд

мероприятий, которые увеличивают стоимость работ по подготовке к установке станка-качалки.

Выполняются следующие виды работ:

- строительные работы на при устьевой площадке и площадке ввода резиновых разделителей;
- строительные работы на площадке под инвентарные приемные мостки и ремонтный агрегат;
- обвязка устьевой арматуры с выкидной линией;
- фундамент под станок качалку;
- якоря для крепления оттяжек ремонтного агрегата;
- трансформаторная подстанция;
- канализационная емкость – сборник;
- электрохимзащита трубопроводов и обсадной колонны;
- монтажные работы.

В нашей стране применяют в основном редукторные станки-качалки. Их устанавливают на фундаменты, которые делятся на три группы:

- бутобетонные или бетонные;
- из бетонных труб;
- металлические постаменты различных конструкций.

Бутобетонные фундаменты для станков-качалок нормального ряда сооружают с использованием деревянной опалубки; стены цоколя выкладывают из бутового камня.

Перед монтажом станка-качалки проверяют комплектность поставки узлов и крепежного материала (болтов, гаек, шайб). Доставленные к месту монтажа узлы станка-качалки располагают с учетом последовательности сборки. Монтаж начинается с установки рамы на фундамент затаскиванием ее по уложенным накатам из труб или краном, смонтированным на тракторе [5].

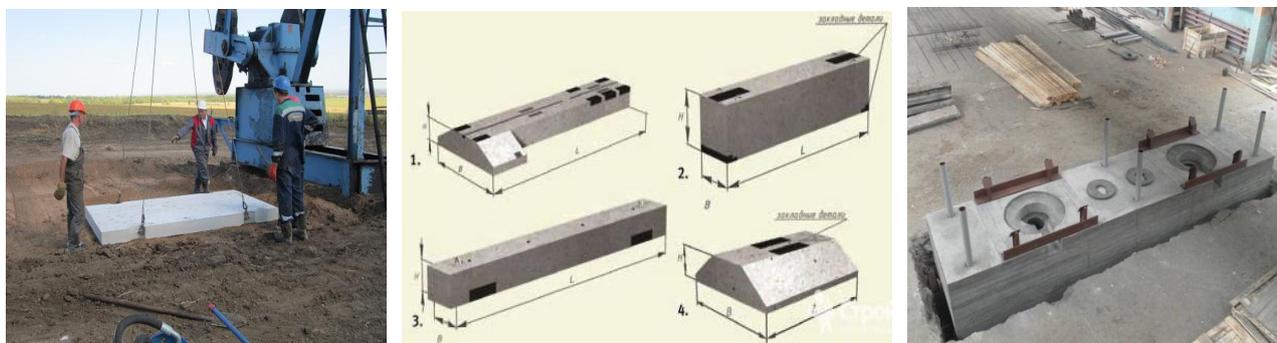


Рисунок 2 – Монтаж основания станка-качалки

После установки рамы выверяют ее положение относительно центра скважины и горизонтальность в продольном и поперечном направлениях

При наличии на скважине вышки или мачты монтаж стойки и балансира можно выполнять при помощи подъемника, в других случаях - грузоподъемными средствами. Перед установкой балансира проверяют горизонтальность верхней плиты стойки в двух направлениях и крепление к раме. Балансир поднимают и устанавливают на плиту стойки вместе с его опорой. При этом продольная ось балансира должна совпадать с продольной осью симметрии станка, а плоскость качания балансира - быть перпендикулярной к плоскости основания. Правильность положения балансира относительно центра скважины проверяют отвесом, прикрепленным к центру траверсы канатной подвески.

Небольшие отклонения устраняют перемещением балансира при помощи регулировочных болтов. Закрепляя балансир, поднимают траверсу с двумя шатунами и ее опорой для присоединения к балансиру. Верхние головки должны свободно вращаться на пальцах во втулках траверсы. Пальцы должны быть надежно застопорены в верхних головках шатунов. После сборки тормозного устройства проворачивают шкив редуктора до установки кривошипов в горизонтальное положение и затормаживают их. На кривошипы устанавливают противовесы и закрепляют их болтами с гайками и контргайками.

Нижние головки шатунов присоединяют к кривошипам и закрепляют их в определенном положении, затягивая гайку специальным патронным ключом. Гайки после крепления шплинтуют. Расстояние между шатунами и кривошипами с обеих сторон станка должно быть одинаковым. После проверки параллельности продольных осей кривошипов и совпадения наружных поверхностей шкивов редуктора и электродвигателя надевают клиновые ремни. Натяжение ремней регулируют, поднимая или опуская поворотные салазки. По окончании сборки и проверки ее качества устанавливают фундаментные шпильки, концы которых должны выступать над верхней плоскостью рамы для установки гайки и контргайки. При заливке цементного раствора под раму станка-качалки фундаментные болты затягивают после затвердения раствора.

По окончании монтажа электрооборудования, ограждения кривошипа и площадки с лестницей для обслуживания электродвигателя, а также проверки смазки в подшипниках и в редукторе разрешается выполнить пробный пуск станка-качалки и обкатку на холостом ходу в течение 3 ч.

В процессе обкатки проверяют вертикальность движения шатунов, точки подвеса штанг, величину торцевого и радиального биения шкивов, наличие шума и стуков в узлах. При удовлетворительной работе и отсутствии дефектов присоединяют штанги скважинного насоса и включают станок под нагрузкой [7, 8].

### **Список литературы**

1. А.К. Безуглый, С.Ю. Борхович, В.А. Аристов Обустройство нефтегазовых месторождений. Учебное пособие. Ижевск, 2013.
2. Тагиров К.М. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. -М.: Недра, 2012г.
3. Б.И. Далматов Механика грунтов, основания и фундаменты. -Л.: Стройиздат, 1988.
4. Юшков Б.С. Обустройство фундаментов нефтедобывающих установок. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» 5(24) 09-10.2014.
5. Султанов Б. З., Ишмурзин А.А., Ишмурзина Н.М., Гумеров Р.Р. Заявлено. Скважинная штанговая насосная установка для добычи нефти. 1987г.
6. Бухаленко Е.И., Абдулаев Ю.Г. Монтаж, обслуживание и ремонтнефтепромыслового оборудования. - М.: Недра, 1974. - 360 с.
7. Раабен А.А., Шевалдин П.Е., Максutow Н.Х. Ремонт и монтаж нефтепромыслового оборудования: Учебник для техникумов,-3-е изд., перераб. и доп.-М.: Недра, 1989.-383 с.
8. Bartolomey A., Goncharov B., Omelchak I., Abbasov P. Efficient technology in pile foundation engineering // Proc. Twelfth Intern. Conf on Soil Mech. And Found. Eng. Brazil, Rio De janeiro, 1989.

**М.Базаров, Д.Махамбеталиев**

**Мұнай кен орындарын сорғышты сорғы қондырғыларының көмегімен өндірісті соруға арналған жабдықтармен орналастыру**

**Реферат:** Мұнай кенішінің құрылысы кен орнын игеру жобасына, субұрқак, газлифт және сорғы өндіру кезеңдерінің ұзақтығына негізделген.

Мұнай кен орындарын орналастыруды тапсырыс беруші мақұлдаған жоба және жасалған келісімшарт бойынша оны іске асыру мерзімдері негізінде мердігер құрылыс ұйымдары жүзеге асырады.

Сорғыш-штангалы сорғы қондырғыларын сораппен сорып алуды ұйымдастыру электрмен жабдықтауды қамтамасыз ете отырып, батпақты жерлерде бетонды іргетастар, металл қаңқалар, іргетастар түрінде болуы мүмкін сорғы қондырғысының негізін құрудан басталады.

**Түйінді сөздер:** Мұнай кен орындарын реттеу, өндірісті сорып алу.

**M.E.Bazarov, D.Makhambetaliev**

#### **Arrangement of oil fields with equipment for pumping production using sucker rod pumping units**

**Abstract:** The construction of an oil field is based on the field development project, the duration of the stages of fountain, gas lift and pump production.

The development of oil fields is carried out by contractor construction organizations on the basis of the project approved by the customer and the timing of its implementation under the concluded contract.

Arrangement for pumping extraction of sucker rod pumping units begins with the creation of a foundation for a pumping unit, which can be in the form of concrete foundations, metal frames, foundations on piles in swampy areas with the provision of electricity supply.

**Key words:** Arrangement of oil fields, pumping production.

ОӘЖ 621.878

**Е.М.Балтаев, Т.С.Әуезов**

*Ғылыми жетекші – Козбагаров Рустем Ашимович, сениор-лектор, т.ғ.к., доцент*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

*baltaev9707@mail.ru; [aueyev11kz@gmail.com](mailto:aueyev11kz@gmail.com)*

#### **ДИСКІЛІ ПЫШАҒЫ БАР ЭКСКАВАТОРДЫ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП, ҒИМАРАТТАРДЫ ЖИНАУДА ЖӘНЕ БӨЛШЕКТЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСІНДЕ ҚАУІП ТҮРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ**

***Аңдатпа.** Эскаваторлардың конструкциялары қазіргі кезде операторды өндіріс ортасы жағынан да, техника жағынан да кері әсерден оқшаулау туралы мәселені шешпейді. Осыған байланысты қашықтан басқару технологиясын пайдалану кезінде операторды ықтимал қауіпті аумақтан конструктивті өзгертуде немесе оны алып тастау мәселені шешудің тиімді әдісі болып табылады. Жұмыста эскаваторларды пайдалануға байланысты қауіптерге сапалы баға берілді. Қаралып отырған оқиғалардың пайда болуы операторлардың технологиялық міндеттерді орындау кезінде әдейі, көбінесе басқарылмайтын қауіптерге жол беретіндігін қарастырылды. Ғылыми жұмыстарды зерттеу кезінде эскаватордың операторының жұмыс орнын өндірістік жағдайлардың теріс факторларынан, қауіп-қатерлерден оқшаулау проблемасы өзекті болып қалатыны анықталды.*

***Түйінді сөздер:** Ғимарат, Құрылыс конструкциясы, Эскаватор, Жол-құрылыс машиналары, Залал, Сынықтар.*

Ғимараттар мен құрылыстардың типі қандай болса да, оны жобалау және пайдалануға беру ғимараттардың құрылысы немесе құрылыстар сияқты, олардың пайдалануға берілуі, жаңартылуы, өзгертілуі, жөндеу және бұзу сияқты белгілі бір өндірістік үрдістермен байланысты. Олардың соңғы бұзылуға жату себебі, қазіргі заманғы ғимараттар мен құрылыстарды салу үшін орын босату талап етіледі немесе олар жер сілкінісінен кейін қирайды және тағы басқалар. Ғимаратты бұзу кезінде қатар тұрған құрылысқа зиян келтірмей бұзу қажет. Осыған байланысты қазіргі кездегі эскаваторлардың конструкциялары операторды өндіріс ортасы жағынан да, техника жағынан да туындайтын теріс әсерлерден оқшаулау туралы мәселені шеше алмайды. Қашықтықтан басқару технологиясын пайдалану кезінде жұмыс жүргізудің ықтимал қауіпті аумақтарынан операторды конструктивтік түзету немесе алып тастау мәселенің шешудің тиімді тәсілі болып табылады. Осыған байланысты, эскаваторды қашықтықтан басқарудың қазіргі

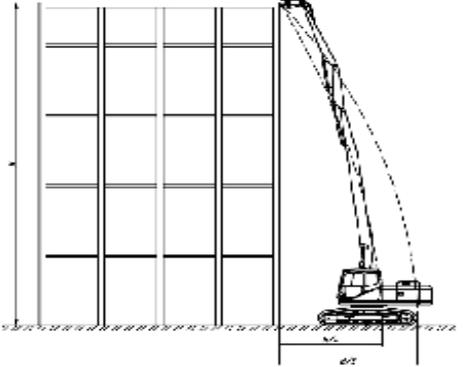
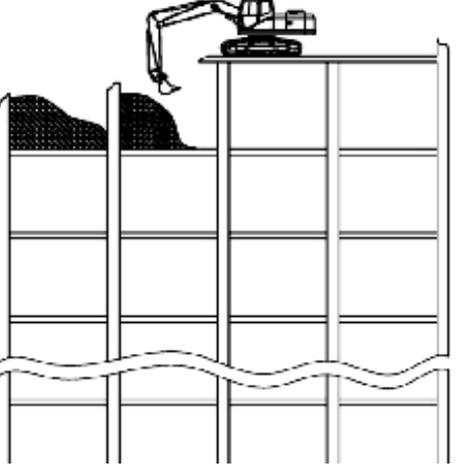
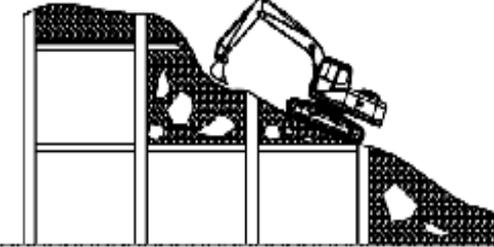
заманғы электрондық жүйелерін енгізу саласындағы зерттеулер актуалды болып табылады және орындалатын технологиялық процестердің өнімділігін, қауіпсіздігін арттыруға және сапасын жақсартуға мүмкіндік береді [1,2,3].

Қазіргі уақытта ғимараттарды демонтаждаумен немесе үйінділерді тазалаумен байланысты жұмыстарда құрылыс техникасын қолдану айтарлықтай кең тиімділікпен шартталады, бірақ бұл ретте орындалатын технологиялық операциялар мен жұмыстардың қауіпсіздігі мен сапасына соңына дейін кепілдік беру мүмкін емес [4].

Ғимараттардың, құрылыстардың, жекелеген конструктивтік элементтердің бұзылуы олардың шектік физикалық тозуымен (60% - дан асатын) және аумақты босату қажеттілігімен түсіндіріледі. Құрылыс конструкциясының үйінділері жарылыстардың зақымдаушы факторларының әсерінен, жер сілкіністерінің және т.б., сондай-ақ құрылыстың мақсатты бұзылуларының әсерінен пайда болады.

Ғимараттарды бөлшектеудің технологиялық процесі, әдетте, ғимараттың құрылымдық элементтерін алып тастау, құрылыс алаңын босату және тазарту, содан кейін жарамсыз құрылымдарды, материалдарды алып тастау сияқты жұмыстар жиынтығын білдіреді. Ғимараттарды бөлшектеу толық немесе ішінара болуы мүмкін. Ғимараттың түріне, конструкциялық шешімдеріне, пайдаланылған материалдар мен конструкцияларға, сондай-ақ тиісті дискілі фрезерлі жабдықталған экскаваторды (1 - сурет) қолдануына қарай бөлшектеудің 3 тәсілін бөліп көрсетуге болады (1-кесте).

1 Кесте – Эскаваторларды пайдалану кезінде конструкцияларды бұзу тәсілдері

<p>1</p>	<p>Бетонды құрылыстарды топырақ деңгейімен бұзу</p> 	<p>Көп қабатты ғимараттарды бұзу үшін жұмыс жабдықтарының кеңейтілген базасы бар жойғыш машина қолданылады.</p> <p>Негізгі қауіптер:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- жұмыстарды орындау кезінде жұмыс алаңының нашар көрінуі;</li> <li>- құрылыс шаңының болуы;</li> <li>- құрылыс конструкциясының кесілген элементтерінің құлауы;</li> <li>- құрылыс конструкциясының бос немесе әлсіреген элементтерінің болуы ғимарат элементтерінің құлауына әкелуі мүмкін.</li> </ul>
<p>2</p>	<p>Ғимаратты ішінен бұзу</p> 	<p>Егер ғимаратты жер деңгейімен бұзу жұмыстарын жүргізу үшін жеткілікті орын болмаса немесе ғимарат тым жоғары болса (6 қабаттан жоғары) және бұзуға арналған аспалы жабдықтың ұзындығы жеткіліксіз болса, бұзушы машина бұзуға тағайындалған ғимараттың жоғарғы қабатына орнатылады. Бұзу жұмыстары жоғарғы қабаттан басталып, төмен қарай жылжиды.</p> <p>Негізгі қауіптер:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- жұмыстарды орындау кезінде нашар көрінуі;</li> <li>- құрылыс шаңының болуы;</li> <li>- құрылыс конструкциясының бос немесе әлсіреген элементтерінің болуы машинаның істен шығуына әкелуі мүмкін.</li> </ul>
<p>3</p>	<p>Үйінділерді бөлшектеу</p> 	<p>Қираудың әртүрлі түрлерінің салдарынан пайда болған қоқыстар арнайы техниканың көмегімен бөлшектеледі. Ғимараттардың әр түрлі типтерінің үйінділері параметрлері бойынша сипатталады: көлемдік-массалық сипаттамасы; үйіндінің құрылымы; құрылыс элементтерінің құрамы.</p> <p>Негізгі қауіптер:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- жұмысты орындау кезінде нашар көрінуі;</li> <li>- құрылыс шаңының болуы;</li> <li>- құрылыс конструкциясының кесілген элементтерінің құлауы;</li> <li>- құрылыс конструкциясының бос немесе әлсіреген элементтерінің болуы үйінділердің құлауына әкелуі мүмкін.</li> </ul>

Бөлшектеу басталғанға дейін ғимараттың және оның конструкцияларының нақты жай-күйін, мөлшерін, массасын, конструкцияларды бір-бірімен қосу тәсілдерін, жөндеу - құрылыс жұмыстарын жүргізу тәсілін таңдауға әсер етуі мүмкін барлық басқа факторларды

(жарылыс жұмыстары, ғимараттардың құлауы, гидрожару тәсілі, жылу тәсілі, электргидравликалық тәсілі, гидрожеректендіру) анықтау мақсатында олардың техникалық жай-күйіне тексеру жүргізіледі. Конструкцияларды бөлшектеу және бұзу бойынша жұмыстар әзірленген және технологиялық карталармен қатаң сәйкестікте орындалуы тиіс [6].

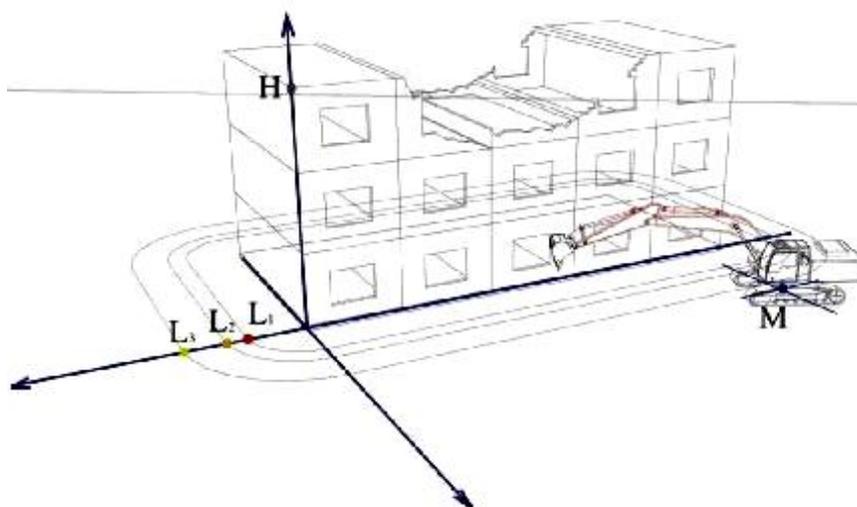


Сурет 1 - Эскаватордағы фрезерлі пышақты жабдық

Қауіп-қатерлерді бағалау үшін барлық ықтимал қауіпті жағдайлар мен оқиғаларды, олардың сипаттамаларын және таңдалған техникалық процеске байланысты сақтық шараларын сәйкестендіреміз.

Қауіптілік факторы бойынша ықтимал аумақтық қауіп-қатерді бөлуге есептеу жүргіземіз: ғимаратты демонтаждау кезінде құрылыс құрылымының сынықтарының құлауы және шашырауы. Есептеу әдістемесі ЖҚ 03-418-01 құжатында баяндалған [6].

Есептеу міндеті экскаватордың көмегімен құрылысты бұзу кезінде қауіп факторлары мен олардың параметрлерін анықтау болып табылады.



Сурет 2 - Өндірістік операциялар аумағы бойынша туындайтын ықтимал қауіптерді бөлу

Басшылық құжатқа [6] сәйкес осы жұмыста мынадай жүргізу әдістері бойынша талдау жасалды: авария қаупін талдау; авария қаупін бағалау; авария қаупі; техникалық қауіп;

ықтимал аумақтық қауіп. Ғимараттар мен құрылыстарды бұзу кезінде қауіпті аймақтағы адамдарды зақымдау қауіпі туындайды. Сондықтан демонтаждау жұмыстарын жүргізу қауіпсіздігінің маңызды факторы белгілі бір құрылымды таңдалған жұмыс әдісімен бұзу кезінде адамдар немесе айналадағы құрылымдар үшін қауіпсіз болатын қашықтықты белгілеу болып табылады. Бұл қашықтықтар қауіпсіз және олардың мәндері қауіпсіздік ережелерімен реттелгеннен кем болмауы керек (2 сурет).

Мемқалтехбақылау қолданатын әдістеме бойынша құрылыстардағы топырақ деңгейінен бұзу кезіндегі қауіптіліктің болуын талдауы технологиялық міндеттерді орындау кезінде экскаваторларды пайдалану көбінесе қауіптермен байланысты екенін дәлелдейді.

**Қорытынды:** Экскаватордың конструкциялық функционалдығы стандартты технологиялық схемалар бойынша жұмыспен шектелмеуге мүмкіндік беретіні және қолданудың кең спектрі бар екені анықталды. Экскаваторларды құрылыс және жол салаларында тікелей мақсаты бойынша, сондай-ақ қауіпті жағдайлардың салдарын жоюдың қосымша құралдары ретінде пайдаланылады. Оларды қолдану аясын кеңейту технологиялық операцияларды орындаудың жоғары деңгейімен ұштастыра отырып, оператордың қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ету нысандарын қайта қарауды және толықтыруды талап етеді.

### **Әдебиеттер**

1 Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование. Москва: Высшая школа, 1991. С. 182.

2 Рейш А.К. Повышение производительности одноковшовых экскаваторов. М.: Стройиздат, 1983.

3 Nguyen Hong Quang. Robust low level control of robotic excavation: PhD dissertation / Nguyen Hong Quang. Australian Centre for Field Robotics The University of Sydney, 2000. -234 p.

4 Афанасьев А.А. Возведение зданий и сооружений из монолитного железобетона/ А.А. Афанасьев: Учебник для вузов. – М.: Высш. школа, 1990. – 334 с.

5 СН и П 12-03-200. Безопасность труда в строительстве

6 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов, утверждённом постановлением Госгортехнадзора России от 10.07.01 №30 и введенном в действие с 01.09.01 г.

**Балтаев Е.М., Әуезов Т.С.**

#### **Исследование видов опасностей при технологическом процессе демонтажа и разборки зданий с использованием экскаватора с дисковым ножом**

**Аннотация.** Конструкции современных экскаваторов не разрешают вопроса об изолировании оператора от отрицательного воздействия как стороны среды производства, так и со стороны техники. Конструктивная доработка или исключение оператора из потенциально опасной территории проведения работ при использовании технологии дистанционного управления является эффективным способом решения проблемы. В связи с этим, в работе дана качественная оценка рисков, связанных с эксплуатацией экскаваторов. Возникновение рассматриваемых событий показывает допущение операторами преднамеренных, зачастую неуправляемых рисков при выполнении технологических задач. При исследовании научных работ установлено, что проблема изоляции рабочего места оператора экскаватора от негативных факторов производственных условий остается актуальной.

**Ключевые слова:** Здания, Строительные конструкции, Экскаватор, Дорожно-строительные машины, Ущерб, Завалы.

**Baltaev E.M., Auevov T.S.**

#### **Investigation of the types of hazards in the technological process of dismantling and disassembling buildings using an excavator with a disc knife**

**Abstract.** The designs of modern excavators do not solve the problem of isolating the operator from the negative impact of both the production environment and the equipment. Constructive modification or exclusion of the operator from a potentially dangerous area of work when using remote control technology is an effective way to solve the problem. In this regard, the paper provides a qualitative assessment of the risks associated with the operation of excavators. The occurrence of the events under consideration shows the assumption by operators of deliberate, often

unmanageable risks when performing technological tasks. During the research of scientific works, it was found that the problem of isolation of the excavator operator's workplace from the negative factors of production conditions remains relevant.

**Keywords:** Buildings, Building Structures, Excavator, Road Construction Machines, Damage, Rubble.

622.24.051.55

**А.Е.Бейсенғазы**

*Ғылыми жетекшісі – Б.З. Калиев., т.ғ.к, асс.профессор.*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

*[Aeka\\_0096@mail.ru](mailto:Aeka_0096@mail.ru)*

## **КӘСІПШІЛІК ЖИНАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ТӨМЕНДЕТУ ҮШІН РЕЗЕРВУАРЛАРДАҒЫ МҰНАЙДЫҢ ЖЕҢІЛ ФРАКЦИЯЛАРЫНЫҢ ШЫҒЫНДАРЫН ЗЕРТТЕУ**

*Аңдатпа: Шығынның басты себептерінің бірі мұнайды резервуарларда жинау мен сақтаудың кәсіпшілік технологияларының жетілмегендігі болып табылады. Мұнай кәсіпшіліктерінде жинау мен дайындықтан бастап тұтынушыға дейінгі барлық жолда жеңіл мұнай көмірсутектерінің шығынын азайту проблемасы өте өзекті, оны шешудің экологиялық ғана емес, экономикалық аспектісі де бар. Елде буланудан мұнай шығыны жылына 500-600 мың тоннаға дейін, экваторлық елдерде мұндай шығындардың үлесі әлдеқайда жоғары. Мұның себебі елімізбен салыстырғанда бұл елдердегі жоғары ауа температурасы. Осы мақаланың мақсаты - кен орындарында мұнай сақтауға арналған резервуарлардан көмірсутектердің жеңіл фракцияларының шығынын 98% - ға қысқартуды қамтамасыз етеді, бұл өртқауіпсіздік деңгейін төмендетеді, экологиялық жағдайды жақсартады, мұнай өңдеу процесі үшін бағалы шикізатты сақтайды.*

**Түйін сөздері:** *сұйықтық, өлшеу, мұнай, булану, резервуар, тығыздық, қысым, тыныс алу, көмірсутектер, сеператор.*

Әлемдік мұнай қоры бойынша еліміз алдыңғы қатарда және оны өндіру бойынша әлемде жетекші орындардың бірін алады.

Резервуарлық сұйықтықтар жоғары қысым мен жоғары температурада болған мұнай кен орнынан шыққан кезде қысым мен температураның төмендеуі байқалады. Газ сұйықтықтан шығады, ағынның сипаты өзгереді. Жоғары жылдамдықпен қозғалатын газ сұйықтық тамшыларын алып кетеді, ал сұйықтық газ көпіршіктерін алып кетеді. Бұл фазалардың физикалық бөлінуі мұнай мен газды өндіру, дайындау және өңдеудегі маңызды әрекеттердің бірі болып табылады. Жаңа мұнай кен орындарын үнемі ашу, шикізат өндірудің өсіп келе жатқан көлемі мұнай өңдеуге бағдарланған кәсіпорындарда үлкен инновацияларды талап етеді. Мамандардың бағалауы бойынша мұнай өндіруші зауыттарда көмірсутектердің жеңіл фракцияларының шығыны жылына шамамен 50 млн.тоннаны құрайды, бұл ірі мұнай өңірін өндірумен салыстыруға болады, бұл ретте негізгі шығындар резервуарлық парктерде байқалады. Мұнай өнімдерін сақтауға арналған резервуарлардың жеткіліксіз герметикалануы, сондай-ақ "шағын" және "үлкен" тыныс алу жиынтығы кен орнындағы мұнайдың жалпы жылдық өндірісінің 3% - ына жететін құнды шикізаттың жоғалу мөлшерін анықтайды. Сонымен қатар, көмірсутегі шикізатының жеңіл фракциялары буланған кезде, МӨЗ жанында атмосфера қабаты айтарлықтай ластанады. Бұл факторлар мұнай кен орындарындағы шығындарды бәсеңдету қажеттілігін анықтайды.

Бұл жұмыстың мәні жоғарыда аталған кен орындарында мұнай дайындау кезінде көмірсутектердің жеңіл фракцияларының шығынын зерттеу, объектілерде орналасқан РВС-

2000 үшін понтондарды қолдану кезінде кен орындарының резервуарларынан шығындарды азайтуды салыстырмалы талдау және компрессиялық типтегі жеңіл фракцияларды ұстау қондырғысы болып табылады.

Тауарлық мұнайда, әдетте, 1% - дан астам су мен механикалық қоспалар болмайды, ал газда әдетте бос сұйықтық болмауы керек. Мұнайда судың болуы оның тұтқырлығын, тасымалдау шығындарын арттырады. Мұнай құрамындағы механикалық қоспалар мен қатты бөлшектер құбырлар мен жабдықтардың тозуына әкеледі.

Буланудан мұнай мен мұнай өнімдерінің шығынын азайту құралдары.

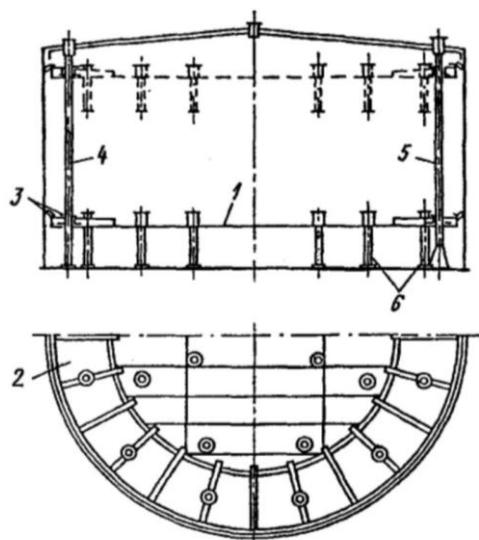
Қазіргі уақытта резервуарлардағы буланудан мұнай мен мұнай өнімдерінің шығынын азайту үшін бірқатар шаралар қолданылады:

- мұнай бетінде қалқитын жабындардың көмегімен резервуардағы газ кеңістігінің көлемін қысқарту;

- газ жинағыштары жоқ газ теңестіргіш жүйелер;

- жеңіл фракцияларды ұстау қондырғысының көмегімен мұнай өнімдерінің буларын ұстау.

Резервуардағы мұнай өнімдерінің бетінде қалқитын жабындар ретінде қалқымалы қақпақтар, понтондар және қорғаныс эмульсиялары қолданылады. Понтон - бұл мұнай өнімінің кем дегенде 90% бетін жабатын қатты диск тәрізді құрылым, ол газ өткізбейтін материалдан жасалған, диск пен резервуар қабырғасы арасындағы алшақтықты тығыздайтын ысырмамен жабдықталған. Диск пен резервуардың қабырғасы арасындағы алшақтықты тығыздау үшін ысырманың тығыздалуы өте маңызды, понтонның көмегімен алынатын көмірсутектердің жеңіл фракцияларының мөлшері осыған байланысты болады. Металл және синтетикалық материалдардан жасалған понтондар бар. 1-суретте металл понтоны бар резервуар көрсетілген.



1 - понтон төсемі; 2 - металл қораптар; 3 - Металл понтонның тығыздаушы бекітпелері; 4 - сынамаларды іріктеуге арналған құбыр; 5 - Сусымалы материалдарды қайта өңдеуші сынама алғыштың қаптамасы; 6 - тірек тіреулер

Сурет 1 – Резервуарларға арналған металл понтондардың сипаттамасы

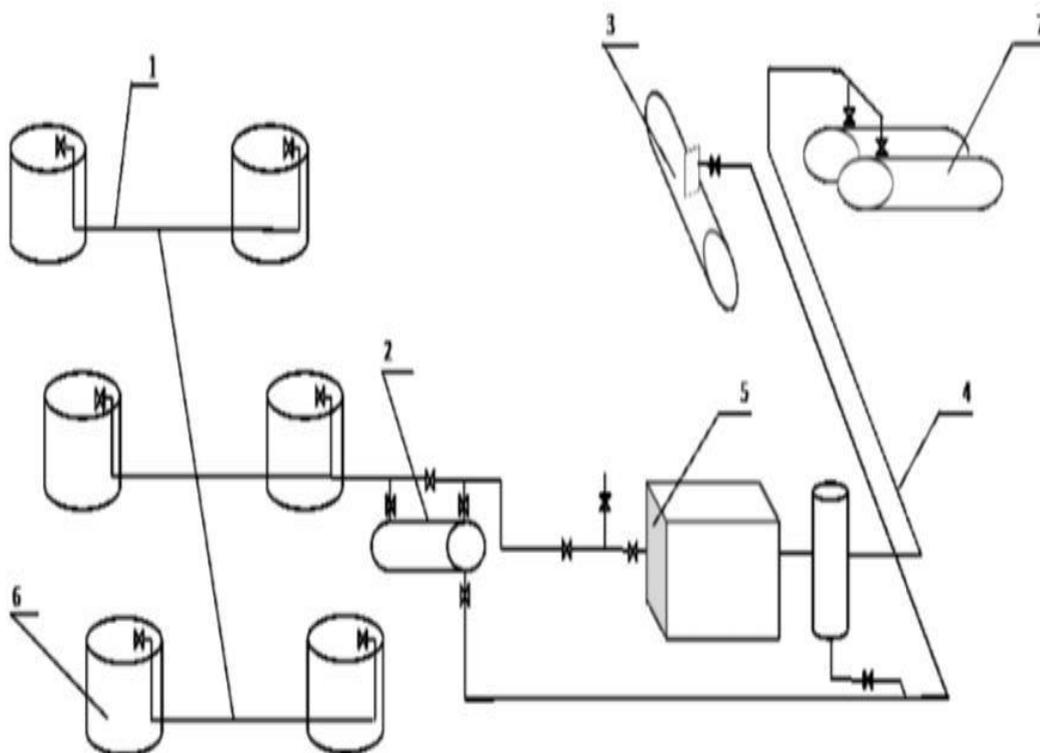
Сондай-ақ, көмірсутегі шығынын азайту үшін мұнай өнімінің бетіне орналастырылған қорғаныс эмульсиялары қолданылады, қорғаныс эмульсиясының тығыздығы мұнай тығыздығынан аз. Қорғаныс эмульсиясы мұнай өнімдерінің бетіне таралады, оларды газ шығынынан оқшаулайды. Алайда, қорғаныс эмульсияларының бірқатар кемшіліктері бар:

эмульсияның төмен тұрақтылығы, оның қысқа қызмет ету мерзімі, резервуарлардың сорғылары мен сүзгілерінің бітелу қаупі бар.

Резервуарлардан көмірсутектердің жеңіл фракцияларының шығынын азайтудың қолданыстағы әдістерінің бірі газ деңгейлі жүйе болып табылады, олардың көпшілігі (50% - дан астамы) газ жинағышсыз пайдаланылады. Бұл жүйе резервуар үшін операциялардың сәйкестік коэффициенті өте жоғары болған жағдайда тиімді, бірақ іс жүзінде резервуарды құю және босату операцияларының толық сәйкестігі байқалмайды. Мұндай жүйені қолданған кезде резервуарларды толығымен герметизациялау қажет, өйткені олардың төбесіндегі олқылықтар жүйенің тиімділігін нөлге дейін төмендетуі мүмкін.

Мұнайды сақтауға арналған резервуарлардан көмірсутектердің жеңіл фракцияларының шығынын азайтудың ең тиімді және экономикалық негізделген әдісі көмірсутектердің жеңіл фракцияларын ұстау қондырғысын қолдану болып табылады. Оның жұмыс принципі келесідей: құбырлар жүйесі арқылы бөлінетін жеңіл фракциялар мұнай өнімдерін сақтау резервуары арқылы қайта бөлінеді (газ теңдестіру жүйесі), газ тәрізді көмірсутектердің артық мөлшері газ жинағышқа түседі, будың бір бөлігі конденсацияланады және сорғымен тұтынушыға сорылады. Газ тәрізді бөлік компрессормен сығылады және тұтыну үшін айдалады, жеңіл фракцияларды ұстау технологиясы мұнай өнімдері буларының артық мөлшерін іріктеуді, оларды компрессорлармен сығуды, сұйылтуды, ауыр фракциялармен байытуды және жергілікті тұтынушыға немесе магистральдық құбырға беруді көздейді. Қолдану жеңіл фракцияларды ұстау қондырғысы резервуарлардан мұнай өңдеу зауытына көмірсутектердің шығынын толығымен азайтуға мүмкіндік береді.

Жеңіл фракцияларды ұстау жүйесінің технологиялық схемасы РВС-2000 мұнай резервуарларынан газ жинауды қамтиды, схема 2-суретте көрсетілген. Барлық резервуарлар труба құбырларымен жабдықталады, олардың көмегімен әрбір резервуардың газ кеңістігі арасында жеңіл фракциялар қайта бөлінеді, газ теңестіретін труба құбырлары бойынша барлық артық газ буферлік сыйымдылыққа түседі, онда резервуарлардан газды алатын конденсаттың түсуі және жинақталуы орын алады.



- 1 - газ теңдестіру жүйесі; 2 - буферлік сыйымдылық; 3 - Жерасты сыйымдылығы; 4- шығару құбыры; 5 - компрессорлық блок; 6 - резервуар; 7 - газ сеператоры  
Сурет 2 – Жеңіл фракцияларды ұстау жүйесінің схемасы

Резервуарлар міндетті түрде от бөгейіштермен, тыныс алу гидравликалық сақтандыру клапандарымен жабдықталады, оларды толық герметизациялау қамтамасыз етіледі, бұл ретте резервуарларда компрессордың көмегімен артық қысым (20-дан 50 мм-ге дейінгі су бағанасы шегінде) ұсталады. Буферлік ыдыс жылытқыштармен, бақылау өлшеу аспаптарымен және бекіту-реттеу арматурасымен жабдықталады. Шекті деңгейге жеткен кезде конденсат жер асты сыйымдылығына шығарылады, сонымен қатар жоғарғы авариялық деңгей дабылы, қысымның ауытқуы кезіндегі дабыл, қысымды бақылау қарастырылған. Жер асты конденсат ыдысы жоғарғы және төменгі шекті деңгейлерге жеткенде автоматты түрде қосылатын және ажыратылатын электржүктегіш сорғымен жабдықталған.

Зерттеуде қарастырылғандай мұнай резервуарларынан булану кезінде көмірсутектердің шығынын толығымен азайтады, кен орындарының аумағындағы экологиялық жағдайды жақсартады, өрт қауіптілігінің деңгейін төмендетеді, ең құнды көмірсутек шикізаты сақталады, сондықтан олардағы жеңіл фракцияларды ұстауды қосу арқылы кен орындарының технологиялық схемаларын жаңарту ұсынылады.

Кен орындарында көмірсутегі шығындарының санын азайту ұсынылды. Кен орындарының резервуарлық парктерінен атмосфераға көмірсутектердің шығарындылары есептелді.

#### **Әдебиеттер:**

1. Арнольд К., Стюарт М. Справочник по оборудованию для комплексной подготовки нефти. Промысловая подготовка углеводородов/Перевод с английского. – М.:ООО «Премиум Инжиниринг», 2011. – 776 с
2. Владимиров А.И., Щелкунов В.А., Круглов С.А. Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки: Учеб. Пособие для вузов. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. – 227 с.
3. Ивашкина Е.Н., Левашова А.И., Юрьев Е.М. Теоретические основы химической технологии топлива и углеродных материалов: учебное пособие.- Томск: Изд-во ТПУ, 2012. - 232 с.
4. Арнольд К., Стюарт М. Справочник по оборудованию для комплексной подготовки газа. Промысловая подготовка углеводородов / Перевод с английского. – М.:ООО «Премиум Инжиниринг», 2009. – 630 с.

#### **А.Е. Бейсенғазы**

#### **Исследование потерь легких фракций нефти в резервуарах для снижения в условиях промышленного сбора и подготовки**

**Аннотация:** Одной из главных причин потерь является несовершенство промышленных технологий сбора и хранения нефти в резервуарах. На нефтепромыслах на всем пути от сбора и подготовки до потребителя очень актуальна проблема снижения потерь легких нефтяных углеводородов, решение которой имеет не только экологический, но и экономический аспект. Потери нефти от испарения в стране составляют до 500-600 тыс. тонн в год, в экваториальных странах доля таких потерь значительно выше. Причина-высокая температура воздуха в этих странах по сравнению с нашей страной. Цель данной статьи - обеспечить сокращение расхода легких фракций углеводородов из резервуаров для хранения нефти на месторождениях на 98%, что снизит уровень пожарной безопасности, улучшит экологическую обстановку, сохранит ценное сырье для процессов нефтепереработки.

**Ключевые слова:** жидкость, измерение, нефть, испарение, резервуар, плотность, давление, дыхание, углеводороды, сепаратор.

**A. E. Beysengazy**

**Research of losses of light fractions of oil in reservoirs for reduction in conditions of field collection and preparation**

**Annotation:** One of the main reasons for the losses is the imperfection of field technologies for collecting and storing oil in reservoirs. In the oil fields, the problem of reducing the loss of light oil hydrocarbons is very urgent all the way from the collection and preparation to the consumer, the solution of which has not only an environmental, but also an economic aspect. Oil losses from evaporation in the country amount to 500-600 thousand tons per year, in the equatorial countries the share of such losses is much higher. The reason is the high air temperature in these countries compared to our country. The purpose of this article is to reduce the consumption of light fractions of hydrocarbons from oil storage tanks in the fields by 98%, which will reduce the level of fire safety, improve the environmental situation, and save valuable raw materials for oil refining processes.

**Keywords:** liquid, measurement, oil, evaporation, reservoir, density, pressure, respiration, hydrocarbons, separator.

УДК 004.8

**Д.Г. Блалова**

*Научный руководитель – Г.С. Муханова, Ассоциированный профессор, кандидат технических наук, доцент*

*Национальный Исследовательский Технический Университет имени К.И. Сатпаева, Казахстан, г. Алматы*

*[blalova.dilnaz@mail.ru](mailto:blalova.dilnaz@mail.ru)*

**ЦИФРОВЫЕ ИННОВАЦИИ 2020 ГОДА**

**Аннотация.** *Хотя технологические инновации - это естественный путь развития коммерции в цифровую эпоху, 2020 год стал годом беспрецедентного развития. Более 70% профессионалов отрасли заявили, что пандемия COVID-19 ускорила их цифровую трансформацию как минимум на один-два года. Потребность в инновациях в коммерции с помощью технологий стала императивом, чтобы оставаться актуальными, подключенными и надежными в быстро меняющейся среде. Многие из этих инноваций также отражают общие сдвиги в отношении будущего коммерции, включая бесконтактные решения, виртуальные взаимодействия и инновации в области доставки и сбора данных «последней мили».*

**Ключевые слова:** *цифровые инновации, пандемия, влияние на бизнес, искусственный интеллект, бесконтактные платежи, доставка «последней мили».*

В течение 2020 года отрасли столкнулись с проблемой продолжения своей деятельности, поскольку COVID-19 привел к удаленной работе, закрытию магазинов и буму электронной коммерции. Многие полагались на технологии для выполнения своих задач.

Хотя эти технологии сыграли свою роль в цифровых инновациях, о которых говорится в этой статье, в большинстве этих инноваций использовались робототехника, автоматизация, виртуальная реальность и штрих-коды, которые также были следующими технологиями, получившими наивысший рейтинг среди профессионалов отрасли.

В большинстве сценариев использования эти технологии используются для облегчения покупателям возможности совершения покупок через онлайн-платформы или для предложения вариантов бесконтактных платежей, что помогло ускорить внедрение цифровых платежей. Также шире использовалась автоматизация поставок для поддержки роста онлайн-заказов, в том числе проблем, связанных с выполнением и доставкой.

На рисунке 1 представлена диаграмма технологий, которые наиболее сильно повлияли на бизнес людей во время пандемии.

Почти половина отраслевых специалистов, опрошенных в ноябре, заявили, что облачные технологии оказали наибольшее влияние на их бизнес, согласно данным Euromonitor International's Voice of the Industry: Digital Survey. Около трети считают, что Интернет ресурсы и искусственный интеллект повлияли на их бизнес по мере адаптации компаний.

Ниже представлены несколько примеров внедрения инноваций в бизнес-среду.

### **Использование роботов для упаковки онлайн – заказов в Саудовской Аравии**

Владелец франшизы Carrefour на Ближнем Востоке - Маджид Аль Футтайм, намерен развернуть автоматизацию доставки продуктов через Интернет в 2021 году. Используя технологии американской компании Takeoff, розничный торговец откроет центры микрообработки в некоторых магазинах Carrefour, расположенных в жилых районах Саудовской Аравии. Эти миниатюрные склады будут использовать роботов для выполнения заказов в течение пяти минут для получения или доставки (рисунок 2). Говорят, что технология имеет возможность обрабатывать 2000 заказов в день на площади 1500 м<sup>2</sup>, что дает Carrefour преимущество на конкурентном рынке заказов продуктов питания.

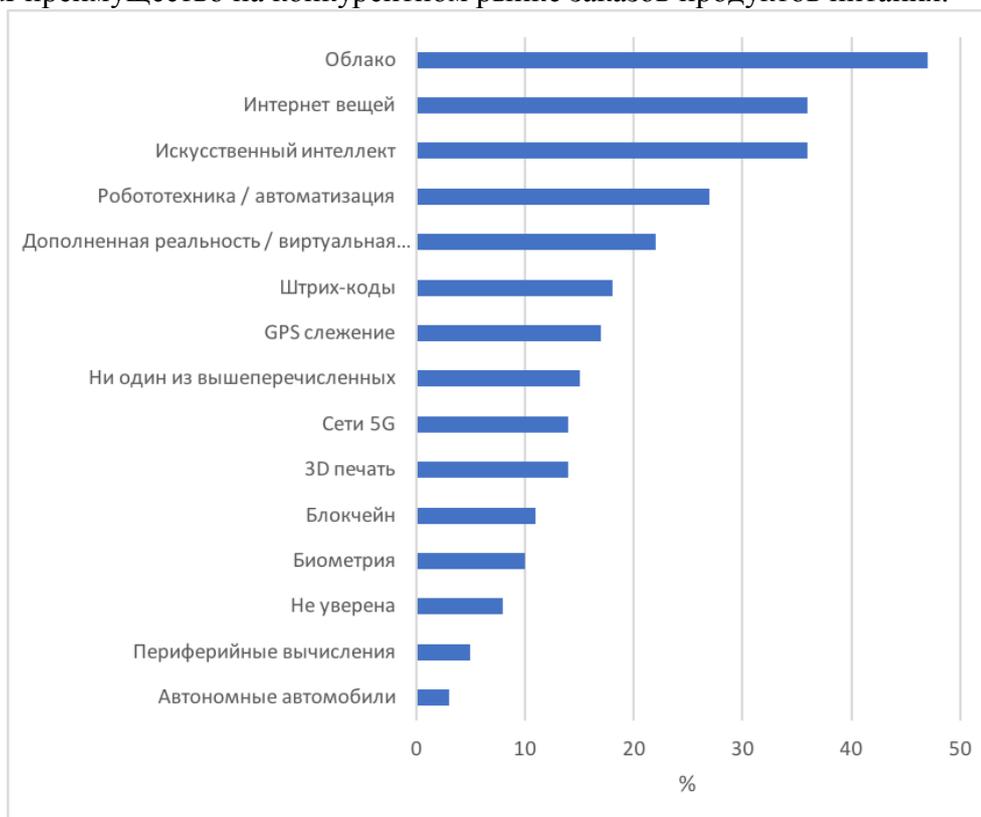


Рисунок 1 – Технологии, оказывающие наибольшее влияние на бизнес в 2020 году [1]

С ростом пандемии продуктовые онлайн-магазины точность заказа и время доставки будут иметь ключевое значение для удержания клиентов.



Рисунок 2 – Роботы для упаковки онлайн-заказов [2]

В течение 2020 года розничным торговцам пришлось задействовать больше сотрудников для подбора товаров в магазинах для подготовки онлайн-заказов, что привело к увеличению затрат на выполнение. Продуктовые магазины все чаще стремятся к оптимизации за счет автоматизации и робототехники для сокращения расходов. Этот сдвиг станет гораздо более важным, поскольку продуктовые магазины все чаще обслуживают заказы электронной коммерции на своих собственных сайтах, а также сотрудничают с несколькими платформами доставки «последней мили».

#### **Биометрическая платежная платформа PayEye в Польше.**

В июне 2020 года PayEye запустила первую полноценную платежную экосистему на основе биометрии радужной оболочки глаза. Платформа использует запатентованное платежное устройство POS, а алгоритмы обнаружения биометрического шаблона, получившего название PayEye. Пользователи регистрируются и пополняют виртуальный кошелек на сайте [payeye.com](http://payeye.com). Затем клиентам необходимо сгенерировать свой биометрический шаблон у продавца-партнера, у которого есть платежный терминал PayEye для завершения. В течение шести месяцев после запуска PayEye был доступен в 100 торговых точках, таких как кафе, продуктовые магазины и отели. Ожидается, что после пилотного этапа концепция будет доступна в Польше и на других европейских рынках.

PayEye говорит о более широком переходе к безналичным платежам. В то время как мобильные устройства являются предпочтительным устройством, биометрия может быть адресована сегментам потребителей, которые в настоящее время недостаточно обслуживаются, например пожилым потребителям, которые не так хорошо разбираются в цифровых технологиях и, следовательно, могут получить выгоду от решения, не требующего пароля. Дополнительная функция безопасности может дать некоторые преимущества, но в то же время многим пользователям может быть неудобно использовать биометрическую аутентификацию из-за проблем с конфиденциальностью.

По данным Euromonitor International's Voice of the Industry: Digital Survey, более 47% профессионалов, работающих в сфере финансовых услуг, ожидают, что их компании будут инвестировать в биометрию в течение следующих пяти лет.

#### **Автономный электромобиль Kar-Go в Великобритании.**

Kar-Go, разработанный Академией робототехники, представляет собой полностью автономный электромобиль, который был испытан в 2020 году в качестве бесконтактной службы доставки «последней мили» в Brentford, Великобритания (рисунок 3).



Рисунок 3 – Автономный электромобиль Kar-Go [3]

Kar-Go, оснащенный искусственным интеллектом и нейронными сетями, может безопасно перемещаться по жилым дорогам на расстояние до 60 миль. Он использует робототехнику для физической передачи каждой посылки клиенту, который должен присутствовать для получения за пределами своего места жительства.

Учитывая все более высокий спрос на доставку на «последнюю милю», уникальное ценностное предложение Kar-Go многогранно. Его компактный размер позволяет доставлять большие объемы небольших упаковок, что обычно оказывает давление на маржу розничных продавцов. Снижение этих затрат пойдет на пользу как розничным торговцам, так и потребителям.

Воздействие на окружающую среду быстро расширяющейся инфраструктуры доставки в конечном итоге заставит расплатиться. С этой целью такие технологии, как Kar-Go, которые предлагают более экологичное решение при снижении затрат, имеют все возможности для удовлетворения растущих требований сознательных потребителей.

Согласно опросу Euromonitor Digital Consumer Survey, около 40% респондентов в Великобритании считают, что им было бы удобно получать доставку с помощью дронов или роботов.

Таким образом, хотя кризис с коронавирусом создал множество проблем для бизнеса, многие из которых успешно внедрили инновации, породив новые бизнес-модели и модели обслуживания. В этой статье были представлены несколько популярных инноваций, которые были обнаружены во время проведения глобального исследования Euromonitor International.

#### **Литература:**

1. Euromonitor International Voice of the Industry: Digital Survey, fielded in November 2020
2. <https://avatars.mds.yandex.net/get-images-bir/4245470/11rTLpL6i63Fodn6dbnY7w3006/ocr>
3. [https://pplware.sapo.pt/wp-content/uploads/2020/11/kargo\\_autonomo\\_ecologico\\_medicamentos01.jpg](https://pplware.sapo.pt/wp-content/uploads/2020/11/kargo_autonomo_ecologico_medicamentos01.jpg)
4. <http://go.euromonitor.com/rs/805-KOK-719/images/Economies.pdf>

Блалова Д.Г.

### 2020 жылдағы цифрлық инновациялар

**Аңдатпа.** Бұл мақалада пандемияның цифрлық инновациялардың дамуына әсері, сондай-ақ инновациялық технологиялардың бизнесті дамыту мен қолдауға әсері сипатталған. Мақалада сондай-ақ бизнес-ортаға инновацияларды енгізудің мысалдары келтірілген

**Түйінді сөздер:** сандық инновация, пандемия, бизнеске әсер ету, жасанды интеллект, байланыссыз төлемдер, "соңғы миль" жеткізу.

D.G. Blalova

### Digital innovation 2020

**Abstract.** This article describes the impact of the pandemic on the development of digital innovation, as well as the impact of innovative technologies on the development and support of business. The article also provides examples of the introduction of innovations in the business environment.

**Keywords:** digital innovation, pandemic, business impact, artificial intelligence, contactless payments, last-mile delivery.

УДК 621.771

**А.И. Демеу, С.А. Бортебаев**

*Ғылыми жетекші - С.А. Бортебаев, т.ғ.к, асс.профессор.*

*Satbayev University, Алматы, Қазақстан*

[flaviusavgust@mail.ru](mailto:flaviusavgust@mail.ru), [sbortebaev@mail.ru](mailto:sbortebaev@mail.ru)

## ИЛЕМДЕУ ОРНАҚТАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ИЛЕМДЕУ ҮРДІСІНІҢ ЭНЕРГОКҮШТІК ПАРАМЕТРЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

**Аңдатпа.** Жүргізілген зерттеудің өзектілігі өнімнің мөлшері мен формасының дәлдігіне, олардың механикалық қасиеттеріне және бетінің сапасына қойылатын талаптардың жоғарылауымен түсіндіріледі – илем станоктары технологиясы мен жабдықтарының техникалық прогресін ынталандыратын қазіргі заманғы илем өндірісінің сипаттамалық тенденциялары. Технологияны жақсарту және жабдықтың дизайнын жақсарту үшін илемдеу процесінің математикалық модельдері болуы керек, олар икемділік сипаттамалары, Технологиялық, энергия күші және қондырғының дизайн параметрлері арасындағы күрделі қатынастарды сенімді түрде көрсетеді. Илемдеу процесінің энергия-күш параметрлерін модельдеу мен зерттеудің өзектілігі оларды есептеу сенімділігіне, илемдеудің есептік және нақты күштері мен диірмен қозғалтқыштарының қуаты арасындағы қателіктердің азаюына байланысты өнімдердің сапасы мен оларды өндірудегі электр энергиясының шығыны байланысты.

**Кілттік сөздер:** илемдеу, деформация, модельдеу, ыстықтай илемдеу, илемдеу орнағы.

Соңғы 50 жыл ішінде жарияланған илектеу процесінің ең танымал математикалық модельдері талданды. (А.И.Целиков, А.В.Третьяков, А.П.Грудев, М.Я.Бровман, Л.В.Андрейюк және т. б.)

Илектеу процесінің барлық модельдері деформация ошағының серпімді учаскелеріндегі және оның ұзындығының бөлігінде пайда болатын жабысу аймағындағы жолақтың кернеулі-деформацияланған күйін ескерусіз жасалғандығы анықталды, онда жанаспалы байланыс кернеулері максималды мүмкін мәнге жетеді - материалдың таза ығысуға төзімділігі. Сонымен қатар, илектеу қуатын есептеу кезінде белгілі әдістер деформация ошағының ұзындығы бойымен бағытты өзгертетін жанасу кернеулерінің илектеу жұмысына әсерін ескермейді және қалыпты байланыс кернеулерінің илектеу осіне перпендикуляр бағыттан ауытқуын елемейді. [1, С. 110].

Илектеу процесінің энергия күші мен технологиялық параметрлерін есептеудің белгілі әдістерін талдауға сүйене отырып, жұмыстың негізгі міндеті тұжырымдалды: жоғарыда аталған әдістердің кемшіліктерін жоятын энергия қуатын есептеудің жаңа әдістемесін жасау. [2, С. 90].

Илемдеу кезіндегі деформация ошағындағы металдың кернеулі-деформацияланған күйінің маңызды ерекшеліктерінің бірі оның ұзындығының көп бөлігі жабысу аймағы болып табылады, ол жолақ пен орамдардың жанасатын беттерінің салыстырмалы сырғуының болмауымен сипатталады [1-7]:

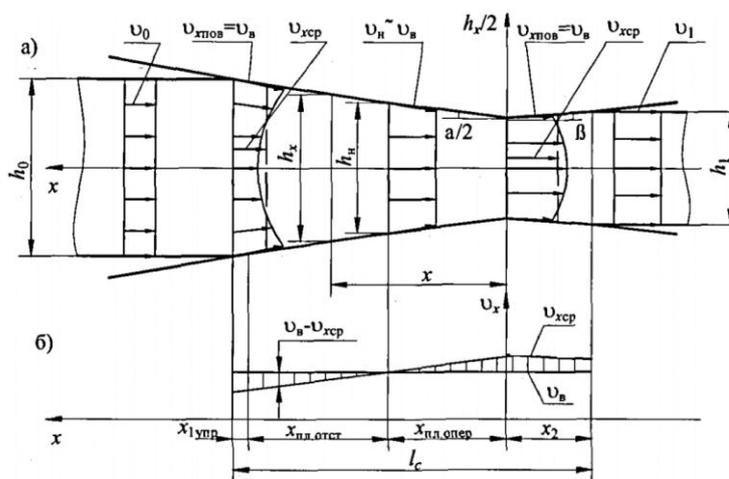
$$U_{xпоб} = U_B$$

мұндағы  $U_{xпоб}$  - жолақтың беткі қабатының қозғалыс жылдамдығы, ораммен байланысатын;

$U_B$  - орам баррелінің айналмалы жылдамдығы.

Илектеу кең жолақты диірмендердің деформация ошақтарының тағы бір маңызды ерекшелігі - бұл ошақтардың серпімді аймақтарының едәуір ұзындығы, әсіресе жолақ қалыңдығының бір бөлігі қалпына келетін екінші серпімді аймақ. Таза топтардың алғашқы клеттерінде деформация ошағының жалпы ұзындығынан осы учаскелердің ұзындығының үлесі 1-2% - ды құрайды, ал соңғы клеттерде ол 15-17% - ға дейін ұлғаяды. [3, С. 231].

Сондықтан, кең жолақты диірмендерде илектеу кезінде жұқа жолақтардың кернеулі-деформацияланған күйін модельдеудің сенімді нәтижелерін тек деформация ошағының серпімді пластикалық моделі негізінде алуға болады, соған сәйкес фокус үш бөлімнен тұрады (сурет. 1):

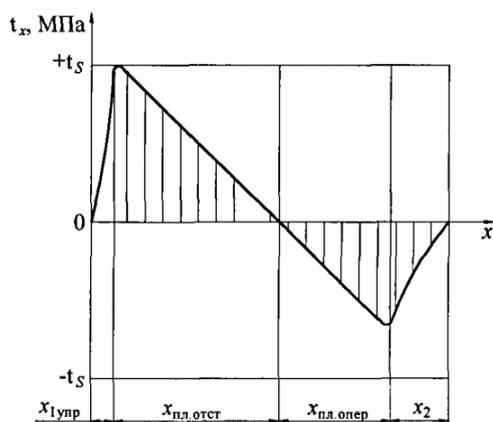


Сурет 1 - Илектеу станының жұмыс клетінің деформация ошағының схемасы және жолақ жылдамдығының өзгеру графигі

#### *Деформация ошағындағы жанасу кернеулерінің ұсынылған моделі*

Жабысу аймағындағы үйкеліс жағдайларының тән ерекшелігі-бұл қалыпты және жанасу контактілі кернеулер іс жүзінде жылжымалы үйкеліс коэффициентіне тәуелді емес, бірақ жолақ материалының таза ығысуына және жолақтың жылдамдығы арасындағы айырмашылыққа байланысты  $U_{xср}$  (әр көлденең қимадағы орташа) және орам бөшкесінің айналу жылдамдығы  $U_B$ . [4, С. 34].

Жолақтың кернеулі-деформацияланған күйінің ерекшеліктерін ескере отырып, байланыс кернеулерін есептеудің дамыған әдістемесінде үйкеліс кернеулерінің келесі моделі ұсынылған (2 суретті қараңыз):



Сурет 2 - Деформация ошағындағы жанаспалы кернеулердің өзгеру графигі

а) деформация ошағының серпімді бөліктерінде кіндіктің ұзындығымен  $x_{1упр}$  және  $x_2$  сырғу үйкелісінің Заңы әрекет етеді:

$$t_x = \mu p_x, \quad (1)$$

$\mu$  - үйкеліс коэффициенті;

б) жабысу аймағы болып табылатын пластикалық учаскеде жанасу кернеулері бейтарап қимадағы  $t_x = 0$  мәнінен өтіп,  $t_{xmax} = t_s$  максималды мәнінен  $t_x > -t_s$  минималды мәніне дейін сызықты өзгереді.

$$t_x = t_s \left( \frac{h_x - h_H}{h_{1упр} - h_H} \right), \quad (2)$$

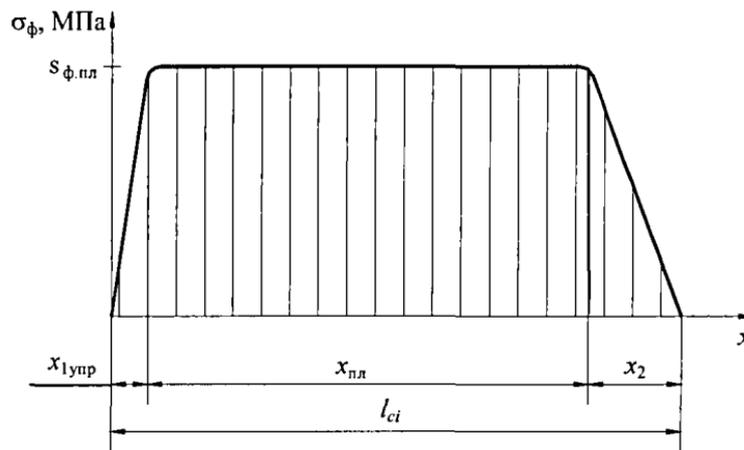
#### Деформацияға төзімділік моделі

Жанасу кернеулерінің моделінен басқа, байланыс кернеулерін есептеу үшін жолақтың деформациясына төзімділік моделі үлкен мәнге ие. Бұл жұмыста деформацияға төзімділіктің келесі моделі ұсынылған (сурет. 3): серпімді учаскелерде - Гук Заңына сәйкес сызықтық өзгеріс, пластикте - шамамен тұрақты болады, өйткені ыстық илемдеу кезінде металды қатайту процестерімен қатар оның қайта кристалдану процестері жүреді. [5, С. 317]. Есептеуге арналған белгілі формулаларды егжей-тегжейлі талдағаннан кейін Л. в. Андрейктің формуласы негіз болды:

$$\sigma_{ф.пл} = S \sigma_{од} u^a (10 \varepsilon_i)^b (t_i / 1000)^c, \quad (3)$$

мұндағы S, a, b, c - пластометрдегі сынақ нәтижелері бойынша Болаттың әрбір маркасы үшін анықталатын тұрақты сандар;

$t_i$  - i-ші клеттен шығатын жолақтың температурасы.



Сурет 3 - Ыстықтай илектеу станының і-ші клетіндегі түйісу доғасының ұзындығы бойынша деформация кедергісінің схемалық өзгеру графигі

Үздіксіз ыстықтай илемдеудің технологиялық режимдерін жетілдіру мақсатында илемдеу процестерінің энергия күштік параметрлерін зерттеу және модельдеу жүргізілді.

Жүргізілген жұмыстың нәтижелері келесідей:

1. Деформация ошағының белгілі модельдеріне, ыстықтай илемдеу процестерін энергосилдік есептеу әдістеріне талдау жасалды, келесі параметрлерді айқындаудың дәл болмауына байланысты оларды қазіргі заманғы жайма Илемдеу өндірісінің конструкторлық және технологиялық практикасында пайдаланудың орынсыздығы туралы қорытынды жасалды:

- деформация ошағының ұзындығы бойынша қалыпты жанаспалы кернеулердің оның серпімді учаскелерінде иілгіштік заңдары әрекет етпейтіндігін ескермей таралуы;

- деформация ошағының басым бөлігін алатын жабысу аймағындағы үйкеліс заңдылықтарын ескермей, деформация ошағының ұзындығы бойынша тангенсті кернеулердің таралуы;

- артта қалу және басып озу аймақтарында қарама-қарсы бағытталған жанама күштердің жұмысын есепке алмай есептелетін илектеу қуаты;

- сәттен бас жетегінің стан, вычисляемого жоқ дұрыс шығындарды есепке энергиясы үйкелісті домалау.

2. Ыстық илектеу кезінде деформация ошағының серпімді пластикалық моделі жасалды, ол жабысу аймағындағы металдың кернеулі күйін ескереді. Осы модельге сүйене отырып, деформация металының кедергісін, қалыпты және тангенс контактілі кернеулерді, илемдеу күштерін анықтауды қоса алғанда, ыстық илемдеу станоктарын энергияны есептеудің жетілдірілген әдісі жасалды.

3. Өзірленген әдістерді қолдана отырып, диірменнің негізгі параметрлері мен илектеу процесінің деформация ошақтарының құрылымдық және энергетикалық параметрлеріне әсері туралы зерттеулер жүргізілді.

Ыстық илектеу кезінде байланыс кернеулері мен күш-жігеріне әсер етудің ең тиімді құралы салыстырмалы қысу және субкут температурасы болып табылады. Қуат параметрлеріне әсер етпейтін интерстициальды кернеулер энергия шығындарына айтарлықтай әсер етеді, бұл жұмыс клетінің жетек қуатын 6-17% өзгертуге мүмкіндік береді.

### **Әдебиеттер:**

1. Гарбер, Э.А. Моделирование процесса горячей прокатки широких полос с учетом зоны прилипания в очаге деформации. [Текст] /Э.А. Гарбер, И.А. Кожевникова, П.А. Тарасов // Труды седьмого Конгресса прокатчиков. Москва. -2007. - С. 484-492.
2. Гарбер, Э.А. Расчет усилий горячей прокатки тонких полос с учетом напряженно-деформированного состояния в зоне прилипания очага деформации. [Текст] /Э.А. Гарбер, И.А. Кожевникова, П.А. Тарасов // Производство проката. № 4. -2007. - С. 7-15.
3. Гарбер, Э.А. Уточненный расчет мощности двигателей главного привода широкополосных станов горячей прокатки. [Текст] /Э.А. Гарбер, И.А. Кожевникова, П.А. Тарасов // Производство проката. № 10. -2007. - С. 5-12.
4. Гарбер, Э.А.. Новый метод энергосилового расчета широкополосных станов горячей прокатки. [Текст] /Э.А. Гарбер, И.А. Кожевникова, П.А. Тарасов // Вестник ЧГУ. № 3. -2008. - С. 19-26.
5. Гарбер, Э.А. Повышение эффективности листопрокатного производства на основе новых методов моделирования процесс сов прокатки. [Текст] /Э.А. Гарбер, И.А. Кожевникова, П.А. Тарасов // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производств, технология и надежность машин, приборов и оборудования». -Вологда: ВоГТУ, -2008. - С. 13-15.

**A.I. Demeu, S.A. Bortebaev**

#### **Research and modeling of power parameters of the rolling process to improve the efficiency of rolling mills**

**Abstract.** The article is devoted to the study and modeling of energy-power parameters of the rolling process. The relevance of the research is explained by the increased requirements for the accuracy of the size and shape of products, their mechanical properties and surface quality-characteristic trends of modern sheet rolling production, stimulating the technical progress of the technology and equipment of rolling mills. To improve the technology and improve the design of the equipment, it is necessary to have mathematical models of the rolling process that reliably reflect the complex relationships between the plasticity characteristics, technological, energy-power and structural parameters of the mill. The relevance of modeling and studying the energy-power parameters of the rolling process is determined by the fact that the quality of products and the energy consumption during their production depend on the reliability of their calculation, on reducing the errors between the calculated and actual rolling forces and the power of the mill engines.

**Keywords:** rolling, deformation, modeling, hot rolling, rolling mill.

**А.И. Демеу, С.А. Бортебаев**

#### **Исследование и моделирование энергосиловых параметров процесса прокатки для повышения эффективности работы прокатных станов**

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию и моделированию энергосиловых параметров процесса прокатки. Актуальность предпринятого исследования объясняется повышением требований к точности размеров и формы изделий, их механическим свойствам и качеству поверхности – характерные тенденции современного листопрокатного производства, стимулирующие технический прогресс технологии и оборудования станов прокатки. Для улучшения технологии и совершенствования конструкции оборудования необходимо иметь математические модели процесса прокатки, достоверно отображающие сложные взаимосвязи между характеристиками пластичности, технологическими, энергосиловыми и конструктивными параметрами стана. Актуальность моделирования и исследования энергосиловых параметров процесса прокатки определяется тем, что от достоверности их расчета, от уменьшения погрешностей между расчетными и фактическими усилиями прокатки и мощностями двигателей стана зависят качество изделий и расход электроэнергии при их производстве.

**Ключевые слова:** прокатка, деформация, моделирование, горячая прокатка, прокатный стан.

**Елеусиз А.Е.**

*Научный руководитель - Ахметова Ш.Д., ассоциированный профессор, кандидат технических наук*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[aliya.eleusiz@mail.ru](mailto:aliya.eleusiz@mail.ru)*

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ГРУЗОНЕСУЩЕГО КОНВЕЙЕРА ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ**

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с различными сторонами повышения качества и эффективности использования конвейеров с подвесной грузонесущей лентой. Рассмотрена методика оптимального проектирования несущих металлоконструкций стационарных конвейеров с подвесной грузонесущей лентой, исследования технических характеристик конвейеров с подвесной грузонесущей лентой, направленных на оценку влияния конструктивных и режимных параметров на их динамику и оптимизацию металлоконструкции.

**Ключевые слова:** конвейер с подвесной лентой, конвейерный транспорт, совершенствование конструкции, проектирование.

Конвейерный транспорт составляет неотъемлемую часть технологического процесса промышленных предприятий: регулирует темп производства, обеспечивает его ритмичность, способствует повышению производительности труда, эффективно решает вопросы комплексной механизации и автоматизации транспортно-технологических процессов.

В соответствии с основными направлениями совершенствования конвейерного транспорта, к настоящему времени разработан альтернативный вид ленточного конвейера – конвейер с подвесной грузонесущей лентой.

Обладающий рядом преимуществ по отношению к традиционным ленточным конвейерам, он продолжает конструктивно совершенствоваться. Поэтому дальнейшее конструктивное усовершенствование, а также развитие методов и подходов в проектировании конвейеров с подвесной лентой является актуальной задачей.

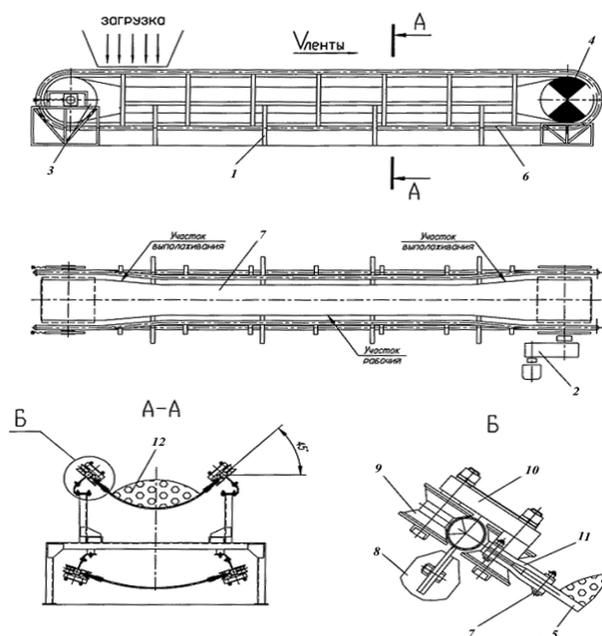
Главными преимуществами конвейеров с подвесной грузонесущей лентой по сравнению с традиционными ленточными являются:

- уменьшенная в 1,5 раз энергоемкость транспортирования груза;
- увеличенный в 1,5...2 раза срок службы конвейерной ленты;
- уменьшение пыления и дробления груза при его перемещении;
- возможность создания криволинейной трассы конвейера с изгибом в горизонтальной плоскости с малыми радиусами до 15...20 м;
- повышение до 1,8 раз угла наклона транспортирования груза (до 30...35°);
- отсутствие просыпей груза на всей протяженности рабочей ветви ленты;
- надежная работа в реверсивном режиме без проведения пере- наладки;
- увеличение производительности конвейера на 30% при сохранении ширины ленты (при реконструкции типовых ленточных конвейеров, включающей переход на конвейеры с подвесной лентой).

Несмотря на существенные достоинства технических решений конвейеров с подвесной грузонесущей лентой, следует отметить выявленные в ходе опытно-промышленной эксплуатации неустраняемые недостатки их конструкции и кинематической схемы, обусловленные наличием сосредоточенного привода и натяжной станции:

- необходимость значительного натяжения конвейерной ленты вследствие фрикционной передачи тягового усилия на ленту от приводного барабана;
- ограниченный малый ход натяжного устройства, обусловленный сложностью регулирования длины трубчатых направляющих;
- невозможность обеспечения тяговым усилием конвейер с подвесной лентой большой длины с помощью однобарабанного привода и устройства прижатия ленты к приводному барабану и невозможность использования многобарабанного привода;
- интенсивное истирание ходовых катков вследствие их поперечного скольжения по направляющим в местах загрузки и на выполаживающих участках;
- дополнительная нагрузка на конвейерную ленту и подвески при прохождении ими выполаживающих участков трассы конвейера вблизи приводной и натяжной станций;
- необходимость оборудования наклонных и крутонаклонных конвейеров дорогостоящими приспособлениями специальной конструкции для удержания груза на наклонно расположенном грузонесущем органе.

Конструкция конвейера с подвесной лентой (рис.1) состоит из сварного металлического става 1, привода 2, натяжного и приводного барабанов(третий и четвертый элементы). Став сделан из стоек с кронштейнами 8, к которым прикрепляются элементы 6, сделанные в виде замкнутых, закрытых, вытянутых по плоскости конвейера труб. Длина между ними взята такой, чтобы обеспечить нужную желобчатость ленты на рабочем участке конвейера. Возле барабанов трубчатые направляющие 6 имеют выполаживающие участки, которые помогают ленте в местах ее взаимодействия с барабанами принять плоскую форму. Исследуемая лента 5 с помощью гибких ленточек 11 и узлов крепления 7 подвешивается к подвеске 10, основой которой являются ходовые ролики 9 поверхностями качения. Вращаясь по поверхности трубчатой направляющей, ролики обеспечивают плавное перемещение ленты с грузом 12.

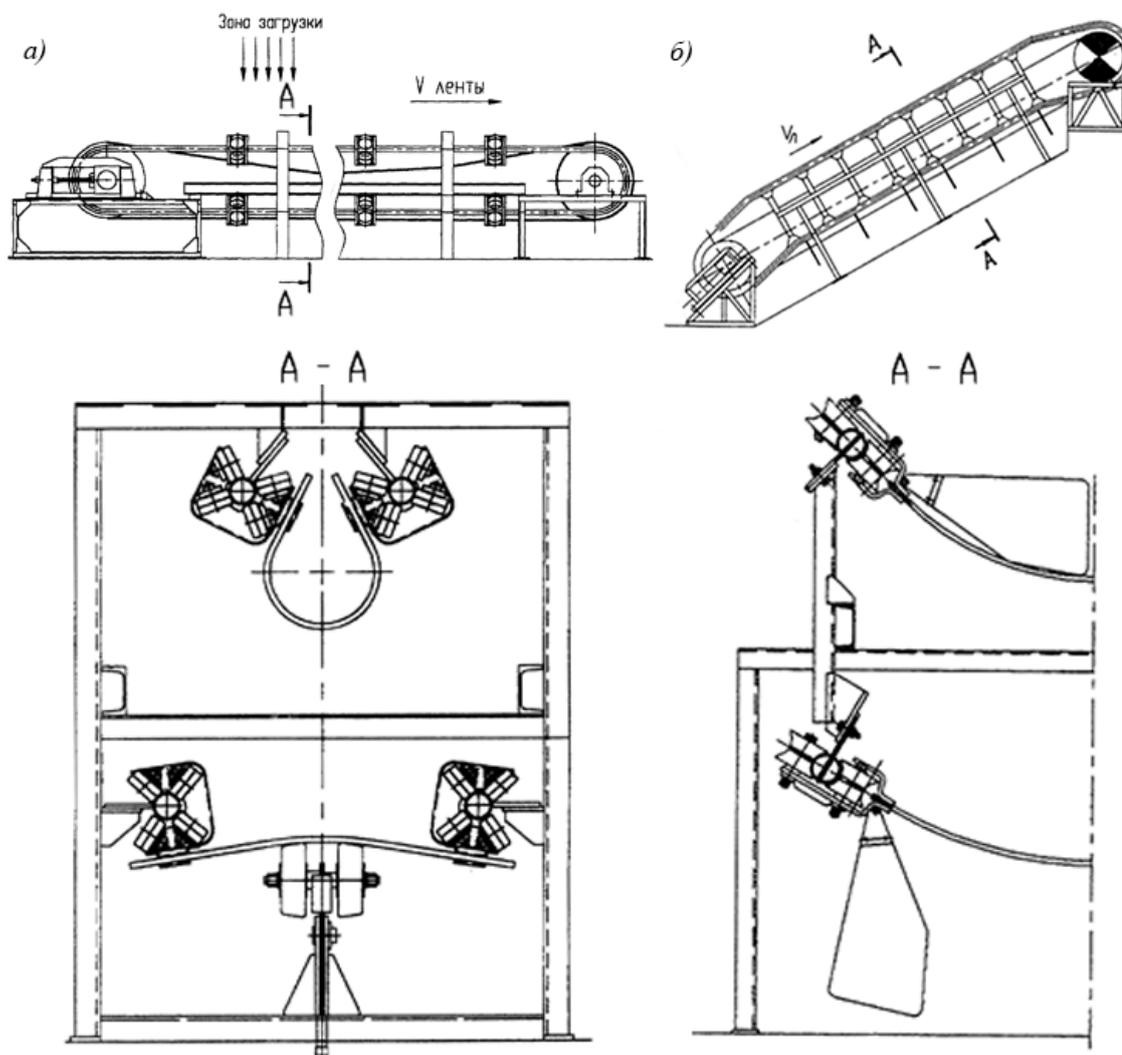


1 – став; 2 – привод; 3 – натяжной барабан; 4 – приводной барабан; 5 – лента; 6 – трубчатые направляющие; 7 – узел крепления; 8 – кронштейн; 9 – ролик; 10 – подвеска; 11 – гибкие «ленточки»; 12 – груз

Рисунок 1 - Конвейер с подвесной лентой

Широкую известность конструкций конвейеров с подвесной лентой получено в результате их синтеза с существующими специальными ленточными конвейерами. Технические решения представляют собой трубчатые конвейеры с подвесной лентой (рис. 2) и сочетают главные достоинства их прототипов – возможность герметичного беспросыпного транспортирования грузов по сложной пространственной трассе. Крутонаклонное перемещение материала позволяют осуществлять разработки, которые являются разновидностями конвейеров с подвесной лентой. Принципиальное отличие их заключается в подвесках (или тележках), имеющих плотно примыкающие к ленте поперечные перегородки, необходимые для удержания насыпного груза от скатывания в процессе подъема.

Представляет интерес конструкция конвейеров с подвесной лентой, в которой подвески соединены бесконечной тяговой цепью.



*a* – трубчатый; *б* – крутонаклонный с перегородками

Рисунок 2 - Конвейеры с подвесной лентой

Лента, удерживающая транспортируемый материал, не воспринимает растягивающих усилий и потому имеет минимальную прочность. А установленные вдоль става конвейера промежуточные приводы, позволяют осуществлять перемещение груза по сложной

пространственной трассе большой протяженности.

Одной из главных проблем, проявляющихся при использовании конвейеров с подвесной лентой, является повышение изнашивания ходовых катков. В местах загрузки и на выполняющих участках нагруженная подвеска, двигаясь по направляющей, осуществляет поперечные покачивания. Возникающий скользящий контакт приводит к интенсивному истиранию обечаек катков и скорому выходу из строя подвесок. Анализ проблемы и тщательная проработка конструкций привели к появлению ряда технических решений, использование которых уменьшает фрикционный износ и продлевает ресурс ходовых катков. Максимальное упрощение конструкции, в этом случае приводит лишь к небольшому снижению сопротивлений движению, но не исключает вероятности заклинивания подвесок и потери работоспособности конвейер.

#### **Литература:**

1. Федоров, Ф.В. Обоснование рациональных параметров канатных ловителей для шахтных конвейеров с подвесной лентой.
2. Червонный С. И. Обоснование параметров конвейера для горнодобывающих предприятий.
3. А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев, П.В. Бословяк Проектирование и исследования конвейеров с подвесной грузонесущей лентой
4. Шахмейстер, Л. Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л. Г. Шахмейстер, В. Г. Дмитриев. – М.: Машиностроение.
5. Толкачев Е.Н. Особенности расчета сопротивлений движению подвесок конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом / Е.Н. Толкачев // Научные исследования и разработки молодых ученых.

**Yeleussiz A.E.**

#### **Modernization of construction of loading conveyor for machine building plants**

**Annotation.** This article discusses issues related to various aspects of improving the quality and efficiency of the use of conveyors with overhead load-carrying belt. The method of optimal design of bearing metal structures of stationary conveyors with an overhead load-carrying belt, research of the technical characteristics of conveyors with an overhead load-carrying belt, aimed at assessing the effect of design and operating parameters on their dynamics and optimization of metal structures are considered.

**Key words:** overhead belt conveyor, conveyor transport, design improvement, design.

**Елеусіз Ә.Е.**

#### **Машина құру заводының жүктеу конвейерін жаңарту**

**Аннотация.** Бұл мақалада жүк көтергіш таспалы конвейерлерді пайдалану сапасы мен тиімділігін арттырудың әртүрлі аспектілеріне қатысты мәселелер талқыланады. Стационарлық конвейерлердің жүк көтергіш белдеммен тірек металл конструкцияларын оңтайлы жобалау әдісі, олардың динамикасы мен оңтайландыруына жобалау мен жұмыс параметрлерінің әсерін бағалауға бағытталған жүк көтергіш белбеуі бар конвейерлердің техникалық сипаттамаларын зерттеу металл құрылымдары қарастырылады.

**Түйінді сөздер:** әуе ленталы конвейер, конвейерлік көлік, дизайнды жетілдіру, жобалау.

УДК 669-621.785

**Е.Е. Жандар<sup>1</sup>, А.А. Каипова<sup>2</sup>**

Ғылыми жетекші - **У.К. Какимов<sup>1</sup>**, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

<sup>1</sup>*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

<sup>2</sup>*Логистика және көлік академиясы, Қазақстан, Алматы қаласы*

e-mail: [zhandar.erbol@gmail.com](mailto:zhandar.erbol@gmail.com), [u.kakimov@satbayev.university](mailto:u.kakimov@satbayev.university)

## **ҮЛКЕН ДИАМЕТРЛІ ҚҰБЫРЛАРДЫ ӨНДІРУ ҮШІН БОЛАТТЫ ТЕРМОМЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ШОЛУ**

*Аңдатпа. Қазақстан Республикасында өндіру аймағынан тұтыну орталығына дейін*

*газ бен мұнайға арналған магистральдық құбыр жүйесі үлкен ауқымда салынууда. Өте қолайсыз климаттық аймақтарда орналасқан газ бен мұнай өндірудің барған сайын шалғай аудандарын игеруде. Сондай-ақ магистральдық құбырлардың өткізу қуаты артып жатыр. Соған байланысты мұнай-газ саласында беріктік, соққы тұтқырлығы, сынғыштық, төзімділік туралы сөздерді қарастырамыз. Жоғарыда атап өтілгендей үлкен диаметрлі құбырларға жоғары талаптар қойылуда. Сондықтан осы мақаланың мақсаты – термомеханикалық өңдеу процесінің дамуы арқылы үлкен диаметрлі құбырларды өндіруде қолданылатын болаттарды термомеханикалық өңдеу процесіне шолу болып табылады.*

**Түйінді сөздер:** термомеханикалық өңдеу, беріктік, илемдеу, төзімділік.

Табиғи газды тасымалдау шарттары және магистральдық газ құбырларын пайдалану кезінде экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде. Үнемі қатаңдатуға қойылатын талап - газдың жұмыс қысымына 100-120 МПа дейін есептелген және жоғары пайдалану сенімділігіне ие құбырлар салу.

Төмен легіріленген болаттарды термомеханикалық өндеудің теориялық негіздерін жасауға келесі ғалымдар үлкен үлес қосты: М. Л. Бернштейн, С. А. Голованенко, Немеребаев М. Каримов С. Шамельханова Н. Д. А. Литвиненко, Ю. И. Матросов, Ю. Д. Морозов және т. б. [1-5]. Олардың жұмыстарында магистральдық мұнай және газ құбырларында пайдалану үшін болатқа қойылатын талаптар нақтыланады. Бұл жағдайда ұзақ мерзімді пайдалану кезінде металдың құрылымдық тұрақтылығын ескеру қажет. Қазіргі заманғы құбыр металдарына қойылатын талаптар тізіміне табиғи газ құбырларының мынадай механикалық қасиеттері кіреді, олар: уақытша төзімділік; аққыштық шегі; салыстырмалы ұзару; үлгі үзілген кезде тұтқыр компоненттердің арақатынасы; үлгі үзілген кезде тұтқыр компоненттердің қатынасы; микроқұрылым түйірлерінің мөлшері; күкірттің, фосфордың және азоттың болуы; сегрегация дәрежесі; металл емес қосылыстармен ластану; көміртегі эквиваленттерінің шамасы және дәнекерлеу кезінде жарыққа төзімділік параметрлері. Бұл қасиеттер параметрлерге, тағайындалуға және жауапкершілік дәрежесіне байланысты. Құндылықты арттыру және жоғарыда көрсетілген сипаттамаларға қол жеткізу үшін термомеханикалық өндеудің жетілдірілген әдістерін жасау қажет.

Термомеханикалық өндеудің негізгі мақсаты-аустениттің ұсақталған құрылымын алу. Тиімді термомеханикалық өндеуді қамтамасыз етудің маңызды шарты – ниобий, титан және қажет болған жағдайда ванадиймен микролегірілеу. Осы легіріленген элементтердің әсерінен, карбонитридті фазалардың бөлініп, қайта кристалдану процесі байқалады. Бұл дәннің соңғы мөлшерінің ұсақталуына әкеледі. Дәнді ұсақтау, басқа беріктену механизмдерінен айырмашылығы, бір уақытта болаттың сынғыштығына және беріктік қасиеттеріне оң әсер етеді.

Үлкен диаметрлі құбырлардың беріктігі мен қаттылығын арттырудың перспективті тәсілі- ұсақ дәнді және ультра дәнді аустениттік құрылымдарды қалыптастыру және оларды ферриттерге айналдыру. Бернштейн [1] жасаған термомеханикалық өндеудің бастапқы әдістері суық пластикалық деформацияны және қайта кристалдану температурасынан төмен ұзақ кристалдануды қамтиды. Жоғары жылдамдықты аустениттегі көпбұрышты құрылым қызған кезде сақталады.

Бұл үшін жоғары жылу жылдамдығы айтарлықтай техникалық күрделілікті білдіреді. Ішінара қайта кристалданудан аулақ болу қиын болады. Термомеханикалық өндеу процесі дән мөлшерін қыздырудан деформацияға дейін бақылаудан басталады. Аустенит қызған кезде астықтың қалыпты өсуі екі фактормен бақыланады: қатты ерітіндідегі дислокация қозғалысының тежелуі және бөлінген бөлшектердің шекаралық қозғалысының тежелуі.

Термомеханикалық өндеуден кейін жеделдетіп салқындатуды инелі феррит пен бейнит құрылымын алу үшін беріктік қасиеттерінің салыстырмалы тұрақтылық интервалында тоқтатқан жөн, ол жоғары беріктік пен суыққа төзімділіктің үйлесімін қамтамасыз етеді.

Жеделдетілген салқындатуды пайдалану кезінде болаттардың қасиеттерінің артуы келесі факторлармен түсіндіруге болады:

1. Феррит дәнінің едәуір ұсақталуы.
2. Неғұрлым тиімді дисперсиялық беріктендіру.
3. Ферриттегі дислокация тығыздығының жоғарылауы.

Сондай-ақ, салқындату жылдамдығын дұрыс таңдағанда, аустениттің бір бөлігін бейнитке және басқа аралық өнімдерге айналады.

Кейбір жағдайларда жеделдетілген салқындатуды қолдану аққыштық шегінің өсуіне әкелмейді, тек уақытша сынуға қарсылықтың артуына әкеледі, бұл салқындату басталғанға дейін ферриттің едәуір мөлшерін шығарумен және аустениттің қалған бөлігінің көміртегімен байытумен байланысты.

### **Қорытынды**

Қарастырылған термомеханикалық өңдеу көмегімен алынған феррито-бейиниттік құрылымы бар, қазіргі заманғы үлкен диаметрлі құбырлар жақсы төзімділікке және жоғары соққы тұтқырлығына ие болады. Бұл аустениті дәндерінің ұсақталуына байланысты болады.

Термомеханикалық өңдеудің ерекшелігі, дәстүрлі тәсілден айырмашылығы - ол болаттардағы жоғары беріктік пен тұтқырлыққа қосымша легірену арқылы емес, үлкен диаметрлі құбырлар шығару процесінде дәндердің құрылымын басқару арқылы қол жеткізуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, дәстүрлі термомеханикалық өңдеудің айырмашылығы, құрамында аз көміртегі болса да жоғары беріктігі бар болат алуға мүмкіндік береді. Осы артықшылықтар үлкен диаметрлі құбырлардың сапасын арттырып үздіксіз жұмыс істеуге ықпал етеді

### **Әдебиеттер**

1. Бернштейн М.Л. и др. Термомеханическая обработка стали. М., Металлургия 1983., 480с.
2. Немеребаев М. Материалдар мен конструкциялық материалдар технологиясы. Алматы «Эверо», 2011. - 332 бет.
3. Конструкциялық материалдар технологиясы: оқу құралы / С. С. Каримов, - Астана: 2014. - 189 б.
4. Металловедение и термическая обработка. Справочное издание в 3-х томах / Под ред. А.Г. Рахштадта. – М.: ИнтерметИнжиниринг, 2014.
5. Анучкин М.П., Горицкий В.Н., Мирошниченко Б.И. Трубы для магистральных трубопроводов//М.: «Недра», 1986. 231 с.

**Е.Е. Жандар, А.А. Каипова**

#### **Обзор технологии термомеханической обработки стали для производства труб большого диаметра**

**Аннотация.** В данной работе представлено установление параметров ускоренного охлаждения при термомеханической обработке и его влияние на формирование структуры и эксплуатационные характеристики трубной стали.

Полученные результаты показывают, что с помощью термомеханической обработки можно создать требуемую стальную конструкцию и улучшить механические свойства труб большого диаметра. В то же время исследования показали, что при использовании ускоренного охлаждения феррит имеет значительно более высокую, чем медленное охлаждение, плотность дислокаций бейнитного перехода отсутствует. Современная листовая сталь имеет ферритно-бейнитную структуру, обладает хорошей стойкостью к хрупкому разрушению и высокой ударной прочностью. Это происходит в основном за счет измельчения зерен феррита. По сравнению с обычной термообработкой этот метод увеличит прочность примерно на 40%, а пластические характеристики увеличатся в 2 раза. Повышается усталостная стойкость, увеличивается ударная вязкость, снижается склонность к образованию трещин и порог холодного разрушения. В данной статье приведен пример такого способа термомеханической обработки. В заключения, выдвигаются исследования и идеи этого метода термомеханической обработки стали.

**Ключевые слова:** термомеханическая обработка, прочность, прокатка, стойкость.

E. E. Zhandar, A.A. Kaipova

**An overview of the technology of thermomechanical processing of steel for the production of large diameter pipes**

**Annotation.** This paper presents the determination of the parameters of accelerated cooling during thermomechanical processing and its influence on the formation of the structure and performance characteristics of pipe steel.

The results obtained show that with the help of thermomechanical processing, it is possible to create the required steel structure and improve the mechanical properties of large-diameter pipes. At the same time, studies have shown that when using accelerated cooling, ferrite has a significantly higher density of bainite junction dislocations than slow cooling. Modern sheet steel has a ferritic-bainite structure, has good resistance to brittle fracture and high impact strength. This is mainly due to the grinding of ferrite grains. Compared to conventional heat treatment, this method will increase the strength by about 40%, and the plastic characteristics will increase by 2 times. The fatigue resistance increases, the impact strength increases, the tendency to crack formation and the cold fracture threshold decreases. This article provides an example of such a method of thermomechanical processing. In conclusion, the research and ideas of this method of thermomechanical processing of steel are put forward.

**Key words:** thermomechanical processing, strength, rolling, durability.

УДК 625.511.

**Р. А. Жандаров**

*Научный руководитель – И. Н. Столповских профессор, д-р техн. наук.*

*«Казахский национальный исследовательский институт имени К. И. Сатпаева» г. Алматы*

*e-mail: djrus777@mail.ru*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ФИЛЬТРАЦИИ УРАНОВЫХ СУСПЕНЗИЙ**

**Аннотация:** *Приведены результаты экспериментальных исследований по установлению закономерностей процессов разделения урановых суспензий и обезвоживания получаемых осадков, а также выявление основных факторов, влияющих на производительность и эффективность работы фильтр-прессов. Составлены рекомендации по использованию материалов, применяемых в производстве фильтровальных перегородок для автоматических фильтр-прессов.*

**Ключевые слова:** *Фильтр-пресс, фильтрующие перегородки, фильтрация, суспензия.*

Казахстан является крупнейшим поставщиком уранового сырья на мировые рынки и развитию исследовательских работ в области добычи и переработки урана, что бесспорно являются весьма актуальным направлением. Как правило, в настоящее время добыча урана в Казахстане ведется методом подземного выщелачивания. Способ подземного выщелачивания через скважинные системы позволяет успешно осваивать месторождения со значительно более низким содержанием урана в рудах, чем при традиционном подземном способе добычи. Завершающим этапом гидрометаллургического производства является осаждение химических концентратов, их обезвоживание, сушка и прокатка. Фильтрация сравнительно жидких пульп химических концентратов осуществляют на автоматических фильтр-прессах (рисунок 1). В последнее время все чаще перед фильтрацией пульпу сгущают, в гидроциклонах, а нижний продукт сгустителя фильтруют.



Рисунок 1 - Фильтр пресс автоматический

Для создания новых промышленных фильтров и фильтровальных установок, а также при подборе наиболее рационального комплектующего их оборудования большое значение имеет определение параметров процессов фильтрования и обезвоживания осадка.

Обезвоживание осадков исследовано ещё недостаточно полно. Знание основных закономерностей процесса обезвоживания необходимо, для определения наиболее рационального режима работы фильтра, расчёта его коллекторной системы, а также для правильного выбора вспомогательного оборудования: вакуум-насосов, ресиверов, ловушек, осушителей обеспечивающих надёжную работу аппарата и получение заданных показателей по производительности и влажности осадка. В связи с этим исследование процесса обезвоживания, фильтрации, и разработка методов определения расхода воздуха и получаемой при этом влажности осадка являются одной из актуальных задач современной теории и практики промышленного фильтрования.

Процесс фильтрования урановых суспензий является сложным физико-химическим и гидродинамическим процессом, на ход которого оказывают существенное влияние как физико-химический состав жидкости, концентрация, и свойства содержащихся в ней взвесей, так и свойства фильтрующей перегородки, её пористость, размер пор, кроме того, перегородка должна легко отделяться от осадка, обладать достаточно высокой механической стойкостью.

Большинство фильтрующих перегородок в начале процесса фильтрации обладает низкой задерживающей способностью, а при фильтрации тонких суспензий первые порции фильтрата почти всегда содержат некоторое количество суспендированных частиц, прошедших через поры перегородки вместе с жидкостью. Следует отметить, что проскок твердых частиц с фильтратом в начальный период фильтрования не является достаточным основанием для того, чтобы считать фильтровальную перегородку непригодной. Свою предельную задерживающую способность перегородка приобретает только после того, как уменьшается эффективный размер ее пор вследствие оседания в них мелких частиц и образования сводиков над входом в поры. В дальнейшем на поверхности фильтрующей перегородки постепенно отлагается осадок. Этот увеличивающийся по мере протекания

процесса слой осадка обычно используют как фильтрующую среду и стремятся уменьшить его гидравлическое сопротивление, что достигается путем периодического или непрерывного удаления большей части осадка с фильтрующей перегородки, иногда с последующей промывкой поверхности перегородки растворителями.

Характер и толщина слоя осадка, отлагающегося на поверхности фильтрующей перегородки, является в большинстве случаев важнейшими факторами, определяющими эффективность фильтрации – производительность фильтра и расход энергии на проталкивание жидкости через фильтр.

Степень полноты разделения в значительной мере зависит от давления, при котором протекает процесс фильтрации. Фильтрат получается более чистым, если фильтрацию начинают при более низком давлении, а затем повышают его по мере увеличения осадка.

Существенное значение имеет также равномерность давления, при непрерывном и равномерном давлении может быть достигнута полнота разделения, если же давление неравномерно передается толчками (например, при подаче суспензии на фильтр-прессы при помощи поршневых насосов), из-за возникающих при этом гидравлических ударов в фильтрат могут попасть наиболее тонко раздробленные частицы.

В количественном отношении производительность фильтра характеризуется скоростью фильтрации, т.е. количеством фильтрата, проходящего через  $1\text{ м}^2$  поверхности фильтрующей перегородки в единицу времени.

Скорость фильтрации может быть выражена следующим уравнением:

$$C = \frac{dV}{F_0 d\tau}$$

где  $V$  – объем фильтрата в  $\text{м}^3$ ;

$F_0$  – поверхность фильтрации в  $\text{м}^2$ ;

$\tau$  – длительности процесса фильтрации в сек.

Скорость фильтрации зависит также от вязкости жидкости, причем с возрастанием вязкости скорость фильтрации уменьшается. Следовательно, для повышения производительности фильтра желательно фильтровать жидкости в подогретом состоянии. Однако необходимо учитывать, что вязкость жидкости уменьшается с повышением температуры в начале быстро, а затем медленней, и при дальнейшем нагревании после достижения некоторой температуры вязкость практически не изменяется. Кроме того, повышению температуры не всегда возможно, так как этим может быть вызвано растворение фильтруемого осадка. Повышение температуры не редко приводит к увеличению химического воздействия фильтруемой жидкости на материал фильтра.

На основе многочисленных экспериментальных работ по фильтрации, можно считать установленным, что при протекании фильтруемой жидкости через поры осадка и через поры фильтрующей перегородки движение жидкости носит ламинарный характер.

Следовательно, оно подчиняется закону движения жидкости в капиллярных каналах и может быть выражено уравнением:

$$V = \frac{\rho r^4 P \tau}{8 \mu l}$$

где  $r$  – радиус капилляра в м;

$P$  – разность давлений на концах капилляра в  $\text{кгс}/\text{м}^2$ ;

$\tau$  – время в сек.;  $\mu$  – вязкость в  $\text{кгс} \cdot \text{сек}/\text{м}^2$ ;

$l$  – длина капилляра в м.

В зависимости от размера дисперсных частиц, химической агрессивности и вязкости жидкой фазы суспензии на практике применяют фильтровальные перегородки, из стеклянных, хлопчатобумажных, шерстяных и полимерных тканей и волокон, металлических сеток и т.п. До последнего времени применяли также асбестовые ткани и волокна, однако от них необходимо отказаться, учитывая канцерогенность асбестовой пыли.

Основными недостатками существующих текстильных фильтров, применяемых в атомной промышленности является, высокая стоимость фильтровальных материалов из которых они изготовлены, сложность эксплуатации, низкая эффективность, сложность утилизации образующихся вторичных отходов. Наиболее рациональный выбор фильтрующих материалов и комплектующего оборудования в фильтровальных установках, во многом определяет их эффективность, получаемую производительность, влажность осадка и экономичность работы всего фильтровального отделения.

При проведении фильтрования с образованием осадка необходимо избегать закупоривания пор фильтровальной перегородки, что может происходить при разделении суспензий с небольшой концентрацией твердой фазы. Для этого часто применяют вспомогательные вещества, образующие на перегородке слой, препятствующие проникновению микрочастиц суспензии в поры. В качестве вспомогательных веществ используют диатомит, перлит, древесный уголь, силикагель и т.д. Эти вещества добавляют в суспензию или наносят на фильтровальную перегородку перед ее использованием.

В настоящее время наряду с постоянно развивающимися технологиями, все более широкое применение находят фильтровальные перегородки из нетканых материалов. Благодаря специальным способам и технологиям обработки, а также изобилию современных синтетических материалов, обеспечивается не высокая стоимость подобного текстиля. Для изготовления фильтровального полотна применяют полипропилен, полиамид, полиэтилен, и полиэфир. Которые проходят термо стабилизированную обработку, каландрированием с обеих сторон. Для усиления края полотна подвергаются ультразвуковой обработке. Что позволяет многократно использовать данную фильтровальную перегородку.

**Заключение:** Анализ результатов выполненных исследований показал, что основными недостатками существующих фильтров являются – высокая стоимость, сложная эксплуатация, и низкая эффективность. При выборе фильтрующей перегородки следует учитывать, что скорость фильтрации и производительность фильтра будет зависеть от перепада давлений на фильтровальной перегородке, вязкости фильтрата и его удельного веса.

#### **Литература:**

1. А. Г. Касаткин «Основные процессы и аппараты химической технологии» // Москва 2004г. С. 186 – 191.
2. А. А. Маслов, Г. В. Каляцкая, Г. Н. Амелина, А. Ю. Водянкин, Н. Б. Егоров «Технология урана» // Томск 2007г. С. 63 – 65.
3. Д. Г. Калишук, Н. П. Саевич, А. И. Вилькоцкий «Процессы и аппараты химической технологии» // Минск 2011г. С. – 57.
4. В. Г. Айнштейн «Процессы и аппараты химической технологии» // издательство «Лань» 2019г. С. 413 – 434.
5. Д. А. Баранов «Процессы и аппараты химической технологии» // издательство «Лань» 2020г. С. 70 – 92.
6. Internet <http://chemanalytica.com>.

**Р. А. Жандаров**

**«Уран суспензияларын сүзү процесінде колданылатын сүзгілеу материалдарын зерттеу»**

**Аннотация:** Экспериментті зерттеу нәтижесінде уран суспензияларын бөлу процессінің заңдылықтарын белгілеу және алынған тұнбаны сузысдандыру. Сүзгі-пресс жұмысының эффектілігі мен өнімділігіне әсер етуші негізгі факторларды анықтау. Автоматты сүзгі-прессер үшін сүзгі арақабырғаларын өндіруде қолданылатын материалдарды пайдалану бойынша ұсынымдар жасалды.

**Түйінді сөздер:** Сүзгі-пресс, сүзгіш бөлімдер, сүзу, тоқтата тұру.

**R. A. Zhandarov**

**«Study of filtering materials used in the process of filtration of uranium suspensions»**

**Abstract:** The main objectives of this work were the study and establishment of experimental regularities of the separation of processes of suspensions and the resulting factors that affect the efficiency of filter presses. Study of materials used in the production of filter partitions for automatic filter presses.

**Key words:** Filter press, filter partitions, filtration, suspension.

УДК 622.245

**Б.Д.Желеуов, С.А. Заурбеков, , А.Казамбаева**

*Satbayev University, Kazakhstan, g.Алматы*

[zheleuovd@mail.ru](mailto:zheleuovd@mail.ru)

## **ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЗАБОЕВ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН**

**Аннотация:** *С целью обеспечения надежного вскрытия продуктивного пласта без осложнений и на высоких механических скоростях бурения, получения объективного промыслово-геофизического материала в интервалах продуктивности, большое внимание уделяется чистоте забоя скважины, т.е. отсутствию посторонних металлических предметов.*

*Разработка устройства для извлечения с забоя скважин крупных и мелких посторонних предметов с высокой эффективностью, надежностью и низкой стоимостью работ является весьма актуальной задачей. Устройства основанные на гидродинамическом принципе работы в полной мере отвечают предъявляемым требованиям. В работе предложена конструкция устройства гидродинамического типа, позволяющая очистить забой скважины от мелких и крупных посторонних предметов и обладающая высокой надежностью в работе.*

**Ключевые слова:** *скважина, забой, посторонние металлические предметы, очистка забоя, гидравлические процессы.*

В процессе проводки глубоких нефтяных и газовых скважин на забое скапливаются различные металлические предметы, например, случайно упавшие с поверхности детали, элементы качения опор и обломки твердосплавного вооружения отработанных долот, а иногда и шарошки долот. Наличие постороннего металла на забое снижает показатели работы долот и приводит к преждевременному выходу их из строя, следовательно, значительно увеличивает непроизводительные затраты времени на спуско - подъемные операции (СПО) в процессе строительства скважин, особенно глубоких и сверхглубоких [1,2].

Для очистки забоя от металлических предметов применяются устройства, которые подразделяют на две основные группы [3]:

первая - устройства, устанавливаемые в компоновке буровой колонны;

вторая - устройства, периодически спускаемые в скважину.

К первой группе относятся устройства, устанавливаемые непосредственно над долотом, в основу работы которых положен гидравлический способ очистки забоя, а именно металлоуловитель ПО «Куйбышевбурмаш», металлоуловитель – калибратор,

шламометаллоуловитель открытого типа (ШМУ-О), шламометаллоуловитель закрытого типа (ШМУ-З) и др. [4].

К второй группе относятся устройства, периодически спускаемые в скважину, в основу работы которых положен механический, магнитный или гидромеханический способ захвата и очистки забоя, такие как фрезы-ловители без механического захвата (ФМ) и с механическим захватом (ФМЗ), металлоуловитель Е.М.Курнева и Н.И.Лукина, гидравлический ловитель Г.Н.Кириянова, металлоуловитель Р.С.Яремейчука и З.И.Узумова, струйный металлоуловитель, трубный паук, гидромеханический паук и др. [5].

Недостатком устройств первой группы является быстрое заполнение ловушки шламом и по этой причине - низкая эффективность улавливания металлических предметов, причем шлам в ловушке обычно оказывается настолько сильно спрессованным, что часто не поддается извлечению. В этом случае изделие непригодно к дальнейшему использованию или требует капитального ремонта. Кроме того, устройствами данной группы возможно извлечение только очень мелких металлических предметов с забоя, которые могут поместиться в щель уловителя, имеющей пределы 16...28 мм.

Недостатком устройств второй группы является необходимость осуществления специальных рейсов бурильного инструмента (СПО), на что затрачивается непроизводительное время, а также трудности улавливания сравнительно мелких металлических предметов большого удельного веса и предметов обладающих антимагнитными свойствами (например зубки долот из вольфрамо-кобальтового сплава ВК-6 и т.п.). [1].

С целью повышения эффективности очистки забоя от металлических предметов ведется дальнейшее усовершенствование устройств как первой, так и второй групп, но при этом принципиальная схема их компоновки в корне не меняется.

Предлагаемая конструкция шламометаллоуловителя скважинного (ШМУС) основана на гидродинамическом принципе работы и предназначен для извлечения с забоя скважины посторонних мелких и крупных металлических предметов, например, челюстей и сухарей трубных ключей, обломанных шарошек. Поставленная цель достигается за счет конструктивного решения по размещению в ограниченном поперечном сечении скважины шламометаллоуловителя с большим поперечным сечением подъемного канала. Очистка происходит за счет того, что в накопителе ассиметрично размещен усеченный подводящий канал промывочной жидкости, за счет уменьшения подводящего канала по сравнению с бурильными трубами под корпусом для подъемного канала, а накопитель имеет одну полость, размещенную в секторе ассиметрии и сообщающуюся с подводящим каналом при помощи эжекторных отверстий или щелей, приближенных ко дну накопителя. Наименьшее сечение подводящего канала ускоряет движение промывочной жидкости, уменьшая сегмент площади забоя, занятый подводящим каналом, и освобождая сечение ствола скважины для подъемного канала и накопителя. Ускорение течения промывочной жидкости снижает давление напротив отверстий или щелей у дна накопителя, что создает эжекция через накопительную полость и увеличивает расход через сечение подъемного канала, по которому металлические предметы быстро поставляются в накопитель. При попадании мелкого шлама в накопитель предусмотрена возможность промывки накопительной полости путем плотного прилегания к забою, когда циркуляция промывочной жидкости идет через щели и накопитель.

На рисунке 1 представлен общий вид предложенной авторами и защищенной патентом конструкции шламометаллоуловителя для извлечения больших и мелких предметов с забоя скважин.

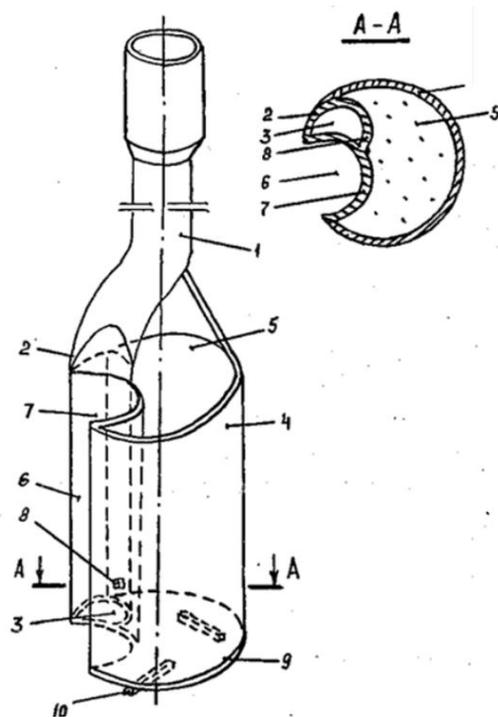


Рисунок 1 - Шламометаллоуловитель

Устройство состоит из бурильной трубы 1, в нижней части которого образуется усеченный проводящий канал 2 со сквозным проходом - соплом 3 для промывочной жидкости. По периферии приварен кожух 4 накопителя 5, который отделен от полости 6 ассиметрической перегородкой 7. Сквозной проход соединен с накопителем, отверстием или щелями 8. Дно 9 накопителя прочное и плоское, но в отдельных случаях допустима возможность крепления небольших скребков 10 с целью отрыва от забоя налипших, затертых металлических предметов.

Устройство работает следующим образом. После спуска и установки на забой скважины осуществляется промывка его через бурильную трубу 1 и усеченный проводящий канал 2 по сквозному проходу 3.

Плотное прилегание к забою дна накопителя 9 позволяет частично перекрыть сквозной проход-сопло 3 и промывку частично осуществить через отверстия-щели 8 в накопителе 9, освободив его от шламов горной породы.

В дальнейшем с постепенным подъемом и низкооборотным правым вращением устройства достигается отрыв скребками 10 и гидромонитором из сквозного прохода - сопла 3 металлических предметов, которые через подъемную полость 6, образованную ассиметричной перегородкой 7 и стенкой скважины, попадают и засасываются в накопитель 5, благодаря эжекторному эффекту в усеченном проводящем канале 2 через отверстия 8. Усеченный проводящий канал 2 со сквозным проходом - соплом 3 в нижней торцевой части устройства направляет струю – гидромонитор под углом к забою или под углом - при вращении.

Определяющими параметрами работы шламометаллоуловителей основанных на гидравлическом принципе являются величина давления струи жидкости, скорость движения восходящего потока обеспечивающиеся подачей буровых насосов.

Величина давления струи ( $P_c$ ) на преграду определяется по формуле:

$$P_c = \rho \cdot Q \cdot \vartheta_c (1 - \cos\alpha), \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность промывочной жидкости;

Q - производительность буровых насосов;  
 $g_c$  - скорость истечения струи из сопла 3;  
 $\alpha = 30^\circ$  - приведенный угол направления струи к забою.

Из формулы ( 1 ) видно, что, чем больше угол  $\alpha$ , тем выше давление на препятствие. Площадь проходного сечения сопла 3 (S) определяют из формулы:

$$\lim g_c = Q / S_c, \quad (2)$$

т.е.

$$S = Q / g_c,$$

тогда диаметр (d) и количество (n) отверстий находим по формуле:

$$d = \sqrt[2]{\frac{4F}{\pi \cdot n}} \quad (3)$$

при соблюдении условия:

$$\lim_{Q \rightarrow \max} g_c \gg g_{II} = w \sqrt{(d_{III} - d_{IV}) \Delta \rho / \rho}, \quad (4)$$

где  $g_{II}$  – скорость падения металлического предмета в жидкости;

$d_{III}, d_{IV}$  - приведенные диаметры сечения подъемной полости 4 и извлекаемого металлического предмета;

$\Delta \rho = \rho_{III} - \rho$  - перепад плотностей металлического предмета и жидкости;

$w = 5,11 M^{1/2} / c$  - расчетный коэффициент для шарообразных тел.

Оседание в полость – накопитель металлических (или других) предметов происходит из-за увеличения проходного сечения выше накопительной полости, где скорость восходящего потока резко падает и предмет попадает в накопитель под собственным весом.

На основе проведенных теоретических исследований можно сделать следующие выводы:

1. Гидравлический способ, обеспечивает надежное извлечение посторонних предметов с забоя скважин;
2. Разработана новая конструкция шламометаллоуловителя позволяющая извлекать с забоя глубоких скважин мелкие и крупные металлические и неметаллические предметы;
3. Предложенная конструкция ШМУС проста в изготовлении и надежна в работе и может изготавливаться на базе производственного обслуживания (БПО) собственными силами Управления буровых работ (УБР).
4. Предложена методика гидравлического расчета работы шламометаллоуловителя новой конструкции позволяет рассчитывать режим работы ШМУС.

### Литература:

1. И.К. Бикбулатов, С.А. Заурбеков, М.М. Майлибаев Совершенствование технических средств для очистки забоев нефтяных скважин. Аналит. обзор. Алма-Ата, 1991.
2. Пустовойтенко И.П. Предупреждение и ликвидация аварий в бурении. - М.: Недра, 1988.
3. Акопов Э.А. Очистка забоев глубоких скважин - М»: Недра, 1970.
4. А.с. 855188 СССР. Металлоуловитель/ ЦНИЛ ПО "Куйбышевнефть" /7 Бюл. № 30. - 1981.
5. Гидромеханический паук для подъема крупных кусков металла с забоя скважин. - М.: ВНИИОЭНГ, 1979 (Научн.-техн. сб. / ВНИИОЭНГ; Вып. 7).
6. Патент РК №31375 от 01.03.2015г Шламометаллоуловитель.
7. Pittmans et al. // "Jorn SPE". -V.13.-No45. -1973.
8. Ellis H.S. The pipeline flow of capsules. Part 3. An experimental investigation of the transport by water of single cylindrical and spherical capsules with density equal to that of the water. // The Can J. Chem. Eng. -V.42.-No1.-P.1-8, 1974.

9. Gous S.W., Noyes B.S., Nwude J.K., Swarden M.C. Aerodynamic drag on vehicles in tunnels. // Trans.ASME,J.Basic Eng.-V. 91.-No4.-P.694-706,1979.

10. Lotto B., Chow K.W. Transport of capsules in vertical pipelines. // Journal of Pipelines.-N3.-P.109-122, 1982.

**Г.Н.Жанкиманова, Б.Д.Желеуов, А.Казамбаева**

**Аннотация:** өнімді қаттың асқынусыз және бұрғылаудың жоғары механикалық жылдамдықтарында сенімді ашылуын қамтамасыз ету, өнімділік аралықтарында объективті кәсіпшілік-геофизикалық материал алу мақсатында ұңғыманың кенжарының тазалығына, яғни бөгде металл заттардың болмауына көп көңіл бөлінеді. Ұңғымалардан тиімділігі, сенімділігі және жұмыс құны төмен ірі және ұсақ бөгде заттарды алуға арналған құрылғыны жасау өте өзекті мәселе болып табылады. Гидродинамикалық жұмыс принципіне негізделген құрылғылар қойылған талаптарға толық жауап береді. Жұмыста гидродинамикалық типтегі құрылғының дизайны ұсынылады, бұл ұңғыманың түбін ұсақ және үлкен бөгде заттардан тазартуға мүмкіндік береді және жұмыста жоғары сенімділікке ие.

**Түйінді сөздер:** ұңғыма, забой, бөгде металл заттар, забойды тазалау, гидравликалық процестер

**G. N. Zhankimanova, B. D. Zheleuov, A. Kazambaeva**

**Technical means for cleaning the faces of oil wells**

**Abstract:** In order to ensure reliable opening of the productive reservoir without complications and at high mechanical drilling speeds, to obtain objective field-geophysical material in the productivity intervals, much attention is paid to the cleanliness of the bottom of the well, i.e., the absence of foreign metal objects. The development of a device for extracting large and small foreign objects from the bottom of wells with high efficiency, reliability and low cost of work is a very urgent task. Devices based on the hydrodynamic principle of operation fully meet the requirements. The paper proposes a design of a hydrodynamic device that allows to clean the bottom of the well from small particles.

**Keywords:** borehole, bottom face, foreign metal objects, bottom face cleaning, hydraulic processes.

УДК 621.928.2

**А.Б. Зайнитден**

*Научный руководитель: И.Н. Столповских, доктор технических наук, профессор, ассоциированный профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г.Алматы*

[a.zainitdin@mail.ru](mailto:a.zainitdin@mail.ru)

## **МЫС-НИКЕЛЬ КЕНДЕРІН ДАЙЫНДАУДА ЕЛЕКТІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН ҚҰРУ**

**Аннотация:** Кенді және кенсіз шикізатты өндіру мен қайта өңдеудің жалпы әлемдік үрдісі оларды дайындау үшін процестер мен жабдықтарды кеңейтуді, тереңдетуді және жаңғыртуды талап етеді. Пайдалы қазбалар көп жағдайда, әрі қарай қайта өңдеуге кіріспес бұрын, зауыттарда бірқатар байыту операцияларынан өтуі керек, бұл өз кезегінде технологиялық тиімділік пен қажетті сапаға қол жеткізу үшін шикізаттың белгілі бір фракциялық құрамын қажет етеді. Біз жалпы бұл жұмыста электің әсерін, оның заңдылықтарын, сипаттамалары мен мүмкіндіктерін қарастыра отырып, кен дайындау процестері теориясының негіздерін зерттейміз және ең жиі қолданылатын електерді таңдау және есептеу үшін мәліметтерді келтіреміз.

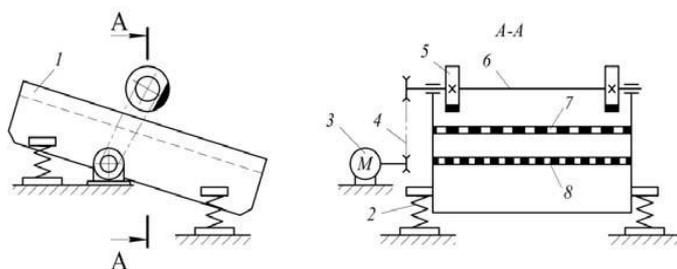
**Кілт сөздер:** елек, металл, мыс-никель кендері, динамикалық параметрлер, пайдалы қазбалар.

**Жұмыстың өзектілігі** өңіріміздің тау-кен кәсіпорындарының кен-шикізат базасының қарқынды нашарлауымен анықталады, бұл өндірілген кен сапасының төмендеуіне әкеледі. Салыстырмалы түрде нашар кендерді олардың құрамының тұрақтылығын арттыру режимінде өндіру технологиясын жетілдіру қажеттілігі туындауда, сол себепті мыс-никель кендерін дайындауда пайдаланылатын электің динамикалық параметрлері қарастыру аса маңызды болып табылады. Кен құрамының тұрақтылық проблемасын шешудің негізгі тәсілі-минералды шикізаттың кендерін байыту мен өңдеуге дайындау сатысында кеніштерде

өндірілген кен сапасының өзгергіштігін төмендету арқылы олардың өнімдерінің сапасын арттыруды қамтамасыз ететін заманауи өндірістік технологиялық жүйені құру арқылы жүзеге асырылады.

**Жұмыстың мақсаты** жұмыс өнімділігін арттыру үшін сусымалы материалдың маңызды физикалық қасиеттері мен електің динамикалық параметрлері арасында сандық байланыс орнату және мыс-никель кен өндірісінің технологиялық схемаларының тиімділігін қарастыру болып табылады.

Қазіргі өнеркәсіптік тәжірибеде нарықтың негізгі үлесін (90% - дан астам) дәл осы кен ауқымды және әртүрлі технологиялық мақсаттағы жалпақ електер алады, олар електен өткізілетін материалдың қозғалу ерекшеліктерімен, тербелістерді қоздыру әдісімен, динамикалық режимдердің түрі мен параметрлерімен, елеуіш беттерінің санымен және т.б. ерекшеленеді.



Сурет 1 - Електің жалпы схемасы: 1-короб; 2-серіппе; 3-электроқозғалтқыш; 4-клинобелбеулі беру; 5-дебаланс; 6-білік; 7,8-елек

Електі жобалау процесінде оның жұмыс корпусының тербелістерін синтездеу мәселесін ғана емес, сонымен бірге осы заңның айтарлықтай бұрмаланбауын қамтамасыз етудің бір немесе басқа әдісін шешу қажет. Сондықтан елек үшін тербелістердің жиілігі мен амплитудасы әсер ететін жұмыс режимінің тұрақтылық қасиеті ерекше мәнге ие.

Електің жалпы көрінісі 1-ші суретте көрсетілген.

Елеуіштің тиімділігі електің жұмысын сипаттайтын негізгі көрсеткіш болып табылады. Е скрининг процесінің тиімділігі електен гөрі ұсақ тесіктер класына сәйкес, яғни төменгі топқа сәйкес, бұл топтағы өнімнің массасы бастапқы материалдағы сол топтың массасына қатынасы. Елеуіштің тиімділігі жалпы қабылданған әдіспен есептеледі:

$$E = 100\gamma (\beta - \alpha) / \alpha(100 - \alpha),$$

мұндағы  $\gamma$ -тор астындағы өнімнің шығымы,  $\alpha$  және  $\beta$ -сәйкесінше бастапқы материалдағы және тор астындағы өнімдегі есептелген төменгі топтың мазмұны.

Тор астындағы өнімнің шығуын тікелей өлшеу техникалық мүмкін болмаған жағдайда елеу тиімділігін есептеу үшін ұқсас формула қолданылуы мүмкін:

$$E = 10^4 (\beta - \alpha)(\beta - \nu) / \alpha(100 - \alpha)(\beta - \nu),$$

мұндағы  $\nu$ -тордағы өнімнің төменгі есептік класының мазмұны.

Елеуіштер үшін елеудің тиімділігі електің түріне және ерекшеліктеріне байланысты әр түрлі болады. Мысалы, бұрын сипатталған құрылғылардан бекітілген колосникті електердің елеу тиімділігі 50-70% аралығында болады, өйткені ол кіретін материалдағы ұсақ кластардың құрамына және оның ылғалдылығына байланысты, барабанды електер 60-70% елеу тиімділігіне ие, ал жалпақ тербелетін экрандардың артықшылығы салыстырмалы түрде жоғары елеуіш тиімділігі шамамен 75-93% құрайды.

Түрлі сусымалы материалдардың физикалық қасиеттерін зерттеу циклін анықтау жұмысы жүргізілді. Зерттеу үшін үлгілердің маңызды физикалық қасиеттері таңдалды. Пайдалы қазбалар үлгілерінің осындай қасиеттеріне (параметрлеріне) үлгілердің үлестік массасы, үйілмелі тығыздығы, гранулометриялық сипаттамасы, үлгілердің ішкі үйкеліс бұрышы (табиғи еңіс бұрышы) жатады.

Кесте 1-Сынақтар жүргізу құралдарының тізбесі

Атауы, түрі және маркасы	Саны	МЕМСТ	Негізгі сипаттамалары
Бұрыш өлшегіш	1	МЕМСТ 5378-88	Дәлдік класы II, бөлу бағасы 1 град.
Штангенциркуль	1	МЕМСТ 166-89	Дәлдік класы II
Металл өлшеуіш сызғыш	1	МЕМСТ 427-75	Бөлу бағасы 1 мм, диапазоны 1-1000 мм
Пикнометр ПТ-100	1	МЕМСТ 22524-77	Қателік 0,1 %
ВЛТЭ-150 зертханалық электрондық таразы	1	МЕМСТ 24104-2001	Дәлдік класы II, бөлу бағасы 0,001 г
Едендік электрондық таразы РВ-60	1	МЕМСТ 24104-2001	Дәлдік класы II, бөлу бағасы 0,01 кг

Шикізаттың физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеу жүргізілген негізгі жабдықтар: елек анализаторы, оптикалық бұрыш өлшегіш, пикнометр, электронды зертханалық таразы (1-кесте).

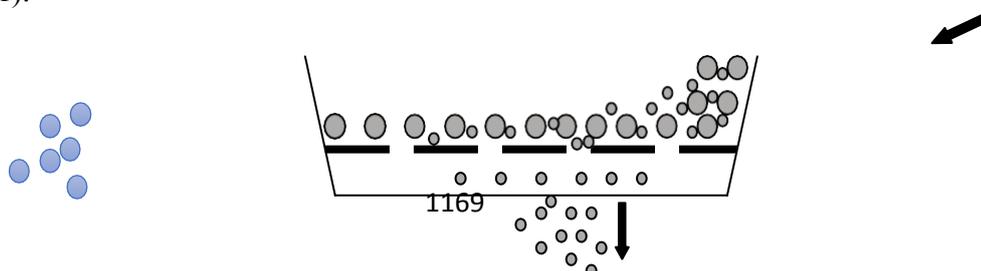
Жылжымалы үйкеліс коэффициенті нақты үлгілердің көлбеу жазықтығы бойымен бастапқы қозғалыс бұрышын өлшеу арқылы анықталды. Беттік материал елек елеуішімен бірдей. Үйкеліс коэффициенті жазықтықтың эксперименталды түрде анықталған көлбеу бұрыштарын градуспен осы бұрыштың тангенсіне ауыстыру арқылы есептеледі.

Табиғи көлбеу бұрышына ұқсас ішкі үйкеліс бұрышы сыналатын сусымалы материалдың конусын тікелей өлшеу арқылы анықталды. Осы мақсатта сусымалы материалдардың табиғи еңісінің бұрыштарын өлшеуге арналған жетілдірілген құрылғы (аспап) құрастырылды және дайындалды. Ұсынылған құрылғы көп қабатты шикізаттың ішкі үйкеліс коэффициентін одан әрі есептеу үшін сусымалы материалдардың табиғи көлбеу бұрыштарын өлшеудің жоғары дәлдігімен сипатталады – тербелмелі сегрегация және үлкендігі бойынша жіктеу процестерін сипаттайтын модельдерде қолданылатын маңызды параметр.

Гранулометриялық құрамды анықтау МЕМСТ 12536-2014 қолданыстағы стандартына сәйкес елек әдісімен жүргізілді. АСВ-200 дірілді елеуіш-талдағыш сынау аспабы.

Үлгілердің меншікті тығыздығын және олардың сусымалы салмағын анықтау ВСН 55-69 «Топырақтың тығыздығын анықтау жөніндегі нұсқаулық ведомстволық стандартына» сәйкес пикнометриялық әдіспен жүргізілді.

Кен өнімдерін елеуде бастапқы материалдың төмен массалық салмағына байланысты салыстырмалы түрде қалың қабатта жүргізілуі керек, бұл жіктеудің төмен тиімділігіне әкеледі. Елеу кезінде материалды елеуіштің елек бетіне беру кезінде салыстырмалы түрде қалың қабат пайда болады. Сонымен, кен өнімдерінде – ұзындығының шамамен 1/6 бөлігін алады (2-сурет).



**Жүргізілген теориялық зерттеулер негізінде келесідей қорытынды жасауға болады:**

1. "Кішігірім сыныптан үлкенге" тікелей дәйекті електің белгілі техникалық және пайдалану күрделілігін және түйіршікті материалды тербелмелі сегрегация механизмі бойынша теориялық дайындаманың болуын ескере отырып, трапеция тәрізді електерде сусымалы материалды електің жаңа технологиясы ұсынылды;

2. Елеу технологиясының кейбір негізгі мәселелерін шешуге бағытталған технологиялық әдістер бар, олар елеу процесінің тиімділігі мен өнімділігін арттырады, бірақ көбінесе бұл әдістердің қолдану аясы шектеулі. Осыған сүйене отырып, елеуіштің негізгі мәселелерін шешу міндеті әлі де өзекті деп қорытынды жасауға болады.

**Әдебиеттер:**

1. Пелевин А.Е. Динамика движения твёрдых фаз при гидравлическом вибрационном грохочении // Известия вузов. Горный журнал. 2011. №4. С. 127-135.

2. ГОСТ 3306-88 Сетки с квадратными ячейками из стали рифленой проволоки. - М. : Ор-дена "Знак Почета" Издательство стандартов. 11С.

3. Ромашев А.О. Интенсификация процесса классификаций сыпучего материала в условиях вибрационной сегрегации: дис. ... канд. техн. наук: 25.00.13 : защищена 05.06.12 / Ромашев Артем Олегович. – Санкт-Петербург. 2012. 169 с.: ил.

4. Картавый А.Н. Ресурсосберегающие принципы конструирования технологических вибрационных машин // Горное оборудование и электромеханика. 2009. №3. С. 28-37.

5. Устинов И.Д., Балдаева Т.М. Новые технологии и оборудование для грохочения золотосодержащих руд // Золотодобывающая промышленность. Москва. 2018. №1 (85) С. 20-21.

6. Baldaeva T.M. Efficiency of step fine sizing (screening) // Proceeding of the conference of young scientists and specialists with international participation - SPb.: REC «Mekhanobr-Tekhnika». 2018. pp. 55-62.

7. Metso. Crushing and screening solutions. Brochure №2973-02-17- AGG/Tampere-English. 2017. Finland. p. 80.

**Зайнитден А. Б.****Установление динамических параметров грохота при подготовке медно-никелевой руды**

**Аннотация:** Общемировая тенденция добычи и переработки Рудного и нерудного сырья требует расширения, углубления и модернизации процессов и оборудования для их подготовки. В большинстве случаев, прежде чем приступить к дальнейшей переработке, полезные ископаемые должны пройти ряд обогащительных операций на заводах, что, в свою очередь, требует определенного фракционного состава сырья для достижения технологической эффективности и необходимого качества. Для обеспечения этих требований на предприятиях применяется рудоподготовка-совокупность операций по механическому преобразованию исходной руды в кондиционированную, соответствующую установленным требованиям, в первую очередь по крупности, с последующей экономически эффективной технологической переработкой. Подготовка руды является важным этапом подготовки сырья к дальнейшей переработке, которая непрерывно развивается и совершенствуется.

В целом в данной работе мы изучаем основы теории процессов рудоподготовки, рассматривая влияние сита, его закономерности, характеристики и возможности, и приводим данные для выбора и расчета наиболее часто используемых сит.

**Ключевые слова:** сито, металл, медно-никелевые руды, динамические параметры, полезные ископаемые.

**Zainitden A. B.**

**Establishment of dynamic screen parameters in the preparation of copper-nickel ore**

**Abstract:** The global trend of mining and processing of ore and non-metallic raw materials requires the expansion, deepening and modernization of processes and equipment for their preparation. In most cases, before proceeding to further processing, minerals must undergo a number of processing operations at the plants, which, in turn, requires a certain fractional composition of raw materials to achieve technological efficiency and the necessary quality. To meet these requirements, enterprises use ore preparation—a set of operations for the mechanical transformation of the initial ore into conditioned ore that meets the established requirements, primarily in terms of size, followed by cost-effective technological processing. Ore preparation is an important stage in the preparation of raw materials for further processing, which is constantly being developed and improved.

In general, in this paper we study the basics of the theory of ore preparation processes, considering the influence of the sieve, its regularities, characteristics and capabilities, and provide data for the selection and calculation of the most commonly used sieves.

**Keywords:** sieve, metal, copper-nickel ores, dynamic parameters, minerals.

УДК 622.324.5: 621.31

**Ибрагимов Р.М., Мырзахметов Б.А.**

*Научный руководитель – Мырзахметов Б.А., к.т.н., ассоциированный профессор*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[ruslan982010@gmail.com](mailto:ruslan982010@gmail.com)*

**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО МЕТАНА ПРИ  
РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Аннотация.** В настоящей статье рассмотрены пути улучшения энерго экологической ситуации в районах добычи угля Казахстана. Показаны проблемы переработки и утилизации шахтного метана. Проведен анализ действующих проектов энергоустановок для выработки теплоэлектрической энергии.

**Ключевые слова:** уголь, шахтный метан, когенерационная установка, утилизация.

В Казахстане подтвержденные запасы каменного угля оцениваются в размере 25,6 млрд. тонн (2,2% от мирового запаса). В угольных месторождениях одной из главных опасностей являются газы с высоким содержанием метана (70-90%). Основной проблемой является его взрывоопасность, а так же его нерациональное использование в результате выбросов газа в окружающую среду. По всему миру подземные угольные шахты выделяют около 29-41 млрд. м<sup>3</sup> метана ежегодно, из которых менее чем 2,3 млрд. м<sup>3</sup> используется в качестве топлива[1].

Сокращения выбросов в атмосферу можно добиться, если газ утилизировать. Для уменьшения концентрации метана в пластах пробуриваются дополнительные дегазационные скважины. Концентрация метана, полученного из действующих шахт, составляет 25-60%, в закрытых угольных шахтах – 60-80%, а концентрация метана из неразгруженных угольных пластов более 95%. Метан, который не извлекается при помощи дегазации, попадает в вентиляционный воздух (концентрация метана до 1%). Этот метан сложнее всего поддается извлечению и утилизации, поскольку объем вентиляционного воздуха большой, а содержащийся в нем метан разрежен, его концентрация и объем постоянно меняются. Однако некоторые страны мира имеют опыт утилизации этих низкокачественных метановоздушных смесей. Чаще он используется как добавка к воздуху в камере сгорания или для реакций окисления. Шахтный метан более высокого качества используется для производства электроэнергии, когенерации, в промышленности и для обеспечения центрального отопления[2].

В Австралии, Германии, США, Китае, России, Украине и др. уже несколько лет занимаются проектированием и практическим применением установок для утилизации метана угольных пластов. Так например крупнейший проект по утилизации шахтного метана

«Arpin & Tower» в Австралии мощностью 81.4 МВт вырабатывает около 654 ГВтч электроэнергии в год. Еще один крупный проект в Китае, городе Фушунь ежегодно перерабатывает до 126 млн. кубометров шахтного метана. В январе 2021 года в Украине был запущен проект «Recycling Solution» на шахте «Степная». Когенерационная установка на базе «Caterpillar», мощностью 1,56 МВт, позволяет покрыть затраты шахты на обогрев и электричество, а так же сократить парниковые выбросы на 3%. [3]

Как показывает зарубежная практика, решением проблемы эффективного использования шахтного метана служит применение когенерационных и тригенерационных технологий. Благодаря совместной выработке тепла и электроэнергии, показатель КПД таких установок превышает 85% и, как правило, на 10% выше КПД традиционных систем выработки электроэнергии и теплоты по отдельности. Диапазон мощности систем комбинированной выработки энергии варьируется от 500 кВт до 500 МВт. В когенерационных системах могут использоваться двигатели внутреннего сгорания, турбины или силовые установки топливных элементов для производства электроэнергии, использующие отработанное тепло для обогрева зданий или шахт. Для того чтобы правильно подобрать энергоустановку, необходимо проанализировать основные аспекты двух составляющих: - степень экономичности первичного двигателя, - система утилизации отработанного тепла (таблица 1).

Таблица 1 – Основные аспекты эффективности альтернативных энергоустановок

Составные элементы эффективности	Газопоршневые установки	Газотурбинные установки	Установки с использованием топливных элементов
Электрический КПД %	40-45	33-39	50-55
Коэффициент использования топлива %	70-92	До 90	До 95
Удельный расход топлива на выработку электрической энергии (без учета утилизации тепла) г.у.т./кВт*ч	360-610	300-615	210-340

Данные исследований свидетельствуют о том, что использование установок с ТЭ имеет наилучшие показатели по всем аспектам. Однако, анализ ресурса и надежности (рисунок 1) показал, что ресурс на базе ТЭ составляет всего 20-50 тыс. часов, тогда как показатель газовых турбин – 100 тыс. часов. Самый большой ресурс и соответствующая степень надежности соответствует установкам на базе ГПУ – 300 тыс. часов.

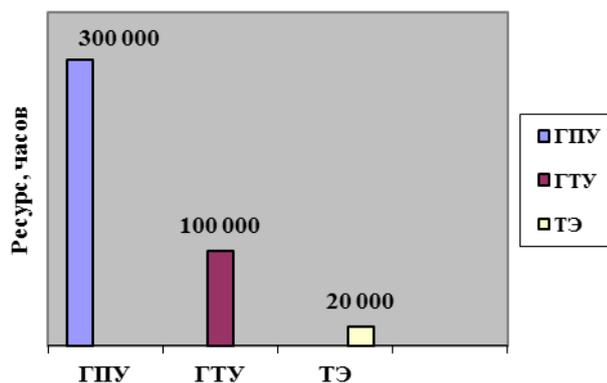


Рисунок 1 – Сравнение типов когенерационных установок по ресурсу работоспособности

Для правильного подбора установки, необходимо учитывать не только его технические показатели, но и экономические, такие как себестоимость вырабатываемой энергии и затраты на капитальные вложения.

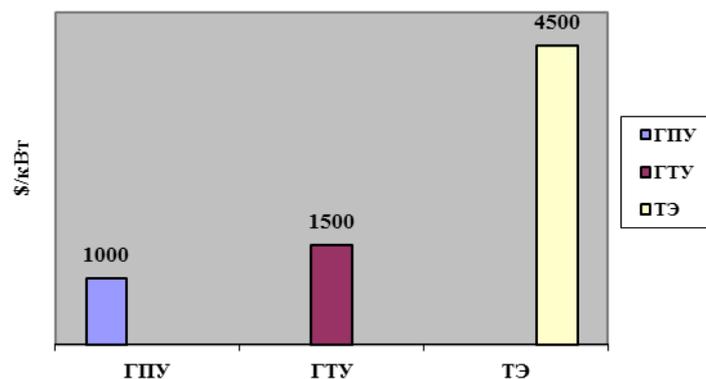
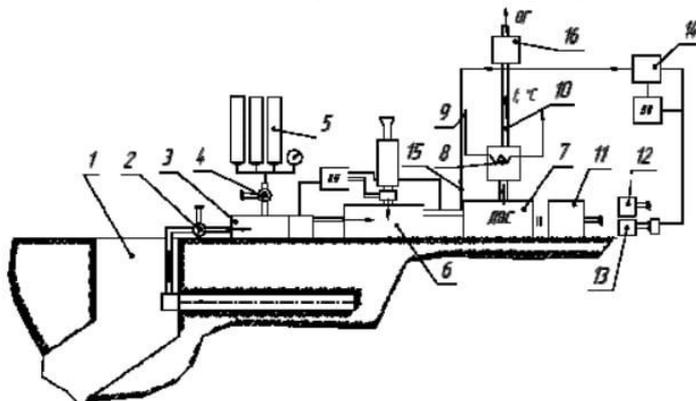


Рисунок 2 – Сравнение типов когенерационных установок по затратам на их приобретение

Актуальная удельная стоимость одного кВт установленной мощности когенерационных установок (рисунок 1) составляет: с ГПУ – 550-900 \$/кВт, с ГТУ – 1300-1700 \$/кВт, а на основе ТЭ – 4100-4700 \$/кВт. Основываясь на этих фактах, наиболее оптимальным выбором является силовые установки с ГПУ.[4] Принципиальная схема утилизации шахтного метана в когенерационной установке на базе ДВС представлена на рисунке 1.



1 - шахта; 2 – вакуумный насос; 3 – сепаратор; 4 – насос; 5 – баллоны хранения сжатого газа; 6 – смеситель с блоком управления; 7 – ДВС; 8 – теплообменник; 9 – контур циркуляции теплоносителя; 10 – отвод отработавших газов; 11 – генератор; 12 – рекуперация энергии; 13 – отбор энергии для поддержки работы установки; 14 – электролизер; 15 – подача водорода в впускной клапан; 16 – блок дистилляции

Рисунок 3 – Принципиальная схема энергоустановки для утилизации шахтного метана [5]

В Экибастузском угольном месторождении выброс метана в атмосферу достигает 600 млн. м<sup>3</sup> в год. Шахты Карагандинского угольного бассейна ежегодно выбрасывают более 300 млн. м<sup>3</sup> метана в атмосферу. На сегодняшний день в Казахстане утилизацией метана занимаются только в шахтах Карагандинского бассейна. В них утилизируется лишь 30% каптированного объема. На шахте «Ленинска» эксплуатируется газогенераторная установка мощностью 1,4 МВт. Выработанная энергия покрывает лишь 20% потребности шахты в электроэнергии.[6]

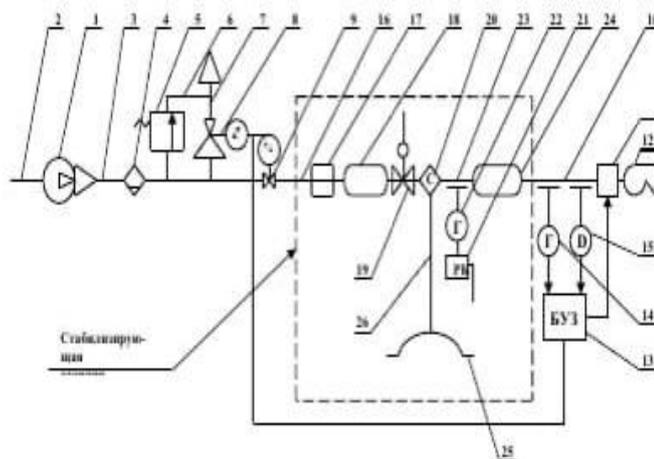
Внедрение комбинированного производства на угольных месторождениях Казахстана позволит удовлетворить локальные потребности в электроэнергии, обогрева наземных объектов, а так же для осушки угля. Избыточная тепловая и электроэнергия может эксплуатироваться для расположенных неподалеку предприятий и жилых помещений.

Однако для того, чтобы начать использовать шахтный метан в качестве топлива, необходимо организовать систему подготовки метановоздушной смеси, систем контроля и управления процессами. Для эффективной работы комбинированных установок требуется очищенный газ, содержащий не менее 30% метана. Наиболее известные

газоподготовительные станции – ГПС-1, ГПС-2, ГПС-3. Принципиальная схема ГПС приведена на рисунке 2. Они состоят из трех линий: подачи каптируемого газа, подачи атмосферного воздуха и линии подготовленного газа.

Подготовка метановоздушной смеси включает в себя следующие этапы:

- 1) Влагоудаление
- 2) Выравнивание давления
- 3) Осушение
- 4) Очистка от пыли и мелкофракционных включений



1 - вакуум-насос; 2, 8 – газопровод; 3 – нагнетательный газопровод; 4 – влагоотделитель; 5 – регулятор давления; 6, 10, 16, 23 – трубопровод; 7 – свеча; 9 – управляемая задвижка; 11, 17 – клапан-отсекатель; 12 – дутьевой вентилятор; 13 – блок управления системой защиты; 14, 22 – газоанализатор; 15 – сигнализатор давления; 18, 24 – демпфирующая емкость; 19 – регулируемая задвижка; 20 – смеситель; 21 – регулятор концентрации; 25 – воздухозаборник; 26 – входной воздухопровод

Рисунок 4 – Принципиальная схема ГПС [7]

Республика Казахстан имеет большие запасы шахтного метана и вопрос о рациональном его использовании стоит достаточно остро. Дальнейшие исследования утилизации метана в стране помогут решить проблемы эффективного использования шахтного метана и снижения его выбросов в атмосферу. Приоритеты должны быть направлены на решение следующих задач:

- разработка и использование способов извлечения метана из угольных пластов с обеспечением необходимого коэффициента эффективности дегазации;
- разработка способов и технических средств подготовки извлекаемого газа в соответствии с требованиями промышленных потребителей;
- разработка новых технологий использования шахтного метана;
- разработка технологий промышленного использования метановоздушных смесей;
- совершенствование способов экономического стимулирования угольных предприятий по использованию ресурсов угольного метана.

#### Литературы:

1. Сухоченов А.С. Анализ работ по использованию метана угольных месторождений. Горный информационно-аналитический бюллетень // Тематическое приложение: Метан. - М.: МГУ, 2006.
2. Гейл Джон и Фроинд Поль. Снижение метановой эмиссии для предотвращения глобального изменения климата. Роль России // Сокращение эмиссии метана. Доклады II Международной конференции. - Новосибирск, 2000. - С. 70 -78.

3. Lesley Sloss. Power projects using methane from coal mines // IEA – Clean CoalCentre, – 25-30 с.
4. Андрющенко, А. И. Система показателей для оценки топливной эффективности эксплуатационных режимов ТЭЦ / А. И. Андрющенко, Б. А. Семенов // Промышленная энергетика, 2005, №12, с. 2-7.
5. А.П. Строков. Утилизация шахтного метана / А.П. Строков, А.М. Левтеров, П.Ю. Нечволод // Энергетика и рациональное природопользование, 2007, с. 9.
6. Сайт АО «АрселорМиттал Темиртау».. URL:<http://arcelormittal.kz/index.php?id=254>
7. А.С. 1209898 (СССР). Дегазационная установка /Лаврик В.Г., Мирончак О.П., Гаязов Н.И. - Оpubл. в Б.И. , 1986.

**Ибрагимов Р.М., Мырзахметов Б.А.**

**Қазақстан Республикасының көмір кен орындарын игеру кезіндегі шахталық метанды кәдеге жарату мәселелері мен жолдары**

**Аңдатпа.** Мақалада, Қазақстан Республикасының көмір өндіру саласындағы энергетикалық және экологиялық жағдайларды жақсарту жолдары қаралды. Шахталық метанды өңдеу және кәдеге жарату мәселелері көрсетілген. Шахталық метанды кәдеге жарату және электр энергиясының жылуын өндіру үшін қолданыстағы энергия қондырғыларына талдау жүргізілді.

**Түйін сөздер:** көмір, шахталық метан, когенерациялық қондырғы, кәдеге жарату.

**Ibragimov R. M., Myrzakhmetov B. A.**

**Problems and ways of utilization of coal mine methane in the development of coal deposits of the Republic of Kazakhstan**

**Annotation.** The article considers ways to improve the energy and environmental situation in the coal mining industry of the Kazakhstan. The issues of processing and utilization of mine methane are outlined. The analysis of existing power plants for the utilization of coal mine methane and the generation of electricity heat is carried out.

**Keywords:** coal, coal mine methane, cogeneration plant, utilization.

УДК 627.527

**А.Е. Игбаева, Д.Д. Басқанбаева, К.К. Елемесов**

*Ғылыми жетекші – К.К. Елемесов, МжӨИИ директоры, т.ғ.к., доцент.*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

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

**КОРПУСТЫҚ БӨЛШЕКТЕРДІ БАЛҚЫТУҒА АРНАЛҒАН ҚАЛЫПТАРДЫ  
ДАЙЫНДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ**

**Аңдатпа.** Корпустық бөлшектерді балқытуға арналған қалыптардың дизайнын жасау және сынақтан өткізу, құю технологиясын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Жүргізілген зерттеулер фибробетон қоспасынан орталықтан тебетін сорғылардың корпус элементтерін құюдың барлық әрекеттерін реттеуге мүмкіндік берді және өнімнің жоғары сапасын қамтамасыз етеді.

Фибробетоннан алынған жартылай өнеркәсіптік үлгіні сыртқы бағалау үшін өндіруші анықталды – «ААМЖЗ» АҚ, өйткені қазіргі кезеңде оларда балқыту өндірісі бар. Үлгі механиктерге, сапа бөліміне және менеджмент тобына ұсынылды. Механикалық сынақтарға үлгілердің жүргізілген тәжірибелерінің нәтижелері ұсынылды. Визуалды-оптикалық бақылау жүргізілді.

Тексеру кезінде визуалды-оптикалық бақылауды монтаждау және пайдалану үрдісінде туындауы мүмкін сыртқы ақауларды анықтау мақсатында жүргізіледі.

*Визуалды-оптикалық бақылау аспаптық және бұзбайтын бақылау әдістерін жүргізгенге дейін орындалады. Барлық өлшеулер визуалды бақылаудан кейін немесе онымен бір мезгілде жүргізіледі.*

**Түйін сөздер.** Қалып, жабдық, құйма, силикон, корпустық бөлшек, құйма сапасы.

**Кіріспе.** Технологиялық үрдісті жүзеге асыру ретінде, көп нәрсе қолданылатын жабдыққа байланысты, оның негізгі элементі - форма, яғни қалып болып табылады. Нарықта дайын жабдықтар жеткілікті, бірақ біздің жағдайда бұл мүмкін болмады. Өйткені, орталықтан тебетін сорғылардың корпустарын құюға арналған қалыптармен әлі ешкім айналысқан жоқ.

Шойын бөлшектерді өндірудің басты ерекшелігі – олардың барлық қасиеттері (физикалық, химиялық, механикалық және т.б.) тек бір металлургиялық қайта бөлу кезінде - компоненттер қоспасын балқыту формасына құю және оның ішіндегі кристалдану кезінде қалыптасады. Құю технологиясы негізінен оның сапасын, демек, құйылған бөліктің сапасын қалыптастырады және анықтайды. Металлдан құйылған бөлікті жобалаудың жетілмегендігі және құю әдісін дұрыс таңдамау механикалық өңдеуге айтарлықтай жеңілдіктер жасауға әкеледі. Бұл шамадан тыс станоктар паркін, құрал-саймандарды, технологиялық жабдықтарды, өндірістік алаңдарды және т.б. құруға әкеледі. Балқыту кезінде металл құймасының беткі қабаты қаттылықты жоғарылататын ұсақ түйіршікті құрылымда болады, ал өңдеу арқылы бұл қабат алынып тасталады. Механикалық өңдеу шегі неғұрлым көп болса, соғұрлым қатайтылған беткі қабат алынып тасталады, бұл өнімнің беріктік сипаттамаларын нашарлатады және оның қызмет ету мерзімін төмендетеді.

**Әдістер.** Жүргізілген зерттеулер мен практикалық жұмыстар барысында корпустық бөлшектерді құю кезіндегі маңызды сәттерді анықтадық. Балқыту жабдықтарын дұрыс анықтау қажет, сонымен қатар фибробетон қоспасын құю, төсеу және тығыздау сапасын бақылау кезеңдері де маңызды. Формадағы фибробетон қоспасының нығыздалуы міндетті түрде тік тербеліс құраушысы бар ИУС 9-1987 талаптарына жауап беретін тербеліс алаңдарында жүргізілуі тиіс. Тербелістердің амплитудасы байланыстырғыштың концентрациясына байланысты және сынақ қалыптарында көрсетілген. Қоспаны аспалы дірілдеткіштермен тығыздауға рұқсат етіледі. Дірілдің ұзақтығы  $100 \pm 30$  С болуы керек, ауыр бетондарға арналған фибробетон қоспасының жеткілікті тығыздалуының белгісі - өнімнің бетінде байланыстырғыштың бөлінуі және ауа көпіршіктерінің қарқынды пайда болуын тоқтату.

**Нәтижелер.** Фибробетоннан корпус бөлшектерін балқытуға арналған қалыптарды дайындау үрдісі толық зерттелген жоқ, өйткені оның фибробетон қоспасының бастапқы материалдарымен байланысты бірқатар ерекшеліктері бар. Сондықтан зерттеу міндеттерінің бірі фибробетоннан орталықтан тебетін сорғылардың корпус бөліктерін құю технологиясын, оның ішінде осы технологияны жүзеге асыру үшін жабдықтың құрылымдық шешімдерін жасау болды.

Жабдықтың негізгі элементі - пішін, яғни қалып. Нарықта дайын жабдықтар бар, бірақ біздің жағдайда оны пайдалану мүмкін болмады. Бұл редукторлардың корпусын құюға арналған қалыптармен әлі ешкім айналыспағанына байланысты.

Болат және шойын құймадан орталықтан тебетін сорғылардың түтікшелерін құю технологиясы төмендегі үш технологияның бірін қолдануды қамтиды:

- балқытылған қалыптарға құю: осы технологиямен түтікшенің сыртқы және ішкі қуысы құмнан, ал түтікшенің өзі балауыздан жасалады, ол кейіннен ериді;

- түтікшенің жоғарғы және төменгі бөліктерін бөлек құю, яғни алдымен түтікшенің жартысы құйылып, содан кейін қорытылады.

- құмды қалыптың жартысының біріне құю, яғни бүкіл түтікшенің бірыңғай құмды қалпына кейінгі ортақ құйма арқылы ішкі қуысты көрсететін құмды қалып. Құмды пішінді алып тастау үшін бүкіл қорамжәшік сынған торға орналастырылады.

Бұл технология түтікшенің ішкі бетінің күрделі формасына байланысты.

Фибробетондардан жасалған түтікше корпусын балқыту кезінде біз 2-ші технологияны қолдандық: алдымен түтікшенің екі жартысын да құйдық, содан кейін эпоксидті қосылыспен желімдедік.



1 Сурет – Түтікшенің екі бөлікке бөлінген корпусары

Әдетте, қалыптардың жақтауын жасау үшін пластикалық сипаттамаларға ұқсас композициялық материал қолданылады, бірақ біз қалыңдығы 0,5...0,6 мм болатын жайма болатқа және оларды бір-біріне қосу үшін түйіспелі дәнекерлеуді қолданудың ыңғайлылығына байланысты №4 бұрыштарға тоқтадық.

Алдын-ала екіге бөлінген түтікшенің әр жартысы үшін сыртқы контурдың инъекциялық жақтауы (1 сурет) ажыратылған. Түтікшенің екі жартысын да бөлетін тілімге бекіттік және М6 бұрандалармен қысып, жақтаудың қақ жартысы арасына орнаттық.

Сыртқы бетін қалыптастыру үшін материал ретінде құйма силиконды қолдандық. Балқыту кезінде жиналған пішінді тігінен орнаттық, ал силиконды шығатын түтікке қарама-қарсы жағынан құйдық.



2 Сурет – Қалыптарды құюға арналған жақтаудың жартысы

Жүргізілген талдау, қалыптарды дайындау кезінде полимербетоннан жасалған редукторлардың бөлшектерін балқыту кезінде, төмендегідей сипаттамалары бар «Силагерм 7140» силиконы үздік материал болып табылатынын көрсетті:

Шор қаттылығы, А .....35-45  
Компаундтың айқын тұтқырлығы, сПз.....10 000 – 250 000  
Үзілу кезіндегі беріктік, МПа (кгс/см<sup>2</sup>) .....2,0 (20) -3,5 (35)

Аршу беріктігі, кН/м .....10 -15

Салыстырмалы ұзарту.....200 – 250

Корпустың жартысын балқыту келесі ретпен жүргізілді:

- фибробетонның белгілі бір бөлігін діріл үстеліне орналастырдық және бекітілген түтікшелердің силикон қалыптарына салып, оларға түтікшенің ішкі қуысының үлгілерінің жартысын сыртқы пішіннің шеттерімен біріктірілгенге дейін басып тұрдық.

- 5...6 минут ішінде діріл үстелін қосып, ішкі форманың сыртқы түріне қатысты орнын бақылап отырдық.

Фибробетонды қабылдамағаннан кейін, корпустың жартысын эпоксидті композициямен тығыздалған андезит ұнымен желімдеп, қажағыш шеңбермен өндедік. 2 қабатқа желімделген корпусты гелькоутпен жаптық.

### **Корпустық бөлшектерді құю технологиясын жетілдіру**

ТУ талаптарына сәйкес келетін орталықтан тебетін сорғылардың корпусы бөліктерінің құймасын алу үшін өте маңызды сәт - оларды фибробетоннан қалыптау. Фибробетоннан жасалған бөлшектердің құймасы металл құю технологиясынан айтарлықтай ерекшеленетінін ескере отырып, фибробетон қоспаларының ерекшеліктерін есепке алумен, балқыту технологиясын жасауға мүмкіндік беретін арнайы зерттеулер жүргізілді.

Орталықтан тебетін сорғылар корпусының элементтерін қалыптастырудың технологиялық үрдісі келесі амалдардан тұрады:

- қалыптарға белгі қою және оларды майлау;
- арматуралық қаңқаларды орнату;
- қалыпға (формаға) фибробетон қоспасын қалау;
- редукторлар корпустарының бөлшектерін қалыптау;
- дайын бұйымдарды алу.

Зерттеулер арқылы осы амалдардың ең жақсы нұсқаларын келтіруге мүмкіндік берді.

Фибробетоннан жасалған өнімдердің пішіндерін ажыратқанға және кейінгі термоөндеуге дейін ұстау ұзақтығы қоршаған орта температурасында болуы тиіс:

17±2°C .....20 сағ

22±2°C ..... 15 сағ

25°C жоғары ..... 8 сағ

Қалыптан алынған фибробетонды өнімдер мынадай режимдер бойынша термоөндеуден өтуі тиіс:

Көлемі кемінде 0,2 м<sup>3</sup> болатын полимербетон өнімдерін термоөндеуді тікелей келесі режимдер бойынша нысандарда жүргізуге жол беріледі:

- 20°C температурасында ұстау - 1,5г;

- 80±2°C температураға дейін көрсету- 1г;

- 80±2°C температурасында ұстау - 16г;

- 20°C температураға дейін түсіру- 4г.

### **Құйылған үлгілердің сапасы мен дәлдігін сыртқы бағалау**

Визуалды-оптикалық бақылау жай көзбен немесе МЕМСТ 25706 бойынша 20 еселік үлкейту арқылы лупа көмегімен орындалады. Визуалды-оптикалық бақылау кезінде тексеріледі:

- сорғылардың жинақтылығы;

- қорғаныш жабындарының және бояудың сапасы;

- сорғылардың жұмысына әсер ететін ақаулардың болуы.

Бұл жағдайда бөлшектің немесе құрастыру қондырғысының кейіннен бұзылу қаупін тудыратын ақаулардың болуына ерекше назар аудару керек, мысалы:

- жергілікті механикалық зақымданулар (үзінділер, сынықтар, майысулар);

- негізгі материалдың қабаттасуы;
- негізгі материалдың таусылуы;
- бөлшектер мен құрастыру бөліктерінің деформациясы;
- бұранда ақаулары;
- негізгі материалдағы сызаттар;

Сызаттардың пайда болуының сыртқы белгілері негізгі материалдың бетіне түсетін тоттан ағатын сұйықтық ізі, бояудың қабыршақтануы болуы мүмкін.

Телімдерді тексеруге дайындағаннан кейін ақаулардың болуын нақтылау үшін бұзбайтын бақылау әдістерінің бірі қолданылады.

Машиналар мен құрылғылардың бөлшектерінің беткі жағының сапасы олардың үстіңгі қабатының кедір-бұдырлығы мен физикалық және механикалық қасиеттерін білдіреді. Бөлшектердің үстіңгі қабатының сапасына: үйкелетін қабаттардың тозуға төзімділігі; бөлшектердің қажу (динамикалық) беріктігі; бөлшектердің қозғалмайтын бөліктерінің беріктігі; бөлшектердің үстіңгі қабаттарының коррозияға қарсы тұрақтылығы; бөлшектер мен құралдың тұтастай сыртқы түрі байланысты. Өңделген үстіңгі беттің тазалық класы тегіссіздіктердің биіктігі арқылы көрінетін оның кедір-бұдырлық дәрежесімен, яғни кесетін құралдың көмегімен жасалған дөңес және ойыс жерлерінің дәрежесімен сипатталады. Тегіссіздіктердің биіктігі неғұрлым аз болса, өңделген беттің тазалық класы соғұрлым жоғары болады. Өрескел өңделген бөліктер неғұрлым тез тозады, өйткені нақты жанасу аймағы номиналдың тек 5-10% құрайды, ал үйкеліс күштері айтарлықтай болады. Үйкелетін беттердің тозуы конъюгациялардағы олқылықтардың көбеюіне және жобаланған түсіру сипатының бұрмалануына әкеледі, нәтижесінде бөлшектер тез жарамсыз болып қалады.

Беткі қабатының тегіссіз болуының жоғарылауы жалпы құрылғылардың беріктігіне және одан да көп қажу беріктігіне теріс әсер етеді. Үстіңгі қабатта қуыстардың болуы кернеудің шоғырлану көзі және ауыспалы жүктеменің әсерінен ұлғайып, бөліктің тереңдігіне енетін микрокректердің пайда болу себебі болып табылады. Бұл металдың мерзімінен бұрын «тозуына» және бөлшектердің бұзылуына әкеледі. Мысалы, ауыспалы жүктемелердің әсерінен болаттан жасалған бөлшектер мұқият тегістелген және жылтыратылған бөлшектерге қарағанда 2 есе тез бұзылады.

Түйісетін беттердің тегіссіз жерлерінің көбеюімен баспақты қосылыстардың беріктігі төмендейді, өйткені шығыңқы жерлер бүгіліп, тартылыс мөлшері жоспарланғаннан аз болады. Бөлшектің беті неғұрлым таза өңделген болса, коррозияға және коррозиялық ортаның әсерінен бұзылуға қарсы тұрақтылығы соғұрлым жоғары болады (майлайтын майдағы сұйықтықтар, ауа, қышқылдар және т.б.). Сонымен қатар, өңделген үстіңгі беттің жоғары сапасы берік және әдемі сәндік жабынының (бояу, хромдау, никельмен қаптау және т.б.) міндетті шарты болып табылады.

#### **Әдебиеттер тізімі**

1. Серова Р.Ф., Рахимова Г.М., Стасилович Е.А., Айдарбекова С.Ж. Исследование физико-механических свойств дисперсно-армированных бетонов // Журнал Эпоха науки. 2018. №14. С. 192-200. DOI 10.1555/2409-3203-2018-0-14-192-200
2. К. К. Мирошниченко. Влияния технологии перемешивания и состава фибробетона на его долговечность и усадку // Современное промышленное и гражданское строительство. 2012. №1. С. 15-20. Том 8. ISSN:1993-3495.
3. Ключев С. В. Высокопрочный фибробетон для промышленного и гражданского строительства // Инженерно-строительный журнал. 2012. № 8. С. 61–66.
4. Wang, J., Ma, Y., Zhang, Y., Chen, W. Experimental research and analysis on mechanical properties of chopped Basalt fiber reinforced concrete Gongcheng Lixue // Engineering Mechanics. 2014. 31 (SUPPL). pp. 99–102.
5. Пухаренко Ю.В., Жаворонков М.И., Пантелеев Д.А. Совершенствование методов определения силовых и энергетических характеристик трещиностойкости фибробетона //

Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 3. С. 301–310. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.3.301-310.

6. Krupnik L.A, Yelemessov K.K, Bortebayev S.A, Baskanbayeva D.D., Studying fiber – reinforced concrete for casting housing parts of pumps // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. ISSN 1729-3774. 6/12. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.151038>.

7. L. Krupnik, K. Yelemessov, B. Beisenov, D.Baskanbayeva, E.Sarybaev., Use of air bellows for low-speed drive mechanisms // International Journal of Scientific & Engineering Research. 2018. Volume 9. Issue 11. pp.1106-1112. ISSN 2229-5518.

**Игбаева Акжаркын Есентаевна, Басканбаева Динара Джумабаевна,  
Елемесов Касым Коптлеувич**

#### **Отработка технологии изготовления форм для литья корпусных деталей**

**Аннотация.** В работе приведена технология получения оснастки, т.е. матриц. Матрицы используются в серийном производстве, что значительно удешевляет технологический процесс производства корпусных деталей из композиционных материалов и их точность позволяет исключить дальнейшую механическую обработку. Представлены технические характеристики получения образцов деталей и их технология литья. Также, рассмотрены вопросы внешней оценки качества и точности отлитых образцов, полученные на основе заводских положений.

**Ключевые слова:** Матрица, оснастка, литье, силикон, корпусная деталь, качество отливки.

**Igbayeva Akzharkyn Yesentaevna, Baskanbayeva Dinara Dzhumabaevna,  
Yelemessov Kassym Koptleuovich**

#### **Development of technology for manufacturing molds for casting body parts.**

**Abstract.** The paper presents the technology for obtaining tooling, i.e. matrices. The matrices are used in mass production, which significantly reduces the cost of the technological process of manufacturing body parts from composite materials and their accuracy allows you to exclude further mechanical processing. The technical characteristics of obtaining samples of parts and their casting technology are presented. Also, the issues of external evaluation of the quality and accuracy of cast samples obtained on the basis of factory regulations are considered.

**Keywords:** Matrix, tooling, casting, silicone, body part, casting quality.

УДК 622.271.4.

**Д.Е. Крамсаков**

*Научный руководитель: И.Н. Столповских, доктор технических наук, профессор,  
ассоциированный профессор  
Satbayev University, г. Алматы  
kramsakov.d@gmail.com*

### **ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩАТЕЛЬНО-ПОДАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА КАРЬЕРНОГО БУРОВОГО СТАНКА**

**Аннотация.** Приведены результаты исследований по обоснованию и выбору динамических параметров вращательно-подающего механизма карьерного бурового станка при бурении взрывных скважин в сложно структурных горных массивах.

**Ключевые слова:** бурение, карьер, геологоразведка, буровые агрегаты, вращатель.

В настоящее время в шахтах и на карьерах Республики Казахстан подготовка горных пород к выемке осуществляется буровзрывным способом. При этом до 70 – 80% объемов бурения выполняется шарошечными станками. Затраты на буровые работы составляют до 30% всех затрат, приходящихся на одну тонну полезного ископаемого. При бурении взрывных скважин в сложно структурных горных массивах одним из основных недостатков, присущих шарошечному способу бурения, остается повышенная вибрация бурового става, что вынуждает машинистов эксплуатировать станки на режимах, заниженных по сравнению с паспортными. Одним из основных резервов повышения эффективности работы буровых шарошечных станков является интенсификация режимов бурения, чему значительно

препятствуют вибрация и динамические нагрузки, возникающие в процессе бурения. Известны различные устройства для снижения динамических нагрузок в элементах буровых станков (как в шпиндельной, так и патронной схемах), в частности система автоматического управления режимами бурения по уровню нагрузки; над долотные и над штанговые амортизаторы; стабилизаторы бурового става. Применение этих устройств снижает вибрации в элементах бурового станка. Однако они не нашли широкого применения из-за низкой эффективности и надежности. Создание карьерных буровых станков нового технического уровня, превосходящих существующие отечественные и зарубежные модели, может быть достигнуто за счет создания карьерных буровых станков с инновационным вращательно-подающим механизмом, обеспечивающим статические, динамические и предохранительные свойства. Поэтому разработка комплекса научно-технических мероприятий для обоснования и выбора динамических параметров вращательно-подающего механизма карьерного бурового станка, в зависимости от изменения в процессе бурения длины и, соответственно, жесткости и момента инерции бурового става, является актуальной научной задачей [1].

В процессе работы станка с вращательно-подающим механизмом (ВПМ) патронного типа его став помимо продольных и поперечных колебаний, которые обуславливают его устойчивость, подвергается крутильным колебаниям, параметры которых определяются, в основном, крутильной жесткостью шестигранного шпинделя и бурового става, а также электромеханическими характеристиками привода вращателя. При этом если одна из собственных частот динамической системы приводов ВПМ близка или совпадает со случайной или детерминированной, частотой составляющей спектра внешнего возмущающего воздействия, возможно возникновение резонансных явлений, которые приводят к повышенным нагрузкам, выходу из строя и преждевременному износу элементов металлоконструкций станка.

Во избежание подобных явлений машинист бурового станка вынужден работать на нерациональных режимах проходки скважины, снижающих эксплуатационную производительность станка.

Важным направлением в работах по совершенствованию вращательно-подающего механизма буровых станков патронного типа является введение в гидравлическую схему механизма подачи аккумуляторов, позволяющих существенно снизить уровень вибраций станка и добиться осуществления бурения на форсированных режимах.

Гидроаккумуляторы с эластичной камерой обладают абсолютной герметичностью, быстродействием и почти полной безинерционностью, возможностью оперативного регулирования жесткости за счет изменения зарядного давления газа -  $p_0$  в их газовых полостях и демпфирования за счет рассеивания энергии рабочей жидкости при прохождении через дроссель установленный на входе в аккумулятор. [2]

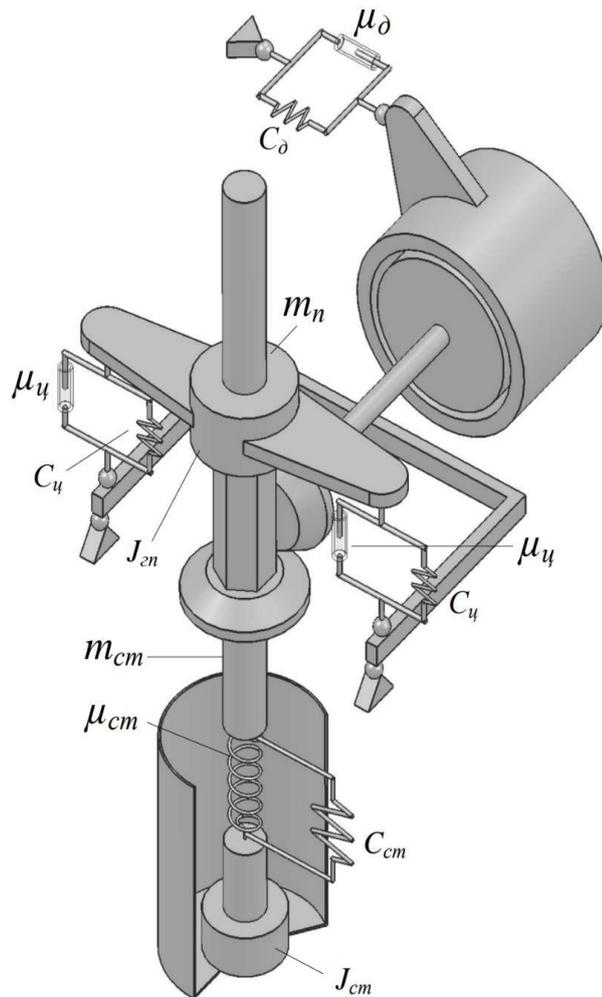


Рисунок 1 – Принципиальная динамическая модель вращательно – подающего механизма бурового станка

Система подачи бурового станка, принципиальная динамическая модель вращательно-подающего механизма бурового станка (приведенная на рисунке 1) включает силовые гидроцилиндры для сообщения гидравлическому патрону поступательного движения на забой, обеспечивающие при бурении требуемое осевое усилие на долото. Каждая штоковая полость гидроцилиндра – ГЦ связана с нагнетательной магистралью насосной установки станка и через предохранительный клапан – КПП с гидробаком, а каждая поршневая полость гидроцилиндра – ГЦ соединена посредством регулятора расхода – Др1 с гидробаком.

Если принять, что сопротивление пропорционально скорости, а на колеблющийся буровой став действует периодический крутящий момент -  $M_0 \sin \omega t$ , то дифференциальное уравнение движения става имеет вид:

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} + 2n \frac{d\varphi}{dt} + \omega_{свр}^2 \varphi = \frac{M_0}{J} \sin \omega t, \quad (1)$$

где  $\varphi$  – угловая обобщенная координата деформации бурового става, рад;

$J$  – приведенный к буровому ставу суммарный динамический момент инерции вращателя и става,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;

$\omega_{свр}$  – собственная частота крутильных колебаний бурового става, рад/с.

Общее решение этого уравнения состоит из суммы решения однородного уравнения (уравнения (1) при  $\frac{M_0 \sin \omega t}{J} = 0$ ) и частного решения уравнения (1):

$$\varphi = e^{-n_1 t} (C_1 \cos \omega_1 t + C_2 \sin \omega_1 t) + M \sin \omega t + N \cos \omega t, \text{ рад} \quad (2)$$

где  $C_1$  и  $C_2$  – произвольные постоянные, определяемые начальными условиями движения, а  $M$  и  $N$  – постоянные величины;

$-n_1 t$  – величина характеризующая быстроту затухания колебаний.

Анализ результатов расчетов инерциальных и жесткостных параметров механизма вращения свидетельствует о том, что момент инерции маховых масс приведенный к оси бурового става зависит от глубины бурения скважины (число штанг в скважине), а суммарная крутильная жесткость механизма вращения практически не зависит от числа штанг в буровом стае и положения гидропатрона, относительно шестигранного шпинделя.

Подключение аккумулятора к штоковой полости гидроцилиндра увеличивает податливость гидросистемы механизма подачи бурового станка более чем на 25% и не зависит от глубины бурения (числа штанг). [2]

Результаты анализа интегральных значений величин суммарной жесткости заводской и инновационной систем подачи бурового става вращательно-подающего механизма бурового станка ЗСБШ-200-60 в зависимости от суммарной подвижной массы –  $m$  и глубины бурения (числа штанг) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Глубина бурения/ число штанг, м/ед.	Суммарная подвижная масса – $m$ вращательно-подающего механизма, $\cdot 10^3$ кг	Осевая жесткость конструкции механизма подачи, $10^3$ Н/м	
		заводской	инновационный
12/2	5,117	0,343	0,274
17-22/3	6,822		

### Заключение:

1. Предложена принципиальная гидравлическая схема инновационной системы подачи вращательно-подающего механизма бурового станка позволяющая существенно снизить уровень вибраций станка в режиме «бурение» и повысить уровень адаптации бурового станка к динамическим нагрузкам при бурении вертикальных и наклонных скважин.

2. Установлено, что эксплуатация бурового станка ЗСБШ-200-60 с инновационной системой подачи при бурении скважины глубиной 12 метров (двумя штангами) приводит к снижению коэффициента динамичности с 2,72 до 2,48 (на 9,67%) и с 2,59 до 2,20 (на 17,72%) при бурении скважины глубиной 17-22 метра тремя штангами.

### Литература:

1. Кутузов Б. Н., Шмидт Р. Г. Шарошечное бурение скважин на карьерах и пути повышения его эффективности. М., Недра, 2016, 122 с.

2. Подэрни Р. Ю. Механическое оборудование карьеров: Учебник для вузов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2007. – 680 с.: ил. (ГОРНОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ) ISBN 978-5-7418-0467-4 (в пер.)

**Крамсаков Д.Е., И. Н. Столповских**

**Тау-кен қазу бұрғылау қондырғысының айналмалы қоректену механикасының негіздемесі мен динамикалық өлшемдерін тандау**

**Аңдатпа.** Күрделі құрылымды тау жыныстарының массивтерінде жарылыс саңылауларын бұрғылау кезінде карьер бұрғылау қондырғысының айналмалы беріліс механизмінің динамикалық параметрлерін негіздеу және тандау бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

**Түйінді сөздер:** бұрғылау, карьер, геологиялық барлау, бұрғылау қондырғылары, ротатор.

**Kramsakov D.Y., I. N. Stolpovskikh**

**Justification and selection of dynamic parameters of the rotary-feeding mechanism of a mining drilling rig**

**Annotation.** The results of studies on the substantiation and selection of the dynamic parameters of the rotary-feed mechanism of a quarry drilling rig when drilling blast holes in complex-structured rock massifs are presented.

**Keywords:** drilling, quarry, geological exploration, drilling units, rotator.

УДК 656.025.4

**Д.Е.Кыдырбекова**

*Научный руководитель - Г.С. Муханова, ассоциированный профессор, к.т.н., доцент*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[dana.09.23.2000@gmail.com](mailto:dana.09.23.2000@gmail.com)*

## **ВЛИЯНИЕ COVID-19 НА ГЛОБАЛЬНЫЕ ЦЕПИ ПОСТАВОК**

***Аннотация.** COVID-19 нарушил цепи поставок по всему миру. Они также были жизненно важным средством поддержки ответных мер, обеспечивая доставку основных медицинских материалов, продуктов питания и других предметов первой необходимости туда, где они больше всего нужны. Нет сомнений в том, что пандемия стала проверкой изобретательности, устойчивости и гибкости руководителей цепочек поставок во всем мире, поскольку они стремились поддерживать важнейшие операции. В статье проведен обзор публикации, где выявляются влияние пандемии на глобальные цепи поставок и какие приняты меры по улучшению ситуации в их деятельности. Какие инновационные решения были предприняты в этом направлении какие факторы могут повлиять на дальнейшее развитие логистики и цепи поставок.*

***Ключевые слова:** Логистика, пандемия, цепь поставок, технологии, адаптация.*

Логистические фирмы, которые участвуют в перемещении и хранении потока товаров, напрямую пострадали от пандемии COVID-19. Являясь неотъемлемой частью производственно-сбытовых цепочек как внутри, так и за рубежом, логистические фирмы содействуют торговле и коммерции и помогают предприятиям доставлять свою продукцию клиентам. Таким образом, сбои в цепи поставок в секторе, вызванные пандемией, повлияли на конкурентоспособность, экономический рост, и создание рабочих мест. Ведущие игроки испытали сильное влияние: в апреле и DHL, и CEVA Logistics объявили о форс-мажорных обстоятельствах - положение, позволяющее объявлять контракты недействительными из-за стихийных бедствий или других непредвиденных обстоятельств - во всех своих контрактах из-за COVID-19

Первыми воздействие COVID-19 почувствовали в Китае из-за той роли, которую он играет в мировом производстве (особенно важную роль играет город Ухань, где находился эпицентр пандемии –так как там представлены более 100 фирм из списка Fortune Global 500). Китай также является крупным потребителем мировых товаров и сельскохозяйственной продукции.

Сбои производства в Китае оказали влияние на глобальные цепи поставок. Грузы задерживались в основных контейнерных портах Китая, ограничения на поездки привели к нехватке водителей грузовиков для приема контейнеров, а морские перевозчики отменили (или заблокировали) рейсы. Возникшие трудности в Китае повлияли на производственные операции за рубежом. Пострадали основные отрасли промышленности по всему миру, включая автомобилестроение, электронику, фармацевтику, медицинское оборудование и расходные материалы, а также потребительские товары.

Пандемия распространилась на остальной мир, что привело к блокировке и закрытию границ, следовательно, ограничению передвижения товаров. Дополнительные протоколы

(такие как социальное дистанцирование на складах), введенные для обеспечения безопасности рабочих, способствовали возникновению пробок для грузовых перевозок. Например, в Европейском Союзе грузовики выстроились в 37-мильные очереди на шоссе A4 (одном из крупнейших транспортных маршрутов Германии, который простирается от западного города Ахен до Гельрлица на восточной границе с Польшей) после того, как Польша закрыла границу с Германией в середине марта. В Индии изоляция привела к нехватке водителей грузовиков, в результате чего в портах Ченнаи, Камаджарар и Каттупалли скопилось более 50 000 контейнеров.

Влияние пандемии в трех ключевых транспортных сегментах - воде, суше и воздухе:

- Морские перевозки: общий объем контейнерных перевозок в китайских портах упал на 10,1 процента в первые месяцы 2020 года. Существенные ограничения морских грузоперевозок по всему миру, сказались на обоих ключевых экспортерах, таких как Бразилия, Китай, Индия и Мексика, а также импортеры вроде Евросоюза. Слабый спрос повлиял на маршруты между Азией и Европой, США и Латинской Америкой. Следовательно, произошли дополнительные пустые отгрузки.

- Наземные перевозки: В отличие от морского и воздушного транспорта, наземный транспорт в целом оставался частично доступным во всем мире, поскольку дороги продолжали работать, за исключением стран, находящихся в условиях строгой блокировки. Грузоподъемность наземных перевозок были ограничены из-за дополнительного спроса на транспортировку продуктов питания и медицинских товаров помимо этого количество сотрудников ограничено в связи с пандемией, что привело к более высоким ставкам. Другие секторы экономики, которым требуется наземный транспорт, например, производство, не были загружены на полную мощность из-за блокировки. В результате на некоторых рынках упали ставки автомобильных перевозок. Спрос на железнодорожные услуги вырос из-за более высоких тарифов на грузовые авиаперевозки, холостых рейсов и увеличения времени в пути для грузовиков.

- Воздушные перевозки: Ковид отрицательно повлиял на авиацию. Мы десятилетиями видели, как летают самолеты, но из-за того, что аэропорты были закрыты, например, в Казахстане и других странах, большинство логистических цепей были прерваны. И сейчас компании работают над реструктуризацией этих цепей, а также созданием новых возможностей и разработки новых технологий. Объемы авиаперевозок упали на 19 процентов в марте 2020 года из-за резкого сокращения пассажирских рейсов и спада производства в Китае. Однако по мере того, как грузоотправители и правительства прибегали к авиаперевозкам для доставки товаров первой необходимости, тарифы на авиаперевозки увеличивались. В середине апреля 2020 произошло увеличение пропускной способности, а также восстановление объемов транспортировки (хотя они по-прежнему оставались ниже по сравнению с аналогичным периодом прошлого года).

Сбои в цепочке поставок и блокировки сказались на логистических компаниях. Эксплуатационные ограничения привели к задержкам доставки, заторам и более высоким фрахтовым ставкам. Однако не все сегменты были затронуты одинаково - компании, обслуживающие электронную коммерцию, наблюдали рост активности, поскольку потребители выбирают онлайн-покупки предметов первой необходимости, в то время как те, которые обслуживают другие сектора (такие как автомобили и потребительские товары), испытали спад.

Произошел естественный отбор. Слабые предприятия серьезно пострадали. В РК 15% компаний ушли с рынка, а сильные компании, такие как “Glovo”, “Wolt”, “Яндекс Еда” выросли. Эти компании сумели быстро адаптироваться под ситуацию, так как в продуктовой промышленности всегда есть и будет спрос. Гибкость и творческий подход будут очень важны для выживания. Помимо этого, Индустрия холодной цепочки возрастет.

По большей части правительства отреагировали на кризис, обозначив порты, судоходство и автотранспортные услуги как необходимые - и, таким образом, освободили от мер изоляции. Например, правительство Индии разрешило перемещение грузов через порты и транспортировку товаров первой необходимости. Хотя многие аэропорты по всему миру закрыты для пассажирских рейсов, большинство из них по-прежнему открыты для грузовых перевозок, что имело важное значение для реагирования на COVID-19 (например, для перевозки предметов медицинского назначения).

Государственная поддержка в период кризиса очень важна. Государство в основном предоставляло займы, но данная поддержка была не значительной. Поэтому компаниям пришлось справляться самим. Благодаря этому они стали более открытыми и гибкими, создавали альянсы, маленькие компании объединились вместе создавали не большие союзы, объединения, холдинги что бы выжить.

Ковид дал почву для развития технологий, например, системы цифровых платежей, дополнительные технологии теле присутствия, нано технологии, автономные машины, дроны, другие автоматизированные системы. Мы видели испытания данных технологий, но не видели их в реальном использовании.

Повышенная нагрузка на инфраструктуру и необходимость транспортировки, показала, что странам необходимо развивать дополнительную инфраструктуру для хранения и транспортировки. Государствам следует обратить внимание, и начать инвестировать в развитие инфраструктуры для обеспечения продовольственной поставки.

Логистические компании приняли ряд мер по устранению неопределенности, в том числе:

а. Новые протоколы безопасности: чтобы защитить здоровье своих сотрудников, некоторые компании ввели новые протоколы по социальному дистанцированию на складах, дезинфекции рабочих зон или предоставлению защитного снаряжения. Однако эти усилия, требующие более высоких финансовых затрат, не могут гарантировать защиту от вспышек на закрытых складах. Адаптация предлагаемых услуг к текущему спросу и протоколам безопасности. Например, в феврале UPS предоставила бесплатный воздушный транспорт для двух миллионов масок и защитного снаряжения в Ухань. Компании также приспособляются к спросу. Склады и розничные торговцы сосредоточились на доставке продуктов, и предлагают варианты бесконтактной доставки (некоторые из которых включают роботов)

б. Альтернативные виды транспорта: многие компании используют творческие альтернативы своим обычным видам транспорта. Поскольку сокращение пассажирских рейсов привело к снижению грузоподъемности салона самолета, такие компании, как DHL, использовали чартерные рейсы для перевозки грузов в Китай и из Китая. Авиакомпании также переоборудовали пассажирские самолеты под грузовые.

На восстановление и долгосрочное воздействие пандемии на логистику могут повлиять следующие адаптации и факторы:

- Увеличенная грузоподъемность грузовых авиаперевозок. Авиакомпании уже перераспределяет флот исключительно для удовлетворения спроса на грузовые авиаперевозки.

- Увеличение количества проверок грузов и протоколов трансграничного контроля: правительства отреагировали на кризис временными торговыми эмбарго и ограничениями на экспорт чувствительных грузов (таких как предметы медицинского назначения, фармацевтические препараты). В более долгосрочной перспективе затраты на логистику могут возрасти из-за ужесточения трансграничных процессов и контроля, подпитываемых опасениями по поводу передачи заболеваний.

- Развитие технологий и электронной коммерции: логистика переживает революцию, вызванную технологиями. Компании с надежными цифровыми возможностями, которые

позволяют им обеспечивать видимость / отслеживание грузов и вести бизнес в Интернете, имеют преимущество. Это повлекло за собой инвестиции в такие технологии, IoT, облачные вычисления, автоматизация и анализ данных. В долгосрочной перспективе робототехника, дроны и автономные транспортные средства могут снизить подверженность поставщиков логистических услуг нехватке рабочей силы.

- Реконфигурация глобальных производственно-сбытовых цепочек: пандемия выявила уязвимость расширенных и сложных производственно-сбытовых цепочек перед сбоями производства, особенно в Восточно-Азиатско-Тихоокеанском регионе. В качестве реакции многие из этих цепочек поставок могут сократиться или диверсифицироваться за счет использования альтернативных партнеров (например, ближнего шоринга) или активизации усилий по возвращению домой (например, повторного использования) стратегических цепочек создания стоимости. Сокращение цепочек поставок может принести пользу странам с развитыми производственными секторами и выгодной экспортной политикой (например, Колумбия, Индия и Мексика), чтобы частично заменить Китай в среднесрочной перспективе. Также может иметь место тенденция к размещению дополнительных складских мощностей или «сухих портов» рядом с центрами спроса, чтобы сократить время доставки товаров на рынок.

- Перспективы восстановления будут различаться в зависимости от страны и подсектора: поскольку логистика - это разнообразный сектор, перспективы восстановления будут варьироваться в зависимости от продолжительности блокировки и продолжительности последующего экономического кризиса. Крупные компании с диверсифицированным бизнесом (например, с несколькими клиентами, обслуживающими разные секторы в разных странах / штатах) будут лучше подготовлены к тому, чтобы выдержать шторм.

Пандемия подчеркнула, подняла и увеличила потребности цепи поставок, важность этих цепей и той роли которую логистика играет в обеспечении продовольственной достаточности в мире. Сейчас продукты очень быстро устаревают, а потребности клиентов стремительно и часто меняются, поэтому компаниям необходимо адаптироваться и быстро принимать решения.

#### **Литература**

1. <https://www.businessinsider.com/coronavirus-europe-borders-shut-trucks-traffic-jam-2020-3>
2. <https://fortune.com/global500/2019/>
3. [https://ru.qaz.wiki/wiki/Fortune\\_Global\\_500#Breakdown\\_by\\_country](https://ru.qaz.wiki/wiki/Fortune_Global_500#Breakdown_by_country)
4. <https://www.thehindubusinessline.com/economy/logistics/over-50000-containers-stuck-at-3-major-ports-in-chennai/article31263262.ece>
5. <https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/dhl-global-forwarding/documents/pdf/glo-dgf-ocean-market-update.pdf>
6. [https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO\\_Coronavirus\\_Econ\\_Impact.pdf](https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf)

#### **Kydyrbekova D.E., Mukhanova G.S. Impact of COVID-19 on global supply chains.**

COVID-19 has disrupted supply chains around the world. But they have also been a vital means of supporting the response, ensuring that essential medical supplies, food and other essentials are delivered to where they are most needed. There is no doubt that the pandemic was a test of the ingenuity, resilience and flexibility of supply chain managers around the world as they strive to support critical operations.

**Key words:** Logistics, pandemic, supply chain, technology, adaptation.

#### **Қыдырбекова Д.Е., Муханова Г.С. COVID-19-нің ғаламдық жеткізілім тізбегіне әсері.**

COVID-19 бүкіл әлемдегі жабдықтау тізбектерін бұзды. Бірақ олар сонымен қатар, маңызды медициналық құрал-жабдықтар, азық-түлік және басқа да қажеттіліктер ең қажетті жерлерге жеткізілуін қамтамасыз ете

отырып, реакцияны қолдаудың маңызды құралы болды. Пандемия бүкіл әлем бойынша жеткізушілер тізбегі менеджерлерінің маңызды операцияларды қолдауға тырысқан кезде олардың тапқырлығын, төзімділігі мен икемділігін сынағаны болды.

**Түйінді сөздер:** Логистика, пандемия, жабдықтау тізбегі, технология, бейімделу.

УДК 621.643.053

**А.Б. Мамышев Т.Д. Карманов**

*Научный руководитель - Т.Д. Карманов к.т.н, ассоциированный профессор*

*Satbayev University, Алматы, Казахстан*

[mamyshevamangeldy@gmail.com](mailto:mamyshevamangeldy@gmail.com)

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕФТИ НА ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ**

**Аннотация:** В данной статье рассмотрено влияние характеристик нефти, то есть свойств парафиновой нефти на транспортировку. Были проанализированы причины снижения пропускной способности трубопроводов. Предложены технические решения для транспортировки сырой нефти с высоким содержанием парафина. Представлен анализ параметров и условия для транспортировки сырой нефти по трубопроводам.

**Ключевые слова:** сырая нефть, парафин, транспортировка нефти, обогрев, температура, текучесть.

Транспортировка нефти по трубопроводам является важным транспортным процессом в нефтяной отрасли Республики Казахстан. В стране 70% транспортируемой нефти относится к нефти с высоким содержанием парафина. Нефть с высоким содержанием парафинов имеет высокую температуру застывания. Исследования показывают, что нагрев сырой нефти имеет большое значение при транспортировке нефти. Следовательно, физические свойства сырой нефти должны быть изменены путем нагревания, чтобы предотвратить образование парафина внутри нефтепровода. Так как, содержание парафина в сырой нефти оказывает большое влияние на транспортировку, то есть снижает текучесть нефти. При трубопроводном транспортировании сырой нефти, когда речь идет о срыве потока нефти и охлаждение нефти ниже точки текучести, происходит гелеобразование всей транспортируемой нефти. По этим причинам необходимо проектировать такие условия эксплуатации нефтепроводов, чтобы температура нефти была выше текучести. Существует ряд технических решений для транспортировки сырой нефти, и одним из обычных решений является транспортировка нагретой нефти. Исходя из этого, в статье представлен анализ параметров транспортировки сырой нефти по трубопроводам.

Анализ транспортировки нефти и нефтепродуктов различными видами транспорта показывает, что транспортировка сырья по трубопроводам наиболее экономична. Годовая пропускная способность – более 67 миллионов тонн. Особенно это заметно при анализе снабжения НПЗ сырой нефтью. [1]

Когда температура транспортируемой сырой нефти постоянна во время течения, то течение является изотермическим. Часто предполагается, что поток изотермичен даже тогда, когда сырая нефть течет вниз под небольшим углом по трубопроводу. Если быть точным, то изменение температуры не происходит за счет хорошо изолированных трубопроводов, независимо от того, является ли температура транспортируемого сырья выше или ниже окружающей среды.

Сырая нефть и ее более тяжелые фракции представляют собой высоковязкие жидкости, которые не всегда можно транспортировать по трубопроводам без предварительного подогрева. Самые твердые фракции сырой нефти находятся в твердом состоянии даже при температуре окружающей среды. В результате требуется высокое давление для транспортировки сырой нефти по трубопроводам на относительно небольшие расстояния.

При увеличении температуры сырой нефти происходит уменьшение вязкости, следовательно, уменьшение падения давления из-за потерь на трение. В таблице 1 приведены основные характеристики нефтепровода [2].

Таблица 1 - Характеристики нефтепровода

Диаметр трубопровода, мм	Длина трубопровода, м	Вязкость, м <sup>2</sup> /с	Пропускная способность, т/ч	Давление, бар	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Температура в начале и в конце трубопровода, °С	Мощность насоса, кВт
100	5000	$55 \cdot 10^{-6}$	25	12,2	950	60/49	18,5
200	20000	$123 \cdot 10^{-6}$	100	26,7	960	59/51	132
300	1550	$18 \cdot 10^{-6}$	600	3,5	875	40/39	110
430	91000	$18 \cdot 10^{-6}$	610	40	875	40/30	1000

Нефть с высоким содержанием парафина характеризуется высокой температурой текучести от 15 до 46°С, в частности оказывает большое влияние на свойство нефти. Установлено, что переход одной модификации парафина в другую сопровождается скачкообразным изменением его физических свойств (плотности, теплоемкости и др.). Разность между температурой плавления и температурой перехода составляет 3–12 °С. Первая модификация парафина, кристаллизуется в форме длинных, напоминающих волокна, кристаллов, вторая – в виде протяженных тонких пластинок. В неискаженном виде эти пластинки имеют очертания ромба, иногда продолговатых шестигранников (Рис. 1).

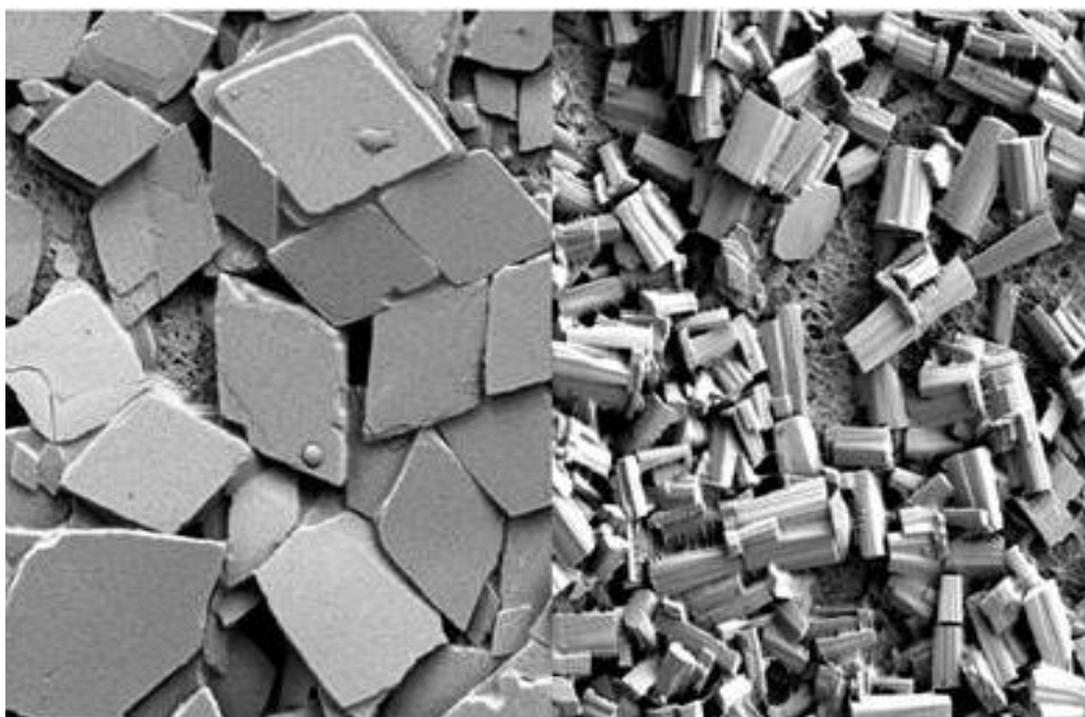


Рисунок 1 - Электронная микроскопия после образования кристаллов

На размеры кристаллов парафина оказывает влияние, как природа самого парафина, так и условия кристаллизации, в частности, вязкость дисперсионной среды, скорость охлаждения и др. С повышением молекулярной массы парафинов размеры кристаллов уменьшаются. Это объясняется уменьшением подвижности молекул. На пути к ранее образовавшимся центрам кристаллизации молекулы взаимодействуют с новообразующимися центрами кристаллизации, и материал оказывается распределенным среди большого числа

центров кристаллизации при меньших ее размерах. Аналогичное влияние на размер кристаллов оказывает вязкость дисперсионной среды. Чем выше вязкость, тем меньше размеры кристаллов. Увеличение скорости охлаждения также приводит к уменьшению размеров кристаллов.

При большой скорости охлаждения растворимость парафина уменьшается быстро, а его концентрация в растворе уменьшается сравнительно медленно. Кристаллизация происходит при высокой степени перенасыщения раствора, когда образуется большое число новых зародышей, и завершается образованием мелких кристаллов.

Известно, также, что смолы и асфальтены, присутствующие в нефти, подавляюще действуют на способность парафинов образовывать кристаллические структуры, что ведет к изменению формы кристаллов. Действие асфальто-смолистых веществ на процесс кристаллизации парафинов проявляется в том, что они легко адсорбируются на гранях кристаллов и препятствуют их росту. При неравномерном поступлении нового строительного материала к различным точкам грани кристалла, что может иметь место, в частности, при быстром охлаждении или значительной вязкости среды, образуются недоразвитые формы: дендритная, сферолитная или смешанная дендритно-сферолитная. Поэтому наличие содержания парафина при пониженных температурах приводит к образованию кристаллической фазы, которая связывает жидкие углеводородные нефти, вследствие чего происходит увеличение вязкости. Влияние количества содержания парафина на температуру текучести сырой нефти приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние содержания парафина на температуру текучести

Содержание n-парафина, (%)	Температура текучести, (°C)
12,7	23
15,4	27
18	29
23	33
29,3	36

Нагрев сырой нефти и ее тяжелых фракций может быть: ранний, непрерывный, комбинированный. Предварительный нагрев применяется при транспортировке сырой нефти и ее тяжелых фракции с низкой температурой плавления парафиновых и смолистых материалов. При предварительном нагреве отопительные приборы входят в состав насосных станций. Когда транспортировка сырой нефти осуществляется зажимными насосами, осуществляется нагрев транспортируемой нефти: на стороне впуска насоса, на стороне впуска и сжатия насоса. Когда транспортировка сырой нефти осуществляется центробежными насосами, нагрев осуществляется со стороны впуска таким образом, чтобы КПД насоса был как можно выше. Центробежные насосы испытываются водой при температуре окружающей среды. При работе с вязкой жидкостью, такой как сырая нефть, их эффективность быстро снижается. Именно по этой причине нагрев сырой нефти на центробежных насосах осуществляется на всасывающей стороне, так как в этом случае вязкость сырой нефти приближается к вязкости воды. [3]

Температура нагрева определяется из условия, что транспортные расходы минимальны. Транспортные расходы включают: инвестиционные эксплуатационные и общие расходы. Когда речь идет об уже построенных трубопроводах, например трубопроводах для выгрузки сырой нефти из мобильных транспортных средств, то температура нагрева сырой нефти определяется из условия минимизации эксплуатационных затрат. К эксплуатационным затратам относятся: затраты на приводную энергию насосов и затраты на вложенную теплоту нагрева сырой нефти от температуры окружающей среды до температуры нагрева. [4]

При нагревании сырой нефти достигается вязкость, что обеспечивает работу насоса в оптимальных режимах. Температура сырой нефти в конце трубопровода должна быть выше на 6-10 °С от температуры плавления парафиновых и смолистых веществ, содержащихся в сырой нефти. Непрерывный обогрев производится на всей длине трубопровода или только на отдельных его участках. Это используется, когда сырая нефть имеет высокую температуру плавления парафинов и смолистых материалов и при транспортировке осуществляется с перерывами.[4]

Непрерывный обогрев выполняется как внутренний, так и внешний. Внутренний обогрев применяется реже, поскольку связан с более высокими затратами на устранение дефектов, возникающих как на трубопроводе, так и на трубопроводе для греющей жидкости.

Внешний обогрев осуществляется двумя способами: теплом греющей жидкости или электронагревателями. Когда трубопровод нагревается теплом теплоносителя, трубопровод для транспортировки сырой нефти и теплоносителя идет бок о бок и защищена общей теплоизоляцией. В данном случае теплоносителем является водяной пар. [5]

В заключение, можно сказать, что свойства нефти и нефтепродуктов оказывают большое влияние на транспортировку, то есть на пропускную способность трубопровода. Также важную роль играет выбранный способ транспортировки нефти и параметры трубопровода

## Литература

1. Егембердиева, С.М., 2009. Потенциал нефтегазового комплекса Республики Казахстан. Гумилева ЕНУ Джеральд.
2. Глушков, А.А., Определение оптимальных параметров перекачки при снижении вязкости нефти с использованием теплового насоса 2005.
3. Толмак Дж., 2016., Технология транспортировки сырой нефти по трубопроводам, Энергетика.
4. Тарчинский В. и Зволанковский М. 1999. Финансовое проектирование, Варшава.
5. Андреев А.Ф., В.Ф. Дунаев и В.Д. Зубарева, 1997. Основы проектного анализа в нефтегазовой отрасли. Москва.

**А.Б.Мамышев, Т.Д.Карманов**

### **Құбыржол көлігіне мұнайдың физикалық әсерін талдау**

**Аннотация:** Бұл мақалада мұнай сипаттамаларының әсері, яғни парафин майының тасымалдауға әсері қарастырылады. Құбырлардың өткізу қабілетінің төмендеу себептері талданды. Құрамында парафин мөлшері жоғары шикі мұнайды тасымалдаудың техникалық шешімдері ұсынылды. Шикі мұнайды құбырлар арқылы тасымалдаудың параметрлері мен шарттарын талдау ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** шикі мұнай, парафин, мұнайды тасымалдау, қыздыру, температура, сұйықтық

**A.B. Mamyshev, T.D. Karmanov**

### **Analysis of the impact of physical characteristics crude oil in pipeline transport**

**Abstract:** in this article, the influence of the characteristics of oil, that is, the properties of paraffin oil on transportation, is considered. The reasons for the decrease in the pipeline capacity were analyzed. Technical solutions for the transportation of crude oil with a high paraffin content are proposed. The analysis of parameters and conditions for the transportation of crude oil through pipelines is presented.

**Keywords:** crude oil, paraffin, oil transportation, heating, temperature, fluidity.

УДК 622.276.56

**Ш.А.Мелдехан, Т.Д. Карманов**

*Научный руководитель - Т.Д. Карманов к.т.н, асоц. профессор*

*Satbayev University, Алматы, Казахстан*

*[shakarim98@mail.ru](mailto:shakarim98@mail.ru)*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СКВАЖИН ПРИ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МНОГОЯРУСНО ЗАЛЕГАЮЩИХ МЕСТОРОЖДЕНИИ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ДЕБИТА НЕФТИ**

*Аннотация:* в статье показан инновационный подход к освоению нефтяных месторождений. Представлены преимущества оснащенных системой одно временно-раздельной эксплуатации многопластовых залежей. Предлагается применять новые агрегаты, чтобы соответствовать всему спектру возможностей в сфере «умных скважин». Разработанное устройство регулирования позволяет изменять характеристики потока без вмешательства в скважину, а использование установки для одно временно-раздельной эксплуатации позволяет контролировать разработку каждого отдельного пласта в многослойном объекте.

**Ключевые слова:** одно временно-раздельная эксплуатация скважины, интеллектуальная скважина, многоярусно залегающие пласты.

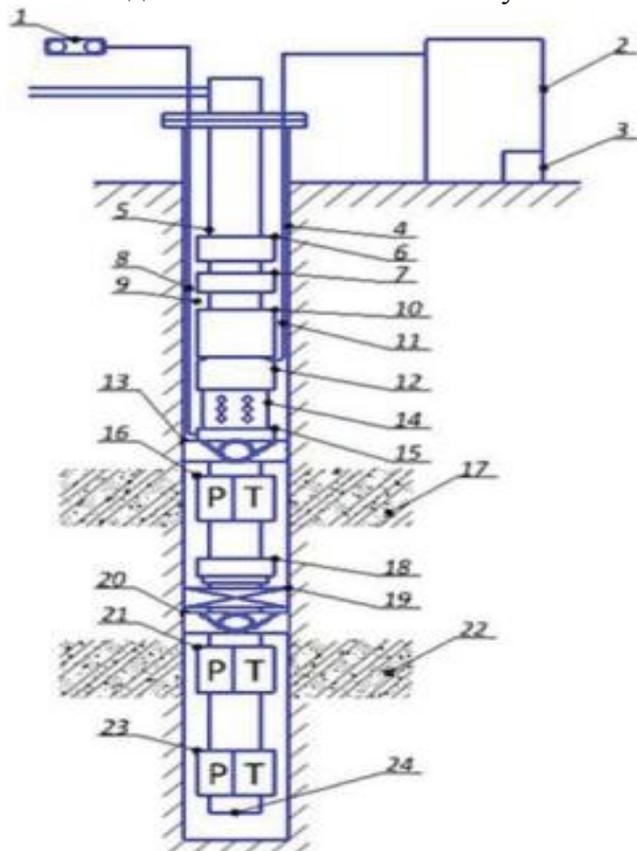
При бурении скважин для многоярусных залежей для каждого отдельного пласта происходит увеличение капитальных затрат на бурение и потеря суммарного дебита на 20-40% [1]. Возможно, удастся объединить слои и эксплуатировать их одной скважинной схемой [3]. Однако, в этом случае пласты должны иметь одинаковое пластовое давление, не вызывающее межформационных перетоков, пластовых температур, пористости и проницаемости, а также обводненности. Одно временно-раздельная эксплуатация пластов одной скважиной применяется при несоблюдении этих условий. Система ОРЭ выполняет важное требование разработки нефтяных месторождений: мониторинг каждого отдельного пласта в многослойном объекте [3]. Современные требования к эффективной разработке пластов и стремление повысить коэффициент нефтеотдачи пластов, а также снизить себестоимость добычи привели к разработке «умных скважин» для многоярусно залегающих пластов, добывающихся одной скважиной.

Несмотря на широкий спектр технических средств, весь комплекс управления для разработки и эксплуатации многослойно залегающих пластов нефти одной скважиной на практике используется редко. В то же время всесторонний мониторинг позволяет своевременно принимать решения, контролировать и поддерживать пластовое давление, что приводит к повышению коэффициента извлечения нефти, экономической эффективности и промышленной безопасности. Таким образом, нефтяные компании, использующие стандартные конструкции технологии одно временно раздельной эксплуатации без интеллектуальных систем мониторинга, не имеют понимания многих особенностей разработки отдельных зон в пределах многослойных пластов. Для обработки учета распределения при одно временно раздельной эксплуатации и соответствия всему диапазону возможностей в сфере «умных скважин» предлагается применять следующие агрегаты (рис. 1).

### **Клапана с электрическим управлением**

Для контроля работы пластов, станция управления подает питание на электродвигатель клапана с электрическим управлением через силовой кабель двигателя. При этом клапан насосно-компрессорной трубы закрывается, давление повышается до фактического значения пластового давления нижнего пласта. Датчик давления, установленный в электрическом клапане, передает данные о давлении в блок приема и обработки. Затем эта информация передается на главный пульт управления скважиной. Таким образом, электроклапан выполняет две функции: первая-измерение нижнего пластового давления пласта при работе насоса; второй-перекрытие потока жидкости из нижнего резервуара. Но есть и минус у данной технологии, а именно клапаны всегда должны быть под электрическим напряжением. Это приводит к случаю использованию двух кабелей питания (для погружного электронасоса

и клапана), что увеличивает риски механических повреждений во время монтажа и демонтажа для технологического обслуживания.



1 - станция управления электрического отсечного клапана, 2- станция управления, 3 - приемно-процессорный блок (логика), 4- скважина, 5-колонна НКТ, 6 - сливной клапан, 7- обратный клапан, 8-кабель питания для запорного клапана, 9 - затрубное пространство, 10-насос, 11- кабель питания погружного электродвигателя, 12- погружной электродвигатель (ЭСМ), 13, 20-штуцер для регулирования потока, 14 - блок телемеханики, 15 – запорный клапан с электроуправлением, 16, 21, 23 - датчики давления и температуры, 17, 22 - пласти, 18 - разъединитель, 19 - пакер, 24- эксплуатационная колонна-хвостовик

Рисунок 1 – Принципиальная схема оборудования ОРД с технологией «умная скважина»

### Клапана с электрическим управлением

Для контроля работы пластов, станция управления подает питание на электродвигатель клапана с электрическим управлением через силовой кабель двигателя. При этом клапан насосно-компрессорной трубы закрывается, давление повышается до фактического значения пластового давления нижнего пласта. Датчик давления, установленный в электрическом клапане, передает данные о давлении в блок приема и обработки. Затем эта информация передается на главный пульт управления скважиной. Таким образом, электроклапан выполняет две функции: первая-измерение нижнего пластового давления пласта при работе насоса; второй-перекрытие потока жидкости из нижнего резервуара. Но есть и минус у данной технологии, а именно клапаны всегда должны быть под электрическим напряжением. Это приводит к случаю использованию двух кабелей питания (для погружного электронасоса и клапана), что увеличивает риски механических повреждений во время монтажа и демонтажа для технологического обслуживания.

### Использование регулируемых штуцеров для каждого пласта

Представленный комплекс отличается от ранее испытанных компанией Schlumberger тем, что помимо электроклапанов имеет устройство для дросселирования жидкости, которое создает разность давления на эксплуатируемом пласте. Каждому диаметру устройства соответствует определенное значение перепада давления, который задается частотным преобразователем УЭЦН. Разнообразие эксплуатационных характеристик пласта обусловлено изменением площади проточной части дросселя. Станция управления подает питание на клапан по силовому кабелю, затем станция управления уменьшает сечение ЗРА с целью уменьшения расхода или дрейфа для повышения производительности пласта-коллектора. Отличительной особенностью дросселя является то, что дроссель прикрывает

поток флюида из пласта, а не отсекает поток из каждого отдельного пласта. Скважины, оснащенные описанным устройством, могут быть полностью автоматизированы с использованием многодатчиковой системы для термогидродинамических испытаний скважин и оперативной передачи данных на станцию управления. Полученные данные из призабойной зоны скважины обрабатываются, интерпретируются в гидродинамическую модель и затем автоматически вычисляется соответствующий перепад давления пластов. Изменяется эксплуатационное состояние скважин. Таким образом, новый уровень производства может быть достигнут за короткий промежуток времени благодаря онлайн-передаче данных, регистрируемых датчиками. Доказано, что такая «умная работа» скважины позволяет изменять характеристики потока без вмешательства в скважину и потенциально увеличивает дебит пластового флюида

#### **Мониторинг призабойной зоны пласта скважины**

Призабойная зона пласта - это часть гидродинамической системы пласта, в которой поток жидкости протекает с большими градиентами скорости, давления и температуры и осложняется тем, что возникают трещиноватые, неоднородные проницаемые зоны, фазовые переходы [1]. В процессе эксплуатации скважины состояние призабойной зоны пласта непрерывно меняется.

Загрязнение пласта частицами скважинной жидкости, называемое засорением, происходит на стадии разработки. В результате появляется новое дополнительное сопротивление, вызывающее снижение производительности. Это сопротивление измеряется ростом гидродинамического параметра - скин-фактора. Значение скин-фактора может быть идентифицировано с помощью кривой нарастания давления, как результат испытания в нестационарном режиме.

Фиксация коэффициента повреждения каждого слоя может быть показана с помощью динамической обзорной кривой установившегося режима (диаграмма 1).

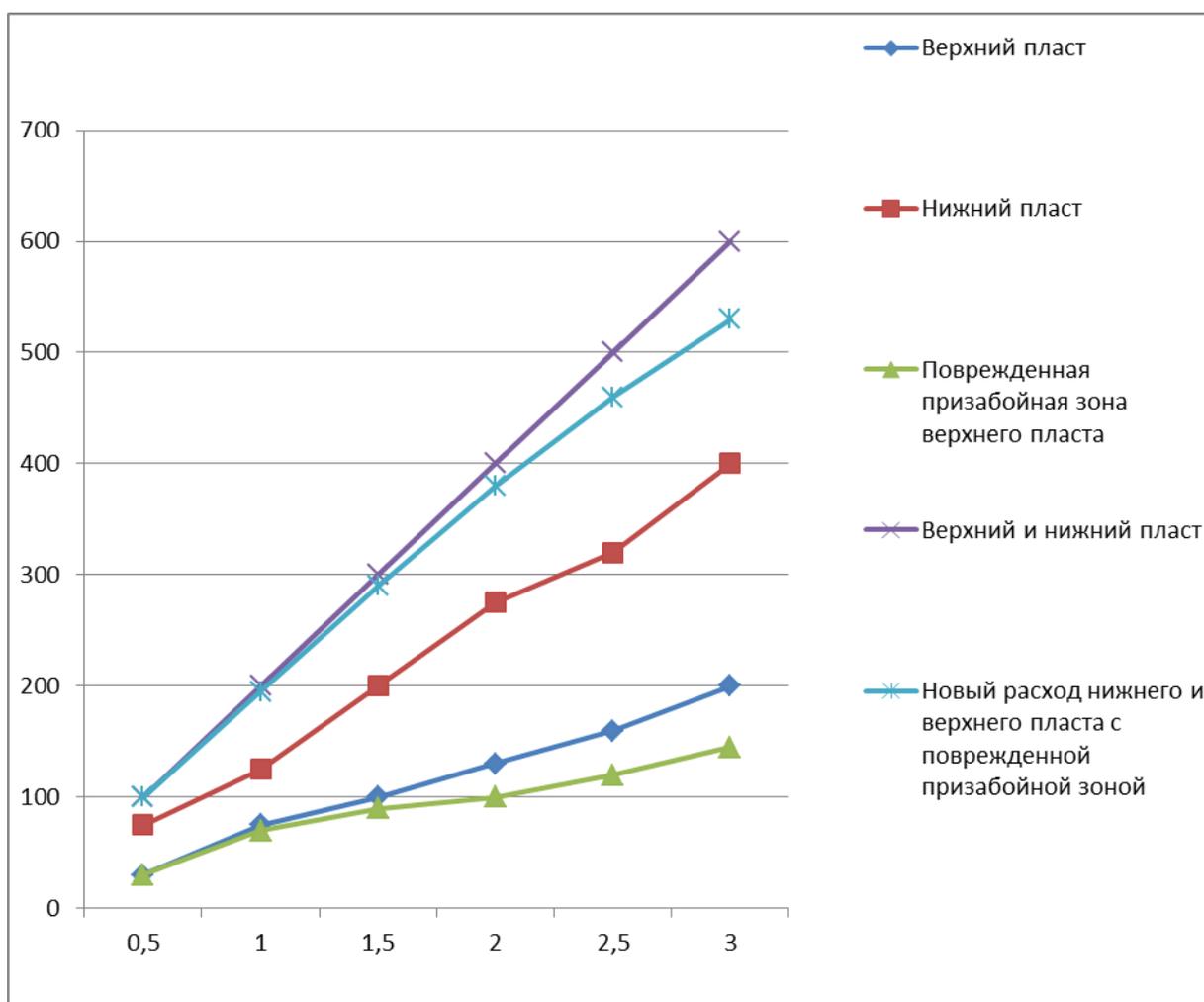


Рисунок 1 - Кривая зависимости дебита скважины от перепада давления, (Schlumberger, “Smart well project”)

Спад линии на диаграмме показывает снижение дебита каждого пласта и всей добычи скважины. При повреждении призабойной зоны пласта, датчики давления и температуры передают данные на станцию управления для оценки расхода методом термогидродинамических испытаний. Предложенный инструмент позволит автоматически выбрать наиболее подходящий диаметр запорно-регулирующего устройства. После отслеживания снижения дебита по сравнению с начальным значением выполняется автоматический выбор для наращивания.

## Литература

1. В.М.Строганов, Д.М.Понамарев, А.М.Строганов. Интеллектуальное месторождение: инновационные технологии от скважины до магистральной трубы. Сборник докладов - Сочи, Краснодарский край, 2017г. - 43-53с.
2. Березовский Д.А. Технологии и принципы разработки многопластовых месторождений: методическое пособие - Краснодар, 2018г.: - 18с.
3. Киселев Е.А. Работа совместной скважины для многопластовой залежи, магистерская диссертация, УДК 552.08 -Тюмень 2016г. -93с.
4. J.H. Chris Chen, N.M.Azrul, B.M.Farris. Intelligent downhole production control improves project economics, lower risks.: article – Schlumberger, may 2012.: pg-39-46.

M.A Shakarim, T.D Karmanov

**Application of smart well technology for simultaneous-separate operation of multi-tiered fields in order to increase oil production**

**Abstract.** The article shows an innovative approach to the development of oil fields. The advantages of multilayer deposits equipped with a system of simultaneous and separate operation are presented. It is proposed to use new units to meet the full range of capabilities in the field of "smart wells". The developed control device allows changing the flow characteristics without interfering with the well, and the use of the installation for simultaneous-separate operation allows controlling the development of each individual layer in the multilayer object.

**Key words:** dual completion, smart wells, multi-tiered fields

М.А Шакарим, Т.Д Карманов

**Мұнай өндіруді ұлғайту мақсатында көп деңгейлі кен орындарын бір уақытта бөлек пайдалануға арналған ақылды ұңғыма технологиясын қолдану**

**Аннотация.** Мақалада мұнай кен орындарын игерудің инновациялық тәсілі көрсетілген. Бір уақытта және бөлек жұмыс жасау жүйесімен жабдықталған көп қабатты депозиттердің артықшылықтары көрсетілген. «Ақылды ұңғымалар» саласындағы барлық мүмкіндіктерді қанағаттандыру үшін жаңа қондырғыларды пайдалану ұсынылады. Өзірленген басқару құрылғысы ағын сипаттамаларын ұңғымаға кедергі келтірмей өзгертуге мүмкіндік береді, ал қондырғыны бір уақытта бөлек пайдалану үшін пайдалану көп қабатты объектідегі әрбір жеке қабаттың дамуын басқаруға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер.** бір мезгілде-бөлек пайдалану, интеллектуалды ұңғымалар, көп деңгейлі қабаттар

ӨОЖ 621.67

**Меңдіғалиева Г.Т., Қуандықов Т.А.**

*Ғылыми жетекшісі – Қуандықов Т.А., директор орынбасары*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қаласы*

[Gmendigalieva0999@gmail.com](mailto:Gmendigalieva0999@gmail.com)

**ӨЗЕН КЕН ОРНЫ ЖАҒДАЙЫНДА БАТЫРЫЛАТЫН ЭЛЕКТРЛІК ОРТАДАН ТЕПКІШ СОРАПТАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ БОЙЫНША ІС-ШАРАЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӨЗІРЛЕУ**

**Аңдатпа:** Қазақстанның кен орындары әртүрлі және күрделі, көпшілігі игерудің соңғы сатысында, өндірілуі қиын қорлармен және мұнай алудың төмен коэффициенттерімен сипатталады. Сондықтан бұл кен орындарында қабаттың мұнай қайтарымын арттырудың тиімді әдістерін іздеу және іске асыру проблемасы ерекше өзекті болып табылады.

Өзен кен орны игерудің соңғы сатысында тұрған, өндірілуі қиын және мұнай алу коэффициенті төмен кен орындарының бірі болып саналады. Бұл мақалада Өзен кен орны жағдайында батпалы электрлі ортадан тепкіш сорапты қондырғыларымен жұмыс істейтін ұңғымалардың құрылымы мен оңтайлы параметрлерін жобалау әдістемесі көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** Мұнай-газ саласы, мұнай өңдіру, ұңғыма, сорап, Өзен мұнай-газ кен орыны, ортадан тепкіш сорап.

**Өзен кен орны** Оңтүстік Маңғышлақтың дала бөлігінде орналасқан және Қазақстан Республикасы Маңғыстау облысы Қаракия ауданының құрамына кіреді. Өзен кен орны күрделі геологиялық құрылымымен және мұнайдың ерекше қасиеттерімен, яғни парафин мен асфальт-шайырлы компоненттердің жоғары болуымен сипатталады.

Өзен кен орнын игерудің бастапқы кезеңінде батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларымен ұңғымаларды пайдаланудан бас тартуға тура келді. Мұның себебі жер асты жөндеулерін өндіруді қиындататын мұнай құрамында парафиннің көп болуы және газдың сораптардың жұмысына теріс әсер етуі болды. Кен орнын игерудің соңғы кезеңінде өнімнің сулану деңгейі өскендіктен ұңғымадағы парафинизациясымен және газ құрамымен

байланысты асқынулар төмендеді, және батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды қолдану айтарлықтай тиімді болып шықты.

Батпалы электрлік ортадан тепкіш сорап қондырғыларымен ұңғымаларды пайдалану қазіргі уақытта Өзен кен орнында мұнай өндірудің негізгі тәсілдерінің бірі болып табылады.

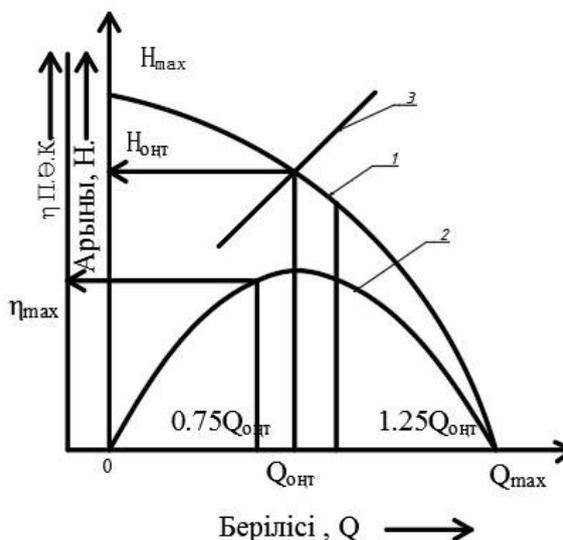
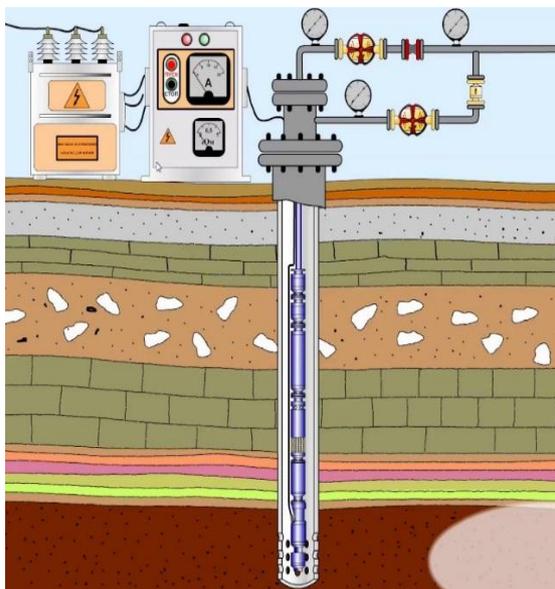
Алайда, мұнай ұңғымаларын механикаландырылған тәсілмен өндіру, оның ішінде батпалы **ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды пайдалану** - жабдықты жөндеуге жұмсалатын елеулі шығындарға әкеліп соқтыруы мүмкін. Бұл сораптардың қымбаттылығы және ауыр жұмыс жағдайларына байланысты олардың салыстырмалы түрде қызмет ету мерзімінің қысқа болуы, сондай-ақ түсіріп-көтеру операциялардың қымбаттылығына байланысты болып табылады. Сондықтан, қазіргі уақытта мақалада қарастырылатын Өзен кен орны жағдайында ортадан тепкіш сораптардың қолданылуына байланысты зерттеу жұмыстары өзекті мәселе болып табылады.

**Электр ортадан тепкіш сорап** ұңғымадағы сұйықтықты өндіруге арналған (1-сурет).

**Сораптың жұмыс принципі:** ротор оған бекітілген дөңгелектермен айналған кезде пайда болатын ортадан тепкіш күшке байланысты сұйықтықты айдау.

**Батпалы ортадан тепкіш сораптар** қазіргі уақытта мұнай ұңғымаларын механикаландырылған пайдаланудың негізгі құралдарының бірі болып табылады. Әлемдік мұнай өндірісінде батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғылардың үлесіне ұңғымалардан өндірілетін мұнайдың 50% -дан астамы және сұйықтықтың 60% -дан астамы тиесілі, және бұл сандар жылдан жылға өсіп келеді.

24.04.2004 ж. бастап Өзен кен орнында көп жылдық үзілістен кейін батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды енгізу қайта басталды. 01.01.2006 жылы батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды пайдалануда 160 ұңғыманы ауыстырды, оның ішінде 50 ұңғыма бұрынғы пайдалану тәсіліне қайтарылды.



Сурет 1 – Батпалы электрлі ортадан тепкіш сорап құрылысы және сораптың гидравликалық сипаттамасы

Өзен кен орының XIII-XVI аймақтарында ұңғымалардың негізгі қоры батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды пайдаланады (82%). Ортадан тепкіш сорапты қондырғылармен жабдықталған ұңғымаларды пайдалану жиі істен шығу және кейіннен жерасты жөндеулерін жүргізу қажеттілігімен қатар жүретіндіктен, ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды дебиттері  $60 \text{ м}^3/\text{тәул}$  астам ұңғымаларда қолдану ұсынылады.

1 Кесте – Батпалы ортадан тепкіш сораптарды пайдаланатын әртүрлі өнімділіктегі Өзен кен орнының ұңғымаларының жұмыс параметрлері және оларды жөндеу себептері

Көрсеткіштер	ОТСҚ-мен жабдықталған ұңғымалар саны, (%)	Ұңғымалардағы жұмыс параметрлері					
		Плунжерлі штангалы сорап арқылы			Ортадан тепкіш сорап арқылы		
		$Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /тәул	$Q_{н}$ , т/тәул	$n_{пв}$ , %	$Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /тәул	$Q_{н}$ , т/тәул	$n_{пв}$ , %
2	3	4	5	6	7	8	9
Барлығы	110 (100)	6305	1342	75	8134	1534	81
Сорап түрлері							
П-125	19(17)	89	13	86	123	17	87
П-80	22(20)	69	15	79	90	20	80
П-60	23 (21)	52	12	77	70	11	84
П-45	29(26)	45	11	77	55	12	79
П-30	17 (16)	35	10	69	36	10	71

Ұсынылған 1-кестедегі мәліметтерден көрініп отырғандай, ортадан тепкіш сорапты қондырғылармен ұңғымаларын пайдалану кезінде қор бойынша дебит орташа есеппен бір ұңғымаға тәулігіне 74 м<sup>3</sup>, мұнай бойынша тәулігіне 14 т, сулану деңгейі 81 %, ал плунжерлі штангалы сорапты қондырғысымен ұңғымаларын бұрынғы пайдалану кезінде орташа алғанда бір ұңғымаға дебит тәулігіне 57 м<sup>3</sup>, мұнай бойынша тәулігіне 12 т, сулану деңгейі 75% құрады. Осылайша, 110 ұңғыманы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларға ауыстыру нәтижесінде ұңғымаға сұйықтық бойынша дебит 17,0 м<sup>3</sup>/тәул, яғни 23% - ға, мұнай бойынша-2,0 т/тәул, яғни 14% - ға өсті, суландыру 6% - ға өсті. Сораптардың өнімділігі бойынша топтастырылған ұңғымалардың жұмысын талдау кезінде П-80, П-125 сораптарымен ұңғымаларды пайдалану ең тиімді екенін көрсетті.

**Батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғыларды тиімді пайдалану шарттарының бірі** – әрбір ұңғыма үшін сораптың, гидроқозғалтқышы бар электр қозғалтқышының, кабельдің, трансформатордың, қолданыстағы жабдық паркінен көтергіш құбырлардың дұрыс таңдалуы және сорапты ұңғымаға ең аз шығындармен "**Ұңғыма–Ортадан тепкіш сорап**" жүйесінің тұрақты жұмыс режимінде сұйықтықты алудың технологиялық нормасын қамтамасыз ететін тереңдікке түсіру.

Сонымен қатар, жүргізілген зерттеулер бойынша Өзен кен орнында ортадан тепкіш сораптарының істен шығуының негізгі себептері анықталды, олар **тұз шөгінділері (72%)** және **кабельдің зақымдануы (23%)** болып табылады. Жоғарыда аталып өткендей, Өзен кен орнындағы ортадан тепкіш сораптардың істен шығуына әсер ететін негізгі фактор – **тұз шөгінділері** болып табылады. Оның негізгі компоненттері: кальций карбонаты, кальций сульфаты және барий сульфаты.

Мұнай кен орындарын игеру кезінде тұз шөгінділері өнімділіктің төмендеуіне, батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғылардың мерзімінен бұрын істен шығуына, ұңғымаларды жоспардан тыс ағымдағы, жерасты және күрделі жөндеуге жұмыстары жүргізілуіне әкелуі мүмкін. Нәтижесінде бұл мұнай-газ өндіруші кәсіпорындардың техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің айтарлықтай нашарлауына әкеледі. Ортадан тепкіш сорап тораптарынан тұз шөгінділерін жою үшін **ұңғымаларды қышқыл композициялармен өңдеу** жүргізілді, бірақ олардың тиімділігі жоғары болмады (тиімділігі 50 %).

Тұз шөгінділерімен күресуде ингибиторлық қорғаныс ең тиімді әдіс болып табылады. Осыған байланысты, батпалы ортадан тепкіш сораптарына **капилляр арқылы тұз тұндыру ингибиторын беру технологиясы** тиімді болғандықтан, енгізу ұсынылады. Батпалы ортадан тепкіш сорапты қондырғысына капилляр арқылы ингибитор беруге арналған мөлшерлегіш станция ұңғыманың сағасына орнатылады (2-сурет).



2 Сурет – Батпалы ортадан тепкіш сораптармен жұмыс істейтін ұңғыманы мөлшерлегіш станциясының көмегімен капилляр арқылы химиялық өңдеу

Соңғы жылдары тұз шөгінділерінің пайда болу мәселесі құрамында күрделі тұз шөгінділері бар ұңғымалар санының күрт өсуіне байланысты шиеленісе түсті. Сонымен қатар, қолдану өзгерген жағдайда қолданылатын ингибиторлардың тиімділігі төмендеуі мүмкін. Көп компонентті құрамдағы тұз шөгінділерінің алдын алуға байланысты жұмыстар қолданылатын әдістерді жетілдіруді және соңғы сатыда мұнай өндіру кезінде мұнай кәсіпшілігі жабдықтарын тиімді қорғауды қамтамасыз ететін жаңа технологияларды әзірлеуді талап етеді.

Бүгінгі күнде батпалы ортадан тепкіш сорап қондырғыларын Өзен кен орындарында одан әрі енгізу перспективалары көп жағдайда жерасты жабдығын күрделі факторлардан (негізінен тұз шөгінділерінен) қорғау жөніндегі техникалық шешімдерді іске асыруға және жабдыққа қызмет көрсету деңгейіне байланысты 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». «Нефтепромысловое дело», №8 1976 г.
3. 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.
4. Отчет НИР «Проведение научно-лабораторных исследовательских работ по подбору химических реагентов против солеотложений, коррозии, АСПО и СВБ», АО «КазНИПИМунайгаз», г. Актау, 2012 г.

**Г.Т. Мендигалиева, Т.А. Куандыков**

**Исследование и разработка мероприятий по повышению эффективности эксплуатации погружных электрических центробежных насосов в условиях речного Узеньского месторождения**

**Аннотация:** Месторождения Казахстана разнообразны и сложны, большинство находятся на завершающей стадии разработки, характеризуются трудноизвлекаемыми запасами и низкими коэффициентами извлечения нефти. Поэтому проблема поиска и реализации эффективных методов повышения нефтеотдачи пластов на этих месторождениях является особенно актуальной.

Узеньское месторождение считается одним из месторождений, находящихся на завершающей стадии разработки, трудноизвлекаемых и имеющих низкий коэффициент извлечения нефти. В данной статье представлена методика проектирования структуры и оптимальных параметров скважин, работающих с электрическими центробежными насосными установками в условиях Узеньского месторождения.

**Ключевые слова:** Нефть и газ, добыча, скважина, насос, электроцентробежный насос, ЭЦН, Месторождения Узень.

**G.T. Mendigalieva, T.A. Kuandykov**

**Research and development of measures to improve the efficiency of operation of submersible electric centrifugal pumps in the conditions of the Uzen oil and gas field**

**Annotation:** Kazakhstan's fields are diverse and complex, most of them are at the final stage of development, characterized by hard-to-recover reserves and low oil recovery rates. Therefore, the problem of finding and implementing effective methods to improve oil recovery in these fields is particularly relevant.

The Uzen field is considered to be one of the fields at the final stage of development, difficult to recover and having a low oil recovery rate. This article presents a methodology for designing the structure and optimal parameters of wells operating with electric centrifugal pumping units in the conditions of the Uzen field.

**Key words:** Oil and gas, oil production, oil well, pump, electric submersible pump, ESP, Uzen field.

УДК 656. 073. 437: 658.78

**Ә.Н. Мұрапбай Б.С. Бейсенов**

*Научный руководитель – Б.С. Бейсенов, к.т.н., ассоциированный профессор*

*Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы*

*[asel\\_1504@mail.ru](mailto:asel_1504@mail.ru)*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРУПНЫХ ФРАКЦИЙ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРБЕТОНОВ**

**Аннотация.** В данной статье представлена исследование влияния крупных фракций на механические свойства полимербетонных смесей. Также поэтапная технология изготовления полимербетонных смесей. Так же показано изменение физико-механических свойств полимербетона в зависимости от процентного содержания применяемых наполнителей, заполнителей и смол.

**Ключевые слова:** технология, полимербетон, композит, физикомеханические свойства.

В настоящее время существует огромный ряд технологий по изготовлению различных изделий для машин и механизмов. Особое внимание в промышленности строительных материалов получила технология на основе композиционных материалов, а именно полимербетоны. Технологи изготовления корпусных деталей с применением полимербетонов исследуются во всем мире. Кафедрой ТМТиЛ Satbayev University предложена идея изготовления корпусов промышленного оборудования, используемого на предприятиях горно-металлургической отрасли и работающих в тяжелых условиях, из полимербетонов и полимерных композитов.

Полимербетоны представляют собой новые эффективные химически стойкие материалы, у которых степень наполнения минеральными наполнителями и заполнителями доходит до 90-95% массы. Эти новые материалы были разработаны советскими учеными. По расходу полимерного связующего, которое составляет всего 5-10% общей массы полимербетона, они стоят вне конкуренции с другими наполненными полимерными композициями. Следовательно, стоимость такого материала сведена к минимуму. При сравнительно небольшом расходе полимерного связующего на единицу массы, полимербетоны обладают высокой плотностью, прочностью, химической стойкостью и многими другими положительными свойствами.

Основные методы испытания образцов из легких и тяжелых полимербетонов направлены на определение:

- а) плотности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости;
- б) кратковременной прочности на сжатие, растяжение и растяжение при изгибе;
- в) призмной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона при кратковременном нагружении;



Рисунок 1 – Формы для изготовления контрольных образцов,



Рисунок 2 - Контрольные образцы на примере состава №5.

Для проведения исследований были изготовлены образцы по три экземпляра одного состава (рис.2) для точности испытания.

При испытания образцов на изгиб были проведены исследования на контрольных образцах – призмах, длиной 160 мм., сечением в средней части 40x40 мм.. Высоту и ширину образца в средней его части измеряли с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм, испытания образцов выполнялись на ручном гидравлическом прессе с максимальным усилием 100 кН. Для проведения исследований была разработана приставка к прессу (рисунок 3), состоящая из стального диска на котором были закреплены два упора из прутка диаметром 10 мм..

Для контроля за параметрами нагружения образцов был использован штатный манометр пресса, а для расчета  $P_{изг}$  измерили диаметр поршня пресса  $d_{порш}$ .



Рисунок 3 – Расположения образца на опорных элементах

С целью испытания образцов на сжатие были проведены исследования на девяти половинках образцов полученных после испытания на изгиб. Испытания образцов выполняли на том же гидравлическом прессе с максимальным усилием 100 кН. Для проведения исследований были использованы нажимные пластинки (рисунок 4).

Предел прочности при сжатии отдельного образца вычислялся как частное от деления величины разрушающей нагрузки (в Н) на рабочую площадь пластинки  $S_{пл}$  (в  $см^2$ ), т.е. на  $4 см^2$ . - как среднее арифметическое значение четырех наибольших результатов испытания шести образцов.

Влажность наполнителей и заполнителей полимербетонов должна быть не более 0,5 ...1 %. Это объясняется тем, что прочность и другие свойства полимербетонов резко падают при использовании влажного заполнителя: тончайший слой воды на частицах заполнителя ухудшает твердение полимерного вяжущего и снижает его адгезию к ним. Поэтому заполнители и наполнители сушились в сушильном шкафу при температуре 80...110°C и обязательно охлаждались перед дозированием до нормальной температуры.



Рисунок 4 – Размещение нажимных пластинок и образцов на прессе

Этапы отливки образцов:

1. Отмеряются фракции состава и закладываются в тару для смешивания.
2. Состав смешивается в течении 2...3 мин.
3. В отмеренный объем смолы заливается отвердитель и смешивается вручную в течении 15...20 с.
4. Смесь смолы и отвердителя заливается в тару с уже смешанной массой и перемешивается в течении 2...3 мин.
5. Готовую смесь закладывают в форму и подвергают вибрационному уплотнению на столе.
6. По мере затвердевания образцы вынимаются и складываются около батареи

отопления (для сушки в течении 72 ч).

В качестве наполнителя использовали кварцевый песок, бутовый камень, а также кварцевую муку (таблица 1).

Таблица 1 - Составы для отливки

Компоненты	% содержание									
	Состав №1		Состав №2		Состав №3		Состав №4		Состав №5	
	%	г.	%	г.	%	г.	%	г.	%	г.
Крупная фракция (2..3 мм.)	56	1120	59	1180	62	1240	65	1300	68	1360
Кварцевый песок	29,5	590	28	560	26,5	530	25	500	23,5	470
Кварцевая мука	14,5	290	13	260	11,5	230	10	200	8,5	170
Итого:	100	2000	100	2000	100	2000	100	2000	100	2000
Эпоксидная смола	15	150	15	150	15	150	15	150	15	150
Отвердитель	0,5	10	0,5	10	0,5	10	0,5	10	0,5	10

Результат наших исследований показали, что самыми прочными являются образцы процентным содержанием крупных фракций 62%. На основании этого, используя данные исследований из таблицы 1, для получения высокой прочности полимербетона, предлагается использовать компоненты с процентным содержанием соответствующим составу № 3.

#### Литература:

1 Автореферат. Прогнозирование механических свойств полимербетон [Электронный ресурс] / Бабин Л.О., 2000. Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/prognozirovanie-mehnicheskikh-svoystv-polimerbetonov>

2 Михайлов К.В., Потуроев В.В., Крайс Р. Полимербетоны и конструкции на их основе/Под ред. В.В.Потуроева. - М.: Стройиздат, 1989. - 304с.

3 Потуроев В.В. Технология полимербетон (физико-химические основы). - М.: Стройиздат, 1977. - 240с.

4 Потапов Ю.Б., Салогуб Л.П., Барабаш Д.Е., Дедов С.В. Определение долговечности полимерных композиций методом дифференциально-термического анализа. Воронежский ЦНТИ. № 97-97. 4 с.

5 Барабаш Д.Е. Надежность полимерных композиций для оперативного ремонта аэродромных покрытий. Воронежский ЦНТИ. № 139-97. 2с

**A. N. Murapbay B. S. Beisenov**

#### **Investigation of the influence of large fractions on the mechanical properties of polymer concrete**

**Annotation.** This article presents a study of the influence of large fractions on the mechanical properties of polymer concrete. There is also a step-by-step technology for the production of polymer-concrete mixtures. It also shows the change in the physical and mechanical properties of polymer concrete, depending on the fillers used and fillers with different resins.

**Keywords:** technology, polymer concrete, composite, physical and mechanical properties

**Ә.Н. Мұрапбай Б. С. Бейсенов**

#### **Ірі фракциялардың полимербетондардың механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеу**

**Андатпа.** Бұл мақалада ірі фракциялардың полимербетондардың механикалық қасиеттеріне әсерін зерттеу ұсынылған. Сондай-ақ полимербетон қоспаларын дайындаудың кезең-кезеңмен технологиясы. Сондай-ақ, қолданылатын толтырғыштар мен әртүрлі шайырлармен агрегаттарға байланысты полимербетонның физика-механикалық қасиеттерінің өзгеруі көрсетілген.

**Түйінді сөздер:** технология, полимербетон, композит, физикомеханикалық қасиеттер

**А.Н.Мырзалы**

*Ғылыми жетекші – М.Б.Тышқанбаева- ассоц. профессор  
Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.  
[ardak\\_myrzaly@mail.ru](mailto:ardak_myrzaly@mail.ru)*

## **АҚТАУ ПОРТЫНЫҢ ЖҮК ӘЛУЕТІНІҢ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫ**

**Аңдатпа.** *Мақалада Ақтау портының инфрақұрылымы, дамуы, жылдық жүк көлемі, өзге елдермен қатынасы талқыланды, сонымен қатар Қазақстан Республикасы экономикасының дамуына қосқан үлесі және 18 инвестициялық жоба іске асырылғаны және 1300 жұмыс орны құрылғандығы, 260.4 млрд өнімін өндірілгені анықталды.*

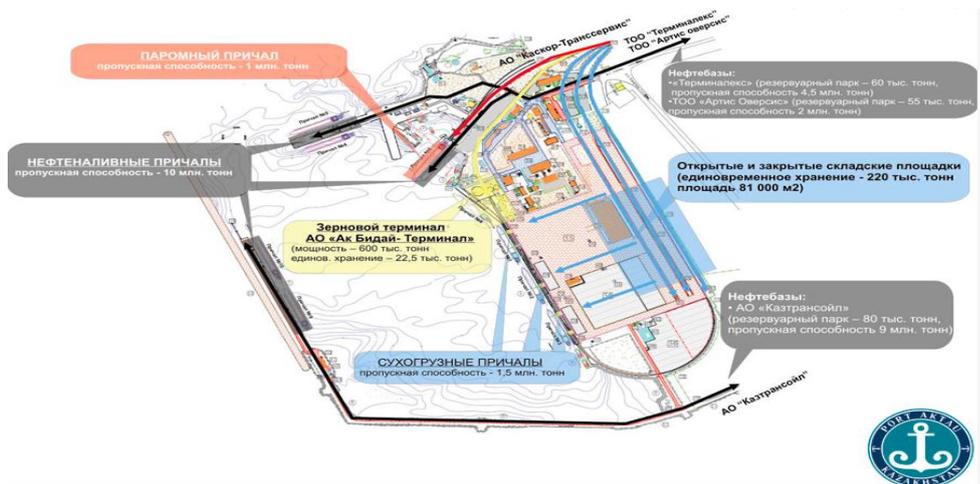
**Түйін сөздер:** *Ақтау порты, инфрақұрылым, инвестиция, «Каспий хаб», габаритті транспорт, транзиттік қойма.*

«ҰК «АҚ Ақтау халықаралық теңіз сауда порты» (бұдан әрі - Ақтау порты) Каспий теңізінің шығыс жағалауында орналасқан және әр түрлі құрғақ жүктерді, шикі мұнай және мұнай өнімдерін халықаралық тасымалдауға арналған. Ақтау порты Қазақстан Республикасы экономикасының дамуына өте маңызды орын алады. Еліміздің үлкен теңізге шығуына мүмкіндік беретін жолдың бірі. «Ақтау теңіз порты» экспортқа бағдарланған және жоғары технологиялы өндірістерді дамыту үшін инвестициялар тарту мақсатында 2002 жылы құрылды. Қазіргі уақытта инвесторлар Қытайдан, Түркиядан, Германиядан, Италиядан, Ұлыбританиядан, Әзірбайжаннан жұмыс істейді. 18 инвестициялық жоба іске асырылды және 1300 жұмыс орны құрылды, 260.4 млрд өнімін өндірді. Бюджетке 23,6 млрд. теңге түсті. (1-сурет)

«Каспий хаб» инфрақұрылымының табысты дамуын арттыру мақсаты жүктерді (құрғақ және контейнер) өңдеу үшін тиімді алғышарттарды қамтамасыз ету.

Ақтау портының жүк өңдеу қуаты - жылына 17,7 млн тонна; оның ішінде паром 2 млн тонна, астық -2 млн тонна, металл - 700 мың тонна басқа тауарлар 600 мың тонна. Төрт арнайы мұнай айлақтары, габаритті транспорт өңдеу үшін жалпы жүк контейнерлер өңдеуге арналған төрт әмбебап құрғақ жүк терминалдары жұмыс істейді. 5-6 млн тонна жүк өңдеу мақсатында астық терминалдары, теміржол паром кешенін пайдаланылады.

Ауыр автокөлік құралдарын ауыстырып тиеу үрдісі өсуде. Стандартты габаритті жүктерді өңдеу операциясы жасалады. Дәстүр бойынша шикі мұнай және астықты ауыстырып тиеу жүзеге асырылады. Өткен жылдың басында «бір терезе» принципі көлік саласы үшін бірегей іске асырылғаннан бері, кейбір тауарларды өңдеуді жеделдету жүзеге асырылды, және ол үрдіс уақыты 12 сағаттан 2,5 сағатқа, яғни 4,8 есеге дейін қысқартылды.



Сурет 1 - Ақтау портының инфрақұрылымы [1]

2020 жылдың қорытындысы бойынша салынған инвестициялардың жалпы көлемі 192,1 млрд. теңгені құрайды, оның ішінде шетелдік инвестициялар көлемі – 166,6 млрд. теңге, өнім өндіру көлемі – 381,4 млрд. теңге болды. Сонымен қатар, 1883 жұмыс орны құрылды, ал салық төлемдерінің сомасы – 42,2 млрд. теңге, экспорт көлемі – 2,2 млрд. теңгеге өсті.

Бүгінгі күні, Ақтау порты қазіргі заманғы көп мақсатты терминал болып табылады, атап айтқанда, оның әрі қарай дамуын қамтамасыз ету үшін мынадай технологиялық мүмкіндіктер бар:

- қазіргі заманауи порт үшін басты элемент - ірі аймақтарда (ашық жерлерде 50000 астам шаршы метр және 6000 шаршы метр жабық транзиттік қойма) контейнер паркін, ауыр салмақты, соның ішінде жүктерді қауіпсіз сақтау, сондай-ақ тиімді басқаруды қамтамасыз ету;

- порттың қайта құрылуы нәтижесінде жалпы және сусымалы жүктерді өндеуге үш әмбебап айлақпен, астықты экспортқа және ауыр салмақтағы жүктерді ауыстырып тиеуге және де «РО-РО» кеме түрін өндейтін, жалпы ұзындығы 550 м және 4 кемені бір мезгілде өңдеу мүмкіндігі бар жаңа айлақтардың берілуі;

- арнайы паромдарда теміржол вагондары үшін бейімделген паромдық кешен іске қосылуы;

- сыймдылығы 12000 тоннаға дейін жететін 4 танкерді бір мезгілде өндейтін төрт мұнай айлақтарының болуы.

- портта жалпы және құймалы жүктерді, сонымен қатар жүктерді контейнерлерде қайта тиеуді қамтамасыз ететін жабдықтардың жаңартылуы.

Нарықтың негізгі субъектілері ірі компаниялар мен жүк тасымалы жүйелері (кәсіпорындар, зауыттар) болып табылады. Порттың қызметі ұйымдардың жұмысын кешенді талдау және экспорт-импортқа бағдарланған және транзиттік жүк ретінде жүк тасымалының мониторинг жасауға бағытталған.

Қазақстанның өз аумағы арқылы транзитпен жүктерді тасымалдау үшін көлік бағыттарын анықтауда басшылық қағидаттары:

- көлік және географиялық тартымдылық;
- тауарлардың кедергісіз өтуін қамтамасыз ететін көлік инфрақұрылымының болуы;
- мемлекеттің экономикалық тиімділігін қамтамасыз ету;
- ұлттық көлік инфрақұрылымын және мемлекеттің бүкіл аймақтарда сұранысын барынша қамтамасыз ету;

- саяси және геосаяси факторлар.

Осыған орай, айта кетсек, Қазақстанның қолайлы географиялық жерінде орналасқан арқасында, сондай-ақ «Ұлы Жібек жолының» қайта жаңғыру кезеңіне байланыты, Оңтүстік

және Батыстан Шығысқа, Солтүстіктен көлік дәліздерін қамтамасыз ету арқылы сауда қатынастарын дамыту үшін перспективалы өңірлерді байланыстыру жалғастыруда. Каспий және Қара теңіз арқылы, Волга, Волга - Дон және Ақ теңіз - Балтық каналы, сондай-ақ Иран бағытында Ақтау порты Еуропа мен Азияның, арасындағы көлік дәліздерінің басты бөлігі болып табылады. Ақтау - Баку (Әзірбайжан) - Поти (Грузия) порттары арқылы тартылған ТРАСЕКА маршруттары қызмет етеді. (2-сурет)



Сурет 2 - Ақтау портына қабысатын көлік дәліздері [3]

Ақтау портының қызметінің көлік дәліздері жүйесіндегі маңызды рөлі ретінде келесі стратегиялық бағыттарды дамыту көзделіп отыр:

- Еуропа - Азия - Еуропа бағытында контейнерлік трафик сарапшылар болжамдар бойынша трансмұхиттық бағытқа шоғырландырылатынын көрсетеді. Негізгі жүк жөнелтушілер теңіз арқылы жүк тасымалына баса назар аударады. Өз кезегінде, Ақтау портында контейнерлік терминалын дамыту арқылы Еуропаға Қазақстаннан транзитпен Қытай мен Оңтүстік-Шығыс Азия елдерінен жүк тасымалының болашағы зор, әрі қарай Әзірбайжан мен Грузия арқылы Еуропаға жаңа жүк ағындарын тарту көзделіп отыр.

- Қазақстан жоғары сапалы асты, өндіруші және экспорттаушы болып табылады, олардың көпшілігі елдің солтүстігінде өсіріледі. Астықтың жылдық экспорты 3-тен 5 млн. тоннаға дейін өзгереді. Порттың аумағында әрекет ететін ЖШС «Ақ Бидай-Терминал» астық терминалының жылына 600 мың тонна бидай өткізу мүмкіндігі бар.

- Паром кешенін толық қалпына келтіру, Ақтау - Баку - Нойшехр паром желісі қамтамасыз ететін қызмет жасап жатқан көлік құралдарын тасымалдау және жолаушылар көлігімен бірге өңделген тауарлардың жалпы көлемін және ассортиментін ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Болашақта теңіз тасымалы нарығы келесі бағыттар бойынша дамиды:

- Иран бағыты - Иран Ислам Республикасындағы экспорттық-импорттық жүктермен тікелей су қатынасын дамыту және Парсы шығанағы елдеріне транзит жөнелту;

- Ресей бағыты - РФ порттар Каспий (Махачкала, Астрахань, Оля) мен Ресейдің экспорттық-импорттық жүктерді Азов бассейндерінің тікелей су байланысы арқылы жіберу, орыс транзиттік әлеуетін пайдалану арқылы мұнай тасымалдау, Қазақстан мен Ресей арасындағы сауданы дамыту және жолаушылар тасымалының перспективасы зор.

- Қара теңіз және Жерорта теңіз бағыты (Волга - Дон арқылы тікелей су байланыс арнасы, Ақтау-Баку-Батуми аралас темір жол және теңіз бағыты Кавказ елдердің және транзиттің Қара теңіз және Жерорта елдеріне экспорттық-импорттық жүктерді байланыстырады);

- Солтүстік бағыт (Балтық теңізі елдерінде экспорттық-импорттық (транзиттік) жүктерімен Волга-Балтық арқылы тікелей су байланысы;

- Иран бағыты Ақтау - Баку - Нойшахр қолданыстағы паромдық желісімен, ТМД елдерімен дамыған халықаралық саудамен сипатталады.

Ақтау портының инфрақұрылымын қарастыра келе, жүк өңдеу әлуетіне қатысты SWOT талдау жасалды (1 сұлба).

1 кесте - Ақтау порты қызметін сипаттай келе мынадай Swot талдамасы

<p><b><i>S (күшті жақтары):</i></b>          Ақтау портының көп мақсатты терминал болуы.          Теміржол жүйесі көрші шекаралас елдерменде байланысуы.          Сыймдылығы 12000 тоннаға дейін жететін 4 танкерді бір мезгілде өңдейтін төрт мұнай айлақтары.          Портта жалпы және құймалы жүктерді және де жүктерді контейнерлерде қайта тиеуді қамтамасыз ететін жабдықтардың жаңарттылуы.</p>	<p><b><i>W (әлсіз жақтары):</i></b>          Портта бірнеше қосалқы жолдар бар;          Жеке компаниялар басқаратын болғандықтан субъектілер саны көбейеді;          Қытайдан Ақтау портына дейінгі ұзақ маршрут;</p>
<p><b><i>O (мүмкіншіліктері):</i></b>          Құрықта орналасатын жаңа порттың жоспарлануы;          28 және 52 вагон паромдары жүктелу мүмкіншіліктері;          Терминалдардың кірме жолдарын стандарттау;          Кедендік ресімдеу порт аймағынан тыс жерде жүргізілуі;          Порт пен ҚТЖ желісі арасындағы жаңа теміржол қатынасының пайда болуы;          Қазақстанда жоспарланған жаңа желілер шығыстан батысқа транзиттік уақытты қысқартады;</p>	<p><b><i>T (қауіпті жақтары):</i></b>          Ақтау порт вокзал сыйымдылығы жеткіліксіз;          Ауа-райының қолайсыздығына байланысты теңізде толқын көбейіп кеменің батып кету қаупі;          Қатты тұман болып маятниктің көрінбеуінен жол бағытының өзгеріп, адасу салдары болуы мүмкін;          Байланыс желісі болмай қалу салдарынан кемелердің бағыты өзгеріп соқтығысу қатері болуы мүмкін.</p>

**Қорытынды:** Ақтау порты Қазақстан Республикасы экономикасының дамуына өте маңызды орын алады. Еліміздің үлкен теңізге шығуына мүмкіндік беретін жолдың бірі. «Ақтау теңіз порты» экспортқа бағдарланған және жоғары технологиялы өндірістерді дамыту үшін инвестициялар тарту мақсатында қазіргі заманғы компьютерлік технологиялар мен бағдарламалық жабдықтамамен, жүк өңдеу технологияларының үздік үлгілерімен жабдықталып, кешенді инфрақұрылыммен қамтамасыз етіліп еліміздің жүк өңдеу әлуетін заманауи талапқа сай қамтамасыздандырып отыр.

**Әдебиеттер:**

1. [http://kazlogistics.kz/kz/chain\\_cluster/seaport\\_aktau/](http://kazlogistics.kz/kz/chain_cluster/seaport_aktau/)
2. <http://www.portaktau.kz/ru/infrastructure>
3. [http://www.rusnauka.com/14\\_ENXXI\\_2012/Economics/11\\_110286.doc.ht](http://www.rusnauka.com/14_ENXXI_2012/Economics/11_110286.doc.ht)
4. <http://casp-geo.ru/snizhenie-gruzooborota-cherez-port-aktau-zafiksirovano-po-itogam-2019-goda/>
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%82%D0%B0%D1%83>
6. [http://kazlogistics.kz/ru/union/members\\_union/valid/aktau\\_port.php](http://kazlogistics.kz/ru/union/members_union/valid/aktau_port.php)

**Мырзалы А.Н. Инфраструктура грузового потенциала порта Ақтау**

**Аннотация.** В статье обсуждались инфраструктура, развитие порта Ақтау, годовой объем грузов, отношения с другими странами, а также был определен вклад в развитие экономики Республики Казахстан, реализовано 18 инвестиционных проектов и создано 1300 рабочих мест, произведено 260.4 млрд продукции.

**Ключевые слова:** Порт Ақтау, инфраструктура, инвестиции, Каспийский хаб, негабаритные перевозки, транзитный склад.

### Myrzaly A.N. Infrastructure of the cargo potential of the port of Aktau

**Abstract:** The article discussed the infrastructure, and the development of the port of Aktau, the annual volume of cargo, relations with other countries, as well as the contribution to the development of the economy of the Republic of Kazakhstan, 18 investment projects were implemented and 1,300 jobs were created, 260.4 billion products were produced.

**Keywords:** Aktau port, infrastructure, investments, Caspian hub, oversized transportation, transit warehouse

ОӘЖ 681.3(075.8)

**Н.Н. Сабетов**

*Ғылыми жетекші – Г.С. Муханова к.т.н.,  
Satbayev University, Қазақстан, г.Алматы,  
Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты  
[s.nurbolat97@mail.ru](mailto:s.nurbolat97@mail.ru)*

### АЛМАТЫ ҚАЛАСЫ МЕТРОПОЛИТЕНІНІҢ АВТОЖҮРГІЗУ ЖҮЙЕСІНІҢ НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.

***Аңдатпа.** Қазіргі таңда метро – ең қауіпсіз көлік құралдарының бірі болып табылады. Бұл мақаланың өзектілігі айқын, себебі ол жолаушылардың қауіпсіз қозғалуын қамтамасыз етуден басқа, тасымалдау және өткізу қабілетілігін арттыру мәселелерін қарастырады. Микропроцессорлық басқару жүйелерін үздіксіз жетілдіру арқылы машинисттің қатысуынсыз пойыздар қозғалысын аралық реттеу, яғни автожүргізу жүйесінің мәселелері мен шешімдерін қарастырады.*

***Түйін сөздер:** автожүргізу, автоматика, метрополитен, диспетчерлік басқару, радиобайланы, радиотрансляция.*

Он алты түрлі тәуелсіз ішкі жүйелерден тұратын метрополитен автоматикасы жүйелерін пайдаланудың ерекшелігі мен күрделілігі:

- метрополитен желісін диспетчерлік басқару және бақылау орталығы;
- инженерлік корпустағы метрополитеннің ахуалдық орталығы;
- магистральдық ақпараттық желі;
- "TETRA" стандартындағы поездық және технологиялық радиобайланыс жүйесі;
- диспетчерлік басқару жүйесінің орталық үшін ұжымдық пайдалану ақпаратын көрсету;
- қорғаныс автоматикасы жүйесі;
- электрмен жабдықтауды, жарықтандыруды және электромеханикалық құрылғыларды диспетчерлік басқарудың автоматтандырылған жүйесі;
- автоматты өрт дабылы жүйесі;
- күзет дабылы жүйесі;
- автоматты газды сөндіру жүйесі;
- радиотрансляция және теледидар жүйесі.

Пойыз қозғалысын басқарудың автоматтандырылған жүйесі (communication based train control - CBTC) Оңтүстік Кореялық Hyundai Rotem компаниясымен әзірлеген [1].

Диспетчерлік басқару орталығында пойыздарды басқару серверлері (TCC/MSC), пойыздарды басқару пульттері (OC/SVC/MC/PC) және учаскелердің жай-күйін, сондай-ақ пойыздардың желідегі қозғалысын (LDP) үлкен көлемде көруге арналған дисплей орналасқан. TCC сервері штаттық режимде пойыздық диспетчер іс-қимыларын өз басқаруына алады. MSC сервері TSS серверіне қозғалыс кестесіне сәйкес маршрутты қай уақытта ашуға болатыны жайлы бұйрық береді (бағдарламашының жұмыс станциясы (PC)

арқылы алдын-ала дайындалған қозғалыс кестесі MSC серверіне жазылады). Серверлерде Linux және Oracle дерекқорлары қолданылады.

Поезд диспетчерінің үй-жайында басқаруға арналған төрт АЖО бар, сондай - ақ БҚ (поезд диспетчерінің ОЖ - АЖО, аға поезд диспетчерінің SVC - АЖО, АСУД бөлімінің МСАРМ инженері) қозғалыс кестесін түзету және инженерлік қызмет көрсету үшін қолданылады.

Борттық жабдыққа келесі құрылғылар кіреді:

- борттық қорғаныс құрылғысы (АТР) және басқару (АТО);
- машинист ақпаратын көрсету құрылғысы (ММІ);
- радиокоммуникация құрылғысы (радиоарна (WiFi) бойынша ақпаратты қабылдау-беру).

АТР борттық қорғаныс құрылғысы құрамның барлық датчиктерінен (тахометр, Доплер датчигі) ақпарат жинайды және сымсыз WLAN антеннасынан радиосигналды қабылдайды, содан кейін процессормен өңделеді. Егер жылдамдық асып кетсе немесе радио сигналы жоғалып кетсе, процессор деректерді екінші резервтік құрылғымен салыстыра отырып, сигналды қайта өңдейді, егер ақпарат екіншісіне сәйкес келсе, ол АТО-ны басқарудың борттық құрылғысына тоқтау пәрмендерін береді.

Борттық құрылғы басқару (АТО) АТР құрылғысынан деректерді ала отырып, Метрополитен желілері бойынша белгілі бір жылдамдық құрамының қозғалуына, сондай-ақ станцияларда нақты тоқтауға ( $\pm 50$  см) және тұрақ уақыты аяқталғаннан кейін (қозғалыс кестесіне сәйкес поезд диспетчері беретін 30 сек және одан астам) жауап береді. Сондай-ақ пойыз есіктерін автоматты басқаруға да жауап береді [2].

Құрам машинистіне ақпаратты көрсету құрылғысы (ММІ) машинистке алда жатқан логикалық учаскелердің жай-күйі, құрамның жылдамдығы, борттық жабдықтардың жай-күйі, байланыс жай-күйі және т.б. туралы көрсетуге арналған, яғни поездың толық сенімді ақпараты машинистке және поездық диспетчерге көрсетіледі (поездық диспетчерге деректер WiFi арқылы беріледі).

Әр кабинада WiFi арқылы ақпаратты қабылдау және беру үшін екі антенна бар. Бір антенна тұрақты режимде, екіншісі ыстық резервте жұмыс істейді. Антенна туннельде жол бойында орналасқан кіру нүктесінен (АР) сигнал қабылдайды.

Жол жабдықтары мыналардан тұрады:

- электрондық орталықтандыру (ЕІЕ);
- жол АТР / АТО;
- коммуникациялық байланыстың құрылысы.

Электрондық орталықтандыру (ЕІЕ) едендік құрылғыларды, яғни бағыттамааларды, бағдаршамдарды басқарады және жол құрылғыларының жай-күйін бақылайды (маршруттарды орнату және тоқтату, бағыттамаалардың жай-күйін басқару және бақылау, бағдаршамдардың жай-күйін басқару және қадағалау, АТР/АТО жолдық рельс тізбектерінің қосылуын бақылау, маршруттарды орнату және тоқтату).

АТР / АТО жолдық поездарды нақты уақытта диспетчер командасы негізінде команданы радиоарна бойынша беру жолымен басқарады. Сигнал антенна құрамының кіру нүктелері (АР) арқылы қабылданады, барлық кіру нүктелері қайталанады. Қажет болған жағдайда поездық диспетчер поезды тоқтаусыз (станция арқылы) өткізуді ұйымдастыра алады.

Поездар қозғалысының кестесіне сәйкес немесе штаттан тыс жағдайларда поездық диспетчердің қалауы бойынша-поезды кідірту, поездың станцияда болу уақытын бақылау, әрбір поездың қозғалыс жай-күйі ақпаратты талшықты-оптикалық желілер бойынша АТР/АТО жол желілеріне беру арқылы жүзеге асырылады.

Коммуникациялық байланыс құрылғысы құрамнан деректерді қабылдауға және аралық реттеу бойынша құрамның одан әрі қозғалуы үшін басқару сигналдарын құрамға беруге арналған. WiFi арнасы арқылы құрамның борттық құрылғыларынан кіру нүктесіне (АР)

нақты орналасқан жері туралы ақпарат беріледі, содан кейін радио сигналы медиаконвертор арқылы оптикалық сигналға айналады және талшықты-оптикалық кабель арқылы ОДБ-ға жіберіледі. Диспетчерлік басқару орталығында оптикалық сигнал цифрлық сигналға айналады және поезд диспетчерінің экранына шығарылады. Басқару ақпаратын беру (ОДБ-дан құрамға) ұқсас түрде жүзеге асырылады, бұл жағдайда оптикалық сигнал радиосигналға айналады және пойыздың антеннасына беріледі [3].

Автожүргізу жүйесінің жабдығын пайдалану кезінде көптеген ақаулар болды (АТР/АТО борттық жабдығының ақаулығы, станциялық жабдықтың ақаулығы, байланыстың жоғалуы, АЖО-лардың, серверлердің ақаулығы және бағдарламалық қамтамасыз етудің қателері).

Мысал ретінде 1-кестеде борттық жабдықтың істен шығу сипаты және ақаулықтарды жою бойынша қабылданған шаралар көрсетілген.

1 Кесте – Борттық жабдықтың ақаулығы

Күні	Учаскесі	Құрамы, маршрут	Бас тарту сипаты	Бас тарту себебі және қабылданғандар шаралар
11.04.2016ж	ЛПТ ст. "Мәскеу»	5 бағыт, 1 құрам, №2 кабина	АТР-2 кызыл түсті белгі берді	Істен шығудың себебі №1 құрамның екі бірдей кабинасының АТР-2 борттық жабдығының CPU және SCC платаларының жұмысындағы іркілістер (сбой) болып табылды. №1 кабинадағы АТР-2 борттық жабдығындағы CPU (2 дана) және SCC (1 дана) платалары және АТР-2 борттық жабдығындағы №2 кабинадағы SCC (1 дана ) платалары ауыстырылды.

Осылайша, осындай тұжырымдар мен ескертулер жасауға болады:

1) бүгінгі күні мамандарды жүйелі даярлау және біліктілікті арттыру курстары жетіспейді.

2) схемалық шешімдердің сүйемелдеуінсіз автоматика жүйелерін пайдаланудың күрделілігі;

3) қосалқы бөлшектерді уақтылы ауыстыру және АТ құрылғыларын жөндеу мәселесі толық шешілген жоқ.

Қорытындылай келгенде, бұл мақалада тақырыптың өзектілігі ашылып, Алматы қаласының метрополитенінің автожүргізу жүйесін қолданудағы басты мәселелері мен шешімдері қарастырылды. Бір жыл ішіндегі болған істен шығуларға талдау жүргізілді.

#### Әдебиеттер

1. Руководство по эксплуатации АСУДП (автоматическая система управления движением поездов).

2. Метрополитен города Алматы [электронный ресурс]. – Режим доступа <http://metroalmaty.kz>

3. Ермакова, Т. (2015) Первая очередь метрополитена // Техническая эстетика. № 11.

4. Ляув Б., Петрова О. Шесть станций метро от китайцев // Ведомости. – [Электронный ресурс] – URL: <http://www.vedomosti.ru/newspaper/articles/2014/05/20/shest-stancij-metro-ot-kitajcev/> .

5. ГК «Масштаб» инвестирует в строительство метро [Электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: [http://www.arendator.ru/news/130679\\_gk\\_masshtab\\_investiruet](http://www.arendator.ru/news/130679_gk_masshtab_investiruet)

**Н.Н. Сабетов**

**Основные проблемы и особенности системы автоведения метрополитена города Алматы**

**Аннотация.** На сегодняшний день метро является одним из самых безопасных транспортных средств. Актуальность данной статьи очевидна, так как помимо обеспечения безопасного передвижения пассажиров, она рассматривает вопросы повышения провозной и пропускной способности. Посредством непрерывного совершенствования микропроцессорных систем управления рассматриваются проблемы и решения системы промежуточного регулирования движения поездов без участия машиниста, т. е. автоведения.

**Ключевые слова:** Автотехника, Автоматика, Метрополитен, Диспетчерское управление, Радиосвязь, Радиотрансляция.

**N.N. Sabetov.**

**The main problems and features of operation of the auto-driving system of the Almaty metro**

**Abstract.** Today, the metro is one of the safest means of transport. The relevance of this article is obvious, since in addition to ensuring the safe movement of passengers, it considers the issues of increasing the carrying capacity and capacity. Through the continuous improvement of microprocessor control systems, the problems and solutions of the system of intermediate regulation of train movement without the participation of the driver, i.e. auto-guidance, are considered.

**Keywords:** Auto-driving, Automation, Metro, Dispatch control, Radio communication, Radio transmission.

УДК 621.67

**Л.Б. Сағатова, С.А.Бортебаев, К.К. Елемесов**

*Научный руководитель –С.А.Бортебаев, к.т.н., ассистент-профессор кафедры*

*«Технологические машины, транспорт и логистика»*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*[laila-sagatova@mail.ru](mailto:laila-sagatova@mail.ru)*

**МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ДАННЫХ ЦИФРОВОГО  
МОНИТОРИНГА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ АГРЕГАТОВ**

**Аннотация.** Приведено содержание методики обработки эксплуатационных показателей мониторинга центробежных насосных агрегатов, по установлению надежности их работы по неполным эксплуатационным данным безотказной работы насосов. Алгоритм методики позволяет полностью исключить субъективный фактор при выборе аппроксимирующей функции прогнозирования зависимости вероятности безотказной работы насосов за пределами временного интервала.

**Ключевые слова:** центробежные насосы, методы, диагностика, параметры, математическая модель, диагностическая модели.

Центробежные насосы являются одним из наиболее используемых типов насосов почти во всех отраслях производства. Они применяются в горной, химической, нефтегазовой промышленности и т.д., а также в водо- и теплоснабжении промышленных систем.

Для повышения надежности и безопасности центробежных насосов, а также снижения затрат на их эксплуатацию, широкое распространение получают системы мониторинга состояния и диагностики.

Наиболее распространенным методом диагностики является вибродиагностика. Перед вибродиагностикой стоит задача использования неразрушающих методов. В связи с этим нашел свое применение интегральный метод неразрушающего вибрационного контроля, оценка показателей качества в котором осуществляется по некоторым обобщенным характеристикам (форме, частоте, логарифмическому декременту колебаний и др.) [1].

Рассматривая статистику неисправностей насосных агрегатов, можно констатировать, что применительно к основным насосам около 30 % всех отказов падают на торцовые уплотнения валов, 15 % – на подшипники, 9 % - на маслосистему. Типовым технологическим

решением является управление насосных агрегатов частотными преобразователями, что позволяет регулировать давление в системе.

Поэтому нами была разработана, основанная на теории вероятностей, методика измерения надежности центробежного оборудования по эксплуатационным данным.

Объектами исследования являются одноступенчатые консольные центробежные насосные агрегаты SULZER серии AHLSTAR(тип APP), АО НАК «Казатомпром».

На рисунках 1 и 2 представлены общий вид насосного агрегата и подшипниковый узел насоса. Насосные агрегаты представлены для перекачки продуктивных растворов уранового производства. Агрегат состоит из односекционного центробежного насоса типа APP различной модификаций, приводного электродвигателя типа МЗВР с числом оборотов 1500 об/мин и мощностью 400 кВт [2].

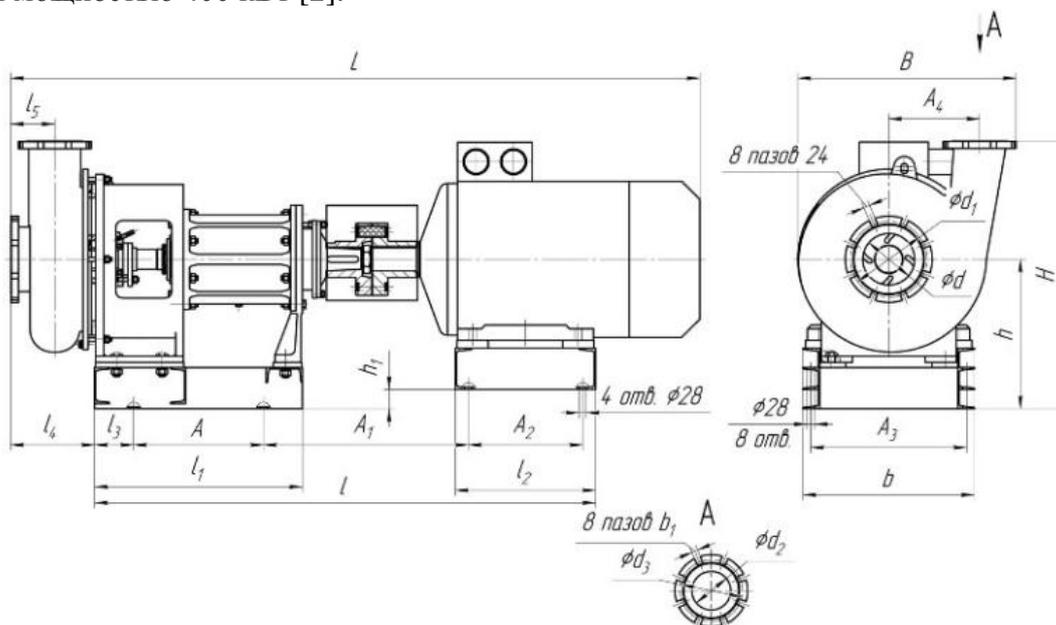


Рисунок 1 - Общий вид насосного агрегата

Насос снабжен одним цилиндрическим роликовым подшипником NUP317ECJ со стороны рабочего колеса и двумя однорядными радиально-упорными шариковыми подшипниками 7318 ВЕСВМ, со стороны муфты.

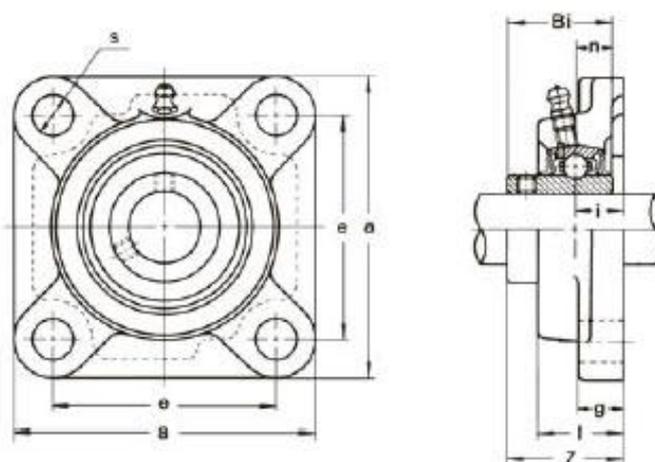


Рисунок 2 – Узел подшипника

Для получения данных по уровню вибрации центробежных насосных агрегатов устанавливались датчики вибрации на подшипниковые узлы насоса. Способ крепления

датчиков вибрации на агрегате должен обеспечивать штатную эксплуатацию агрегата, а также легкий процесс их демонтаж перед отправкой агрегата в ремонт в случае необходимости. Для уменьшения затрат на систему сбора данных и в тоже время для облегчения технологическому персоналу проведение операций по контролю за работой и обслуживанию, число датчиков вибрации определяется из конструктивных особенностей, диагностируемых центробежных насосных агрегатов [3]. В нашем случае для установки вибродатчиков выбран корпус подшипника насоса, на котором устанавливаются датчики с измерением вибрации в полосе частот от 2 Гц до 12 кГц, позволяющих контролировать состояние не только подшипниковых узлов, но и состояние всего центробежного насосного агрегата.

Заключительным этапом мониторинга является прогнозирование показателей надежности оборудования за счет установленной функциональной зависимости от времени значения показателя надежности.

Рассматриваемая система мониторинга надежности технологического оборудования основана на технологии прогнозного контроля со многими переменными (multivariablepredictivecontrol- MPC) и технологии оптимизации в режиме реального времени, что соответствует новому поколению эффективных систем мониторинга.

Основной величиной, дающей исчерпывающее описание надежности, является вероятность безотказной работы  $P(t)$  или доля установок, отработавшая время  $t$  без отказов. Объясняется это тем, что  $P(t)$  является также функцией распределения случайной величины  $t$ - времени безотказной работы установки, и, в рамках теории вероятности, дает исчерпывающее описание надежности [4].

Для вычисления  $P(t)$  в теории надежности используют алгоритмы, основанные на гипотезе о независимости отказов в соседние моменты времени. Вычисления по этим алгоритмам сводятся к умножению вероятностей безотказной работы в эти моменты времени, поэтому данные алгоритмы называют множительными:

$$\bar{P}_k = \left(1 - \frac{r_1}{s_1}\right) \left(1 - \frac{r_2}{s_2}\right) \dots \left(1 - \frac{r_k}{s_k}\right), \quad (1)$$

Здесь  $\bar{P}_k$  - оценка  $P(t)$  в момент времени  $t_k$ ,  $r_i$  - число отказов, а  $s_i$  - число изучаемых объектов в интервале от  $t_{i-1}$  до  $t_i$ .

Нами были проведены расчеты показавшие, что как классические множительные алгоритмы вычисления надежности (такие как Каплана-Мейера и Герда), так и сравнительно новый - таблиц жизни, дают при обработке данных о работе центробежных установок практически совпадающие результаты.

Было обнаружено, что временная зависимость вероятности безотказной работы  $P(t)$  во всех случаях может быть аппроксимирована функцией:

$$P(t) = \exp(-a_n t^n - a_{n-1} t^{n-1} - \dots - a_1 t) \quad (2)$$

Коэффициенты  $a_n$  находили ортогональным методом наименьших квадратов. Их значимость оценивали по  $F$ - критерию Фишера, что позволило вычислять степень полинома  $n$ , а значит полностью исключить субъективный фактор при выборе аппроксимирующей функции.

Далее, по остаточной сумме квадратов ошибок аппроксимации, методами математической статистики находили дисперсию вероятности безотказной работы  $D(P)$ . Это позволило вычислить ошибку определения  $P(t)$ , т.е. доверительный интервал  $P \pm k \sqrt{D(P)}$ . Соответствующая доверительная вероятность  $\beta$  в общем случае может быть найдена по критерию Чебышева. Так при  $k = 2$  получим  $\beta \geq 0.75$ . Если же ошибка измерений не велика (стандартное отклонение не превышает 20-30% от измеряемой величины), то, как показывает опыт,  $\beta$  можно приближенно оценивать по нормальному распределению.

Аппроксимирующая функция (2) позволяет прогнозировать зависимость вероятности безотказной работы от времени за пределами изученного временного интервала.

Остальные характеристики надежности выражаются через  $P(t)$  и дают наглядную дополнительную информацию. Обычно это следующие характеристики: функция плотности вероятности:

$$f(t) = -dP/dt \quad (3)$$

интенсивность отказов  $\lambda(t)$  (отношение числа отказавших в единицу времени установок к числу исправных):

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} = \frac{a_n t^n - a_{n-1} t^{n-1} - \dots - a_1 t}{\exp(-a_n t^n + a_{n-1} t^{n-1} + \dots + a_1 t)}, \quad (4)$$

среднее время безотказной работы  $T_m$ :

$$T_m = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} \exp(-a_n t^n + a_{n-1} t^{n-1} + \dots + a_1 t) dt \quad (5)$$

гарантированный ресурс  $T_\gamma$  (время, которое безотказно проработает заданная доля установок, обычно  $\gamma = 0.5$ ):

$$\exp(-a_n T_\gamma^n + a_{n-1} T_\gamma^{n-1} + \dots + a_1 T_\gamma) = \gamma. \quad (6)$$

Методы математической статистики позволяют найти дисперсии коэффициентов  $a_i$  в (3)-(6), т.е.  $D(a_i)$ . Значения  $D(a_i)$  были использованы нами для нахождения ошибок определения  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $T_m$  и  $T_{0.5}$ .

Методика не использует какие-либо предположения о вероятностной модели отказов. Поэтому вычисленные характеристики следует рассматривать как обобщение эмпирической информации об эксплуатационной надежности.

Следовательно, внезапные отказы центробежных насосов описываются экспоненциальным законом, а постепенные - распределением Вейбулла.

### Заключение

Разработанная методика определения надежности центробежных насосов по неполным эксплуатационным данным апробированна. Каждый этап методики - от формирования исходной выборки до получения результатов, строго формализован средствами математической теории надежности. При этом полностью исключен субъективный фактор. Рассчитываются характеристики надежности, дающие ее исчерпывающее описание.

Кроме того методика позволяет, на основании эксплуатационных данных, находить слабые узлы оборудования, а значит - целенаправленно повышать их качество.

### Литература

1. Конструкция центробежных насосов (общие сведения): учебное пособие / С. И. Перовщиков. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – 228 с.
2. Локалов Г. А. Осевые и центробежные насосы тепловых электрических станций: учебное пособие / Г. А. Локалов, В. М. Марковский; [научный редактор К. Э. Аронсон]. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2016. — 140 с.
3. <https://nasos-ru.ru/>
4. Панаиотти С.С. Автоматизированный расчет и проектирование центробежного насоса двустороннего входа: Учебное пособие: — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 59 с.

L.Sagatova., S.Bortebaev, K.K. Yelemesov

#### Method of processing operational data of digital monitoring of centrifugal units

**Abstract.** The content of the methodology for processing the operational indicators of monitoring of centrifugal pumping units, for establishing the reliability of their operation based on incomplete operational data of the trouble-free operation of pumps, is given. The algorithm of the method allows you to completely eliminate the subjective factor when choosing an approximating function for predicting the dependence of the probability of failure-free operation of pumps outside the time interval.

**Keywords:** centrifugal pumps, methods, diagnostics, parameters, mathematical model, diagnostic models.

**Л.Б. Сағатова, С.А.Бөртебаев, К.К. Елемесов**  
**Орталықтан тепкіш агрегаттардың цифрлық мониторингінің пайдалану**  
**деректерін өңдеу әдістемесі**

**Андатпа.** Орталықтан тепкіш сорғы агрегаттары мониторингінің пайдалану көрсеткіштерін өңдеу, сорғылардың тоқтаусыз жұмысының толық емес пайдалану деректері бойынша олардың жұмысының сенімділігін белгілеу әдістемесінің мазмұны келтірілген. Әдістеменің алгоритмі уақыт аралығынан тыс сорғылардың жұмыс істемеу ықтималдығының тәуелділігін болжаудың жуықтау функциясын таңдау кезінде субъективті факторды толығымен алып тастауға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** орталықтан тепкіш сорғылар, әдістер, диагностика, параметрлер, математикалық модель, диагностикалық модель.

УДК 622.867.2.622

**Г.Н. Сагынтаева, И.Н.Столповских, А.Е.Утегенова**  
*Научный руководитель - А.Е. Утегенова, сениор-лектор кафедры «ТМТиЛ»,*  
*доктор PhD*  
*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*  
[g.sagyntayeva@satbayev.university](mailto:g.sagyntayeva@satbayev.university)

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕНТ ДЛЯ КРУТОНАКЛОННЫХ КОНВЕЙЕРОВ**

**Аннотация.** *Приведены результаты исследований по установлению конструктивных параметров лент для крутонаклонных ленточных конвейеров. Установлено, что продольный модуль упругости лент возрастает пропорционально её прочности. Выявлены основные недостатки резинотканевых лент по сравнению с резинотросовыми лентами. Установлены направления исследований по определению реального срока эксплуатации конвейерных лент для крутонаклонных конвейеров с прижимной лентой.*

**Ключевые слова:** *крутонаклонный конвейер с прижимной лентой; резинотросовая лента; резинотканевая лента; срок службы; продольный модуль упругости; прочность ленты.*

На сегодняшний день в мире в процессе эксплуатации лент транспортных и крутонаклонных конвейеров (КНК) на их внешней поверхности возникают видимые повреждения в виде разрывов на бортах ленты и отдельных лоскутов на верхних и нижних поверхностях. В связи с этим изучение и анализ состояния стыков конвейерных резинотросовых лент, определение реально возможного срока эксплуатации стыков, уменьшение объёмов горно-капитальных и инженерных работ на карьерах при установке конвейера, создание и производство КНК с прижимной лентой, разработка методов оценки и обоснование параметров переходного участка загрузочного узла, а также изучение состояния стыков резинотросовых лент КНК с прижимной лентой для повышения эффективности эксплуатационных параметров является актуальной научной проблемой.

Резинотросовая лента для ленточных конвейеров, являясь одновременно грузонесущим и тяговым органом, наиболее дорогой и наименее долговечный элемент. При проектировании КНК не менее важную роль играют конструктивные особенности конвейера и конвейерная лента, способная выдерживать большие динамические нагрузки на приводных барабанах. Также лента должна обладать хорошими изгибными свойствами, быть устойчивой к абразивному износу, иметь минимальное удлинение и наименьший возможный вес, а также длительный срок службы при минимальных эксплуатационных затратах [2].

Ленты различного конструктивного исполнения производятся фирмами «ContiTech», «Phoenix», «Fenner Dunlop» (Германия); «GoodYear» (Америка), «Metso Minerals» (Швеция);

«SemperTrans» (Голландия, Польша) и др., прочностные характеристики которых приведены в таблице. Они способны транспортировать горную массу в различных климатических зонах при различных условиях эксплуатации, при этом ленты сочетают в себе все необходимые критерии. Разрывная прочность резинокросовой ленты может достигать 10 кН на 1 мм ширины ленты [3].

Таблица 1 - Прочностные характеристики резинокросовых лент, выпускаемыми различными фирмами-изготовителями

Фирма-изготовитель	Разрывная прочность, Н/мм
Phoenix	400÷8500
ContiTech	500÷10000
Fenner Dunlop	500÷5000
SemperTrans	630÷7000
GoodYear	800÷10000
Metso Minerals	500÷6700
Matador	1000÷5000

В результате изучения каталогов всех фирм-изготовителей лент установлено, что отсутствуют данные по продольному модулю упругости. Данный модуль упругости используется при расчете допустимых радиусов кривизны, а также пусковых и тормозных процессов ленточных конвейеров [3].

В связи с этим продольный модуль упругости резинокросовой конвейерной ленты рекомендуется определять по формуле

$$E = \frac{E_0 \cdot F_t}{h \cdot n \cdot d_{tr}} \quad , \text{Н/м}^2 \quad , \quad (1)$$

где  $E_0$  – модуль упругости троса, принимается  $5,8 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup>;

$F_t$  – суммарная площадь сечения тросов в ленте, м<sup>2</sup>;

$h$  – шаг тросов в ленте, м;

$d_{tr}$  – диаметр троса, м;

$n$  – количество тросов в ленте, шт.

$$n = \frac{B-2l}{h} \quad , \text{шт.} \quad , \quad (2)$$

$B$  – ширина конвейерной ленты, м;

$l$  – расстояние от борта ленты до центра крайнего троса, м.

Суммарную площадь сечения тросов в ленте определяют по формуле:

$$F_t = \frac{\pi \cdot n \cdot d_{tr}^2}{4} \quad , \text{м}^2 \quad . \quad (3)$$

На рисунке 1 приведены результаты определения продольного модуля упругости ленты в зависимости от расчётных прочностей 1 мм несущей ширины для резинокросовых лент фирм MetsoMinerals, ContiTech, Sempertrans и Курск - Резинотехника.

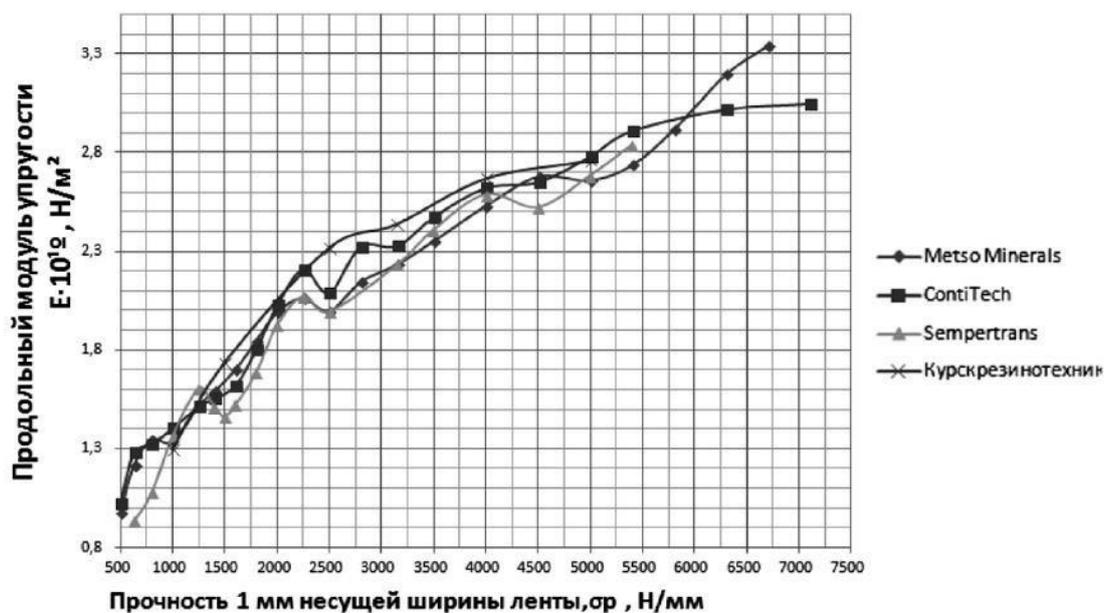
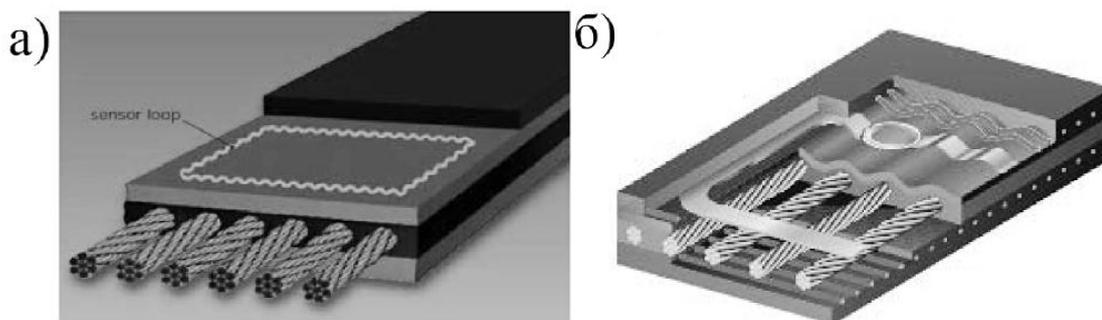


Рисунок 1 - Продольный модуль упругости лент в зависимости от расчётных прочностей 1 мм несущей ширины ленты

Согласно рис. 1 продольный модуль упругости возрастает пропорционально прочности ленты, но иногда она искусственно ограничивается из-за конструкции каркаса ленты (на рис. 1 показано в виде перепадов высот).

Фирмы «Phoenix» выпускает энергосберегающие резинотросовые ленты PHOENOCORD® EOB, которые практически не испытывают деформаций при прохождении через роlikоопоры [3]. В ленте нижняя обкладка покрыта специальным покрытием EOB, имеющему особые вязкоупругие свойства. За счет этого уменьшается потребление электроэнергии конвейером и сопротивление от вдавливания ролика в ленту. Также применяется поперечное армирование ленты стальными тросами средней эластичности для дополнительного усиления ленты и снижения ее стрелы провеса между роlikоопорами.



а) фирмы Phoenix; б) фирмы ContiTech

Рисунок 2 - Конвейерные ленты для открытых горных работ с чипами

Известны специальные типы резинотросовых лент с завулканизированными чипами [3]. При их помощи осуществляется непрерывный контроль за состоянием ленты и за натяжением в характерных точках (рис. 2,б).

При проектировании мощных ленточных конвейеров рекомендуется использовать резинотросовые ленты. Они обладают меньшим удлинением и повышенной прочностью. К недостаткам относятся большой вес за счет сердечника из стальных тросов, а также большая

толщина, что приводит к применению барабанов большего диаметра и возрастанию потребляемой мощности при транспортировании горных пород.

В настоящее время зарубежными фирмами «Fenner Dunlop», «Contitech» и «Phoenix» (Германия), «Goodyear» (США), «Metso Minerals» (Швеция), «Gummilabor» (Италия), «Sava» (Словения), «Reve-Ron» и «Derreux» (Франция), «Matador» (Словакия), «Ftt Wolb-Rom», «Sempertrans» (Голландия, Польша) разрабатываются и выпускаются резиноканевые конвейерные ленты с меньшим весом и толщиной, обладающими такой же прочностью, что и резиноканевые ленты и практически таким же удлинением. Они отвечают всем требованиям при проектировании удлиненных мощных ленточных конвейеров [5].

Таким образом, разработанные резиноканевые ленты хоть и обладают положительными качествами, но они пока не могут заменить используемые резиноканевые ленты.

В мире в процессе эксплуатации конвейерной ленты на ее внешней поверхности возникают видимые повреждения в виде разрывов на бортах ленты. Если вовремя не принимать предохранительных мер, то могут появиться отдельные лоскута на верхней или нижней поверхностях ленты, внутренние повреждения или дефекты. Для предупреждения разрушения и контроля целостности лент необходимо удалять посторонние предметы, предупреждать возникновение разрушений при наличии посторонних предметов и развитие возникших разрушений при наличии посторонних предметов – состояние стыков, контроль внешней и внутренней целостности лент.

#### **Заключение.**

Изучение состояния стыков конвейерной резины тросовой ленты и определение реального возможного срока эксплуатации конвейерной ленты является одним из сложных узлов крутонаклонного конвейера с прижимной лентой. Вместе с тем, в связи с возрастанием объемов горно-капитальных и инженерных работ на открытых горных работах установка конвейера в значительной степени обусловлена конструктивными размерами переходного участка КНК. До настоящего времени не изучены параметры переходного участка загрузочного узла с использованием свивки резиноканевых лент и состояния стыков их КНК с прижимной лентой.

#### **Список литературы:**

1. Атакулов Л.Н., Тошов Ж.Б., Каххаров С.К., Хайдаров Ш.Б. Метод обнаружения обрыва резиноканевых лент в местах их стыковки // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2018. – №3. – С. 61-65
2. Галкин В. И., Шешко Е. Е. Ленточные конвейеры на современном этапе развития горной техники // Горный журнал. – Москва, 2017. – №9. – С. 85-89. DOI: 0.17580/gzh.2017.09.15.
3. Ипатов И., Новожилов О., Рябыкин В., Леус Д., Шпякин А. Дефектоскопия резиноканевых конвейерных лент при экспертизе промышленных безопасности // Технадзор. – Москва, 2016. – №2. – С. 112-113.
4. Литвененко К.В. Надёжность конвейерного транспорта при открытой разработке полезных ископаемых // Научно-технический сборник НГУ. – Киев, 2015. №3. – С. 36-38
5. Рекламные проспекты компаний: «Conti-Tech Conveyor Belt Products», «Conti-Tech Flame resistant conveyor belts to in EN 14973 and EN 12882», Dunlop «Ferroflex», Metso Minerals «Steelcord Conveyor Belts», «Phoenix Conveyor Belt Systems GmbH», «Sim- Pertans - Metalcord, Metaltrans, Steelcord» за 2016-2019 гг.

**Г.Н.Сагынтаева, И.Н.Столповских, А.Е. Утегенова**

#### **Тік көлбеу конвейерлерге арналған белдіктердің құрылымдық ерекшеліктері**

**Андатпа.** Тік көлбеу таспалы конвейерлерге арналған таспалардың құрылымдық параметрлерін орнату бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Таспалардың бойлық серпімді модулі оның беріктігіне пропорционалды түрде өсетіні анықталды. Резеңке таспалармен салыстырғанда резеңке таспалардың негізгі

кемшіліктері анықталды. Қысым таспасы бар көлбеу конвейерлерге арналған конвейер таспаларының нақты қызмет ету мерзімін анықтау бойынша зерттеу бағыттары анықталды.

**Түйін сөздер:** қысым таспасы бар көлбеу конвейер; резеңке таспа; резеңке мата таспасы; қызмет ету мерзімі; бойлық серпімді модуль; таспаның беріктігі.

**G. N.Sagyntayeva, I. N.Stolpovskikh, A.E.Utegenova**

#### **Construction characteristics of belts for steeply inclined conveyors**

**Annotation.** The results of research on the establishment of design parameters of belts for steeply inclined belt conveyors are presented. It is established that the longitudinal elastic modulus of the belts increases in proportion to its strength. The main disadvantages of rubber-woven tapes in comparison with rubber-woven tapes are revealed. The research directions for determining the real service life of conveyor belts for steeply inclined conveyors with a pressure belt are established.

**keywords:** steeply inclined conveyor with pressure belt; rubber-rope belt; rubber-fabric belt; service life; longitudinal modulus of elasticity; strength of the belt.

УДК 622.271.3

**М.Т.Серікбаева**

*Ғылыми жетекші- Бортебаев Сайын Абиляханович, т.ғ.к, асс.професср.*

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы*

*[madek1198@mail.ru](mailto:madek1198@mail.ru)*

### **САНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНЫП ҰСАҚТАУ ЖАБДЫҚТАРЫ ЖҰМЫСЫНЫҢ СЕНІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ**

**Андапта.** Мақалада сандық технологияларды қолдана отырып ұсақтау жабдықтары жұмысының сенімділігін бағалау бойынша ұсыныстар айтылды. Технологиялық схемаларда жылжымалы ұсақтау жабдығын қолдана отырып тау-кен көлігі жабдықтары-бұл жеке технологиялық элементтерді тізбектей және параллель қосатын күрделі тау-кен техникалық жүйесі. Жүйенің сенімділігі оның құрамдас элементтерінің сенімділігі негізінде анықталады.

**Түйінді сөздер:** сенімділік, жүк ағыны, дайындық коэффициенті, өнімділік, технологиялық кешен.

Ұнтақтау жабдықтарының өнімділігі жұмыс органының дайындық коэффициентімен анықталады және жөндеу кезеңінің ұлғаюымен артады, бұл жұмыс органының қалдық ресурстарын бағалау дәлдігіне байланысты. Техниканың сенімді жұмысы жеке кәсіпорындар мен салалар ретіндегі жұмыстың экономикалық нәтижелеріне тікелей әсер ететіні белгілі. Көптеген зерттеушілер жабдықтың пайдалы жұмыс деңгейін сенімділікпен байланыстырады, бұл тек құрылымдық параметрлерге ғана емес, сонымен қатар оны пайдаланудың әртүрлі факторларына да байланысты. Машинаның қызмет ету мерзімі мен ресурсы ұзақ мерзімділіктің негізгі көрсеткіштері болып табылады, яғни жөндеу жол берілмейтін үлкен шығындарды талап ететін немесе жұмысқа қабілеттілікті қалпына келтірудің қажетті дәрежесін қамтамасыз етпейтін, машинаның тозу немесе қартаю деңгейімен сипатталатын шекті жай-күй басталғанға дейін жұмыс істеу (атқарым) ұзақтығының негізгі көрсеткіштері болып табылады. Сандық технологияларды қолдана отырып, ұнтақтау жабдықтарының сенімділігін бағалау заманауи әдіспен жабдықтың сенімділігін оңай бағалауға мүмкіндік береді.

Тау-кен жұмыстарының технологиясына сәйкес жабдықтар кешені бір технологиялық желіге (жүк ағынына) қызмет көрсетеді, яғни оның буындары рет-ретімен қосылады. Кешендердегі механикаландыру буындарының саны әр түрлі болуы мүмкін немесе технологиялық процестердің санына тең болуы мүмкін. Өз кезегінде, механизацияның әр буынына байланыстағы машиналар санына байланысты белгілі бір құрылым берілуі мүмкін,

ол жоспарланған жұмыс көлемін қажетті сенімділікпен орындауды қамтамасыз ететіндей етіп анықталады. Механизацияның әр буынының тізбектелген өзара әрекеттесетін машиналарының тізбегі-бұл- турлық сызықпен (кез келген машина тоқтаған кезде бүкіл желі жұмысын тоқтатады). Егер бірнеше құрылымдық сызықтар болса, олар бір-біріне қосылмауы мүмкін, яғни.параллель болуы, қосылуы, яғни. параллель-сериялық. Параллель құрылым Жабдықтың әр бірлігі жеке құрылымдық желі болып табылатындығымен сипатталады және әртүрлі технологиялық процестерде тіпті бірнеше машинаның тоқтауы желілердің тоқтап қалуына әкелмейді, тек байланыстың өнімділігін төмендетеді.

Механизацияның бірізді екі буынының өзара әрекеттесу тәсілі олардың арасында келесі технологиялық процесті орындау үшін дайын күйінде болатын тау-кен массасының аралық қорының (резервінің) болуымен немесе болмауымен анықталады. Өзара әрекеттесудің тікелей әдісі (қойма болмаған кезде) байланысты байланыстардың жабдықтары жұмысының қатаң өзара байланысын анықтайды. Дайындық коэффициенті жабдықты мақсаты бойынша қолдану көзделмеген жоспарланған кезеңдерден басқа, жабдықтың еркін уақыт сәтінде жұмысқа жарамды күйде болу ықтималдығын сипаттайды. Сенімділік дегеніміз-жүйенің жұмыс көрсеткіштерін қажетті уақыт аралығында немесе қажетті өндіріс кезінде белгілі бір шектерде сақтай отырып, берілген функцияларды орындау қасиеті.

Тау-кен жабдықтарын резервтеу және резервті құру карьердің сенімділігінің маңызды деңгейіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Карьердің іргелес кертпештер, сондай-ақ аршу және өндіру жұмыстары сияқты буындары үшін олардың көп болуына байланысты жабдықты резервтеу мүмкін емес. Жабдықты резервтеу өндірістік процестердің сенімділігін арттыруда тиімді. Тау-кен - техникалық жүйе-карьер, сенімділігі орташа өлшенген шама ретінде анықталатын, пайдалы қазбаны өндірудің бірыңғай функциясын орындауға бағытталған дербес мақсаттары мен міндеттері бар аршу және өндіру жұмыстарының кіші жүйелерінен тұратын, буындарды аралас қосатын жүйе болып табылады. Әрбір горизонттағы алуға дайын қорлардың резерві тау-кен жұмыстарын белгілі бір уақыт аралығында жоғары горизонтқа қарамастан жүргізуге мүмкіндік береді.

Технологиялық тізбектің дайындық коэффициенті

$$k_{r,i} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{pi}}{\sum_{i=1}^n t_{pi} + \sum_{i=1}^n t_{ni}}$$

Мұнда:

$t_{pi}$  -  $i$ -ші кемердің технологиялық тізбегінің дұрыс жұмыс істеу уақыты;

$t_{ni}$  - технологиялық кемердің  $i$ -ші кемердің мәжбүрлі бос тұру уақыты;

$n$ -қаралатын уақыт аралығындағы технологиялық тізбектің  $i$ -ші кемердің бос тұрып қалу саны.

Технологиялық тізбектің дайындық коэффициенті жоғарғы жұмыс горизонты үшін жұмыс сенімділігіне сәйкес келеді, ал басқа горизонттар үшін олардың жұмысының сенімділігі тек жоталардың дайындық коэффициентіне ғана емес, сонымен қатар олардың арасындағы қорға да байланысты, тау-кен техникалық жүйесінің жұмыс істеу ықтималдығын сипаттайды - кездейсоқ таңдалған уақытта карьерлер, осы жүйенің жұмысқа дайындығын анықтайды және жүйенің пайдалану сапасын бағалауға мүмкіндік береді.

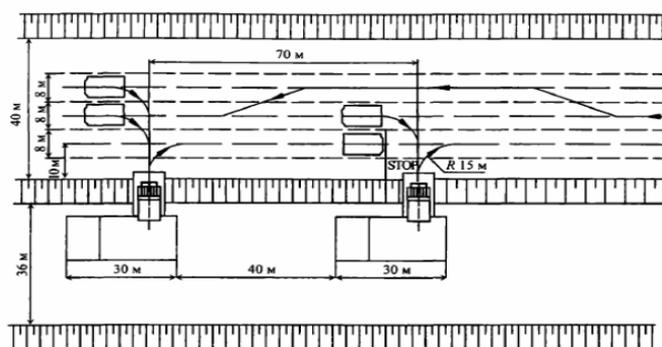
Жүйеде әртүрлі элементтер саны бар жылжымалы ұнтақтау кешендерімен карьердің технологиялық кешенінің мүмкін болатын өнімділігін анықтау үшін келесі бастапқы деректер қолданылады:

\* карьер режимі;

\* конвейер желісін ағымдағы жөндеу ұзақтығы;

\* жалпы жүйені ағымдағы жөндеу ұзақтығы;

- \* әрбір конвейер таспасының ұзындығының 25% жыл сайын ауыстыру кезінде түйісуді дайындау мен вулканизацияны қоса алғанда, әрбір конвейердің таспасын жөндеу ұзақтығы
- \* стационарлық таспалы конвейерлер үшін дайындық коэффициенті  $kt = 0,96$ .



Сурет 1 - Ұсақтау-қайта тиеу көкжиегіне орналастыру кезінде түсіру алаңының технологиялық схемасы

Жылжымалы ДПК бар схемаларды қолданудың тиімділігі, жабдықты пайдалану деңгейі, бүкіл жүйенің өнімділігі технологиялық процеске қатысатын барлық машиналар мен механизмдердің жиынтығына байланысты. Типтік схемада өнімділік пен параметрлер бойынша жеке машиналар мен механизмдер қатаң байланыстырылуы, өндіріс процесінің талаптарын толығымен қанағаттандыруы және оларды қолданудың жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз етуі керек.

#### Әдебиеттер:

- 1 Проников А.С Надежность машин.-М.: Машиностроение,1978
- 2 Булычев В.В. Дробильные машины. Конструкция, эксплуатация и ремонт
- 3 <http://nizrp.narod.ru/nadegnmash.pdf>

**М.Т.Серікбаева, С. А. Бортебаев**

#### Оценка надежности работы дробильного оборудования с применением цифровых технологий

**Аннотация.** В статье изложены рекомендации по оценке надежности работы дробильного оборудования с использованием цифровых технологий. Горнотехническое оборудование с применением подвижного дробильного оборудования в технологических схемах представляет собой сложную горнотехническую систему, последовательно и параллельно соединяющую отдельные технологические элементы. Надежность системы определяется на основе надежности ее составных элементов.

**Ключевые слова:** надежность, грузопоток, коэффициент готовности, производительность, технологический комплекс.

**M.T.Serikbayeva, S.A.Bortebaev**

#### Assessment of the reliability of crushing equipment using digital technologies

**Annotation.** The article provides recommendations for assessing the reliability of crushing equipment using digital technologies. Mining equipment with the use of mobile crushing equipment in technological schemes is a complex mining engineering system that connects separate technological elements in series and in parallel. The reliability of a system is determined based on the reliability of its constituent elements.

**Keywords:** reliability, freight traffic, availability, productivity, technological complex.

УДК 622.012.3.

**М.К.Ташмет**

*Научный руководитель: И.Н. Столповских, доктор технических наук, профессор, ассоциированный профессор Satbayev University, г. Алматы*

## РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИЗНАШИВАНИЕМ ДЕТАЛЕЙ ПОГРУЗОЧНО-ДОСТАВОЧНЫХ МАШИН

**Аннотация.** Приведены результаты обоснования и разработки принципов и методов прогнозирования технического обслуживания и ремонтов погрузочно-транспортных машин с целью достижения минимальных затрат активов при заданных уровнях производительности и существующих рисков. Разработка таких технологий позволяет, обеспечить существенную экономию материальных ресурсов, повышение экономической эффективности и самое главное снижение вредного экологического воздействия на окружающую среду.

**Ключевые слова:** прогнозирование технического состояния, изнашивание деталей, погрузочно-доставочная машина и прогнозное обслуживание.

Наиболее приоритетным направлением в сфере подземных разработок мощных залежей в горно-рудных месторождениях являются механизированные комплексы с системами самообрушения руды. Такая добыча полезных ископаемых обеспечивает высокий уровень производительности и позволяет реализовать годовые объемы обработки в несколько миллионов тонн.

Мощные самоходные машины, которые применяются для выпуска, доставки и транспортировки горных масс постоянно совершенствуются. Для уменьшения загазованности воздуха в них применяются системы газопоглотителей. Обновленные конструкции погрузочно-доставочных машин (ПДМ) имеют большую грузоподъемность и увеличенные объемы ковшей (Рисунок). При этом уменьшились сами габариты таких агрегатов. Современное оборудование способно перемещать рудные массы с кусками до 6 кубометров. Благодаря таким агрегатам, снижаются объемы вторичного дробления на транспортировочных горизонтах. Подобные устройства способны обрабатывать блоки с повышенной этажностью. Усовершенствованные механизмы существенно повышают уровень безопасности проведения горных работ. ПДМ могут оснащаться эффективными дизельными или электрическими приводами.



Рисунок 1 - Погрузочно-доставочная машина ST 14

При работе погрузочно-разгрузочных машин отдельные их детали подвергаются различным процессам износа в зависимости от многих факторов. Определенная часть факторов оценивается конструктивными особенностями узла или сопряжения, а также условиями эксплуатации машины и эффективностью технического обслуживания и ремонта.

Помимо факторов, связанных с состоянием поверхностей трения, на износ деталей влияет наличие смазочного материала и различных посторонних примесей, изменяющих характер износа. В зависимости от способа смазки и состояния поверхностей трения существует несколько видов внешнего трения.

На интенсивность износа большое влияние оказывает степень загрязнения поверхностей трения. Этот фактор особенно проявляется при износе деталей погрузочно-разгрузочных машин, используемых при обработке грузов. Вследствие попадания частиц сыпучего груза в места стыков грейферов кранов, грузоподъемных канатов, ходового и рабочего оборудования тракторных погрузчиков происходит быстрый выход из строя деталей этих узлов и агрегатов.

В этих условиях плановое техническое обслуживание нормальных условий эксплуатации машин достигается за счет сокращения сроков службы узлов и агрегатов и улучшения ежедневного обслуживания.

Износ деталей, узлов и сопряжений является одной из основных причин истощения ресурса. Износ трущихся поверхностей представляет собой сложный процесс, включающий в себя как чисто механические (усталостные повреждения, пластическая резка и др.), так и физико-химические явления.

Практические методы оценки долговечности трущихся деталей и сопряжений основаны на эмпирических формулах. Примером такой формулы служит соотношение для расчета подшипников качения долговечность [3].

$$L=(CP)^m,$$

Здесь  $L$  – ресурс подшипника;  $P$  – расчетная нагрузка на подшипник;  $C$  – динамическая грузоподъемность подшипника.

Типичная зависимость интенсивности изнашивания  $I$  от номинального давления или характерного номинального усилия  $q$  имеет вид

$$I=Kq^m,$$

где  $K$  и  $m$  – эмпирические постоянные.

Интенсивность изнашивания может меняться в весьма широких пределах:  $I=10^{-12} \dots 10^{-3}$ . Для скорости изнашивания  $j=dI/dt$  используют формулу

$$j=K_1 q^m v^n,$$

с эмпирическими константами  $K_1$  и  $v^n$  ( $v$  – относительная скорость трущихся пар).

Прогнозные методы технического обслуживания предназначены для определения состояния работающего оборудования и оценки того, когда проводить техническое обслуживание. Такой подход сулит экономию затрат по сравнению с запланированной или временной профилактической деятельностью, так как задачи выполняются только тогда, когда они оправданы. Таким образом, он рассматривается как техническое обслуживание, основанное на состоянии, которое осуществляется в соответствии с оценкой состояния деградации продукта.

Главное преимущество прогнозного технического обслуживания заключается в том, чтобы обеспечить удобное планирование корректирующего технического обслуживания и предотвратить неожиданные отказы оборудования. Успех этого метода заключается в правильном сроке службы оборудования, заводской безопасности, минимальном количестве аварий, негативно влияющих на окружающую среду, оптимизированном использовании запасных частей.

Предполагаемое техническое обслуживание опирается на фактическое состояние оборудования, в то время как особенность профилактического обслуживания заключается в том, что оно опирается на среднюю или ожидаемую статистику жизни для прогнозирования, когда требуется техническое обслуживание. Вообще говоря, с помощью машинного обучения проводится определение реального состояния системы и прогнозирование ее будущих состояний.

Некоторые основные компоненты, необходимые для предполагаемого технического обслуживания, включают обнаружение неисправностей, сбор и предварительную обработку данных, раннее обнаружение неисправностей, прогнозирование времени отказов, планирование технического обслуживания и оптимизацию ресурсов. Одной из движущих сил повышения производительности является предполагаемое техническое обслуживание и считается одним из способов достижения "точно по плану" в производстве.

Основная цель этого подхода - техническое обслуживание в запланированное время, когда обслуживание является наиболее экономичным, а оборудование теряет производительность на предельном уровне. Расходы, связанные с этой отраслью, приводят к незапланированному сокращению рабочего времени из-за сбоев, которые могут составлять сотни тысяч в день. Помимо потери доходов и затрат на компоненты при производстве энергии, могут взиматься штрафы за недоставку, что еще больше увеличивает затраты. В отличие от технического обслуживания, основанного на времени и количестве операций, оно обслуживается независимо от того, нужна ли часть оборудования или нет. Своевременное техническое обслуживание требует времени, неэффективно при выявлении проблем, возникающих между плановыми проверками и, следовательно, неэкономично.

"Прогностическая" составляющая прогнозируемого ремонта проистекает из цели прогноза будущих изменений состояния оборудования. Этот метод использует правила статистического управления процессами, чтобы узнать, на каком этапе в будущем будет уместна деятельность по техническому обслуживанию.

Большинство прогнозных проверок выполняются во время эксплуатации оборудования, что сводит к минимуму нарушения нормальной работы системы. Внедрение прогнозного технического обслуживания может привести к значительной экономии затрат и повышению надежности системы.

Техническое обслуживание, ориентированное на надежность, подчеркивает использование методов прогнозного технического обслуживания в дополнение к традиционным профилактическим мерам. При правильном внедрении она предоставляет компаниям инструмент для достижения наименьших чистых приведенных затрат активов при заданном уровне производительности и риска.

Одной из целей является передача прогнозных данных технического обслуживания в компьютеризированную систему управления техническим обслуживанием, чтобы данные о состоянии оборудования были направлены на необходимый объект оборудования для начала планирования технического обслуживания, выполнения заказов на работы и отчетности. Если этого не будет достигнуто, предполагаемое техническое решение будет иметь ограниченное значение, по крайней мере, если оно будет реализовано на средне- и крупногабаритном заводе с десятками тысяч единиц оборудования. В 2010 году горнодобывающая компания Voliden внедрила интегрированную распределенную систему управления и решение для прогнозирования технического обслуживания, интегрированную с заводской компьютеризированной системой управления техническим обслуживанием на объектном уровне путем передачи аппаратных данных с использованием таких протоколов, как HighwayAddressableRemoteTransducerprotocol, IEC61850 и OLE для управления технологическими процессами.

Применение технологии **predictive maintenance** позволяет:

- использование современных датчиков, систем анализа собираемых данных и решений по прогнозной аналитике;
- прогнозировать наиболее точное время и место отказов и давать рекомендации по необходимому ремонту;
- автоматическое создание рабочих заданий в информационной системе управления ТО и Р и проверка их выполнения;

- принимать отчеты от рабочих и контролировать влияние их действий на фактическое состояние машины;
- выбор правильного подхода и правильной стратегии для каждого компонента каждой единицы оборудования в тысячах машинных парков;

### **Литература:**

1. Кизим А. В. Обоснование необходимости автоматизации работ по ремонту и техническому обслуживанию оборудования // Известия ВолгГТУ. Серия «Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в техн. Системах». - Волгоград, 2009. - № 6. - С. 118-121.
2. Свинин, В.С. Стратегическое планирование - основа стабильности работы предприятия. / В. С. Свинин, А. Ю. Звонарь, В. Ю. Запорожец // Горный журнал. – 2009. - №9, - с. 25 – 28.
3. "How Much Does Predictive Maintenance Save You Money?". LearnOilAnalysis.com. Archived from [theoriginal](#) on 2017-10-03. Retrieved 2017-12-03.
4. Peng, K. (2012). Equipment Management in the Post-Maintenance Era: A New Alternative to Total Productive Maintenance (TPM). CRC Press. pp. 132–136. ISBN 9781466501942. Retrieved 18 May 2018.

**М. Қ. Ташмет, И. Н. Столповских**

#### **Тиеу-жеткізу машиналары бөлшектерінің тозуын болжау және басқару принциптерін әзірлеу**

**Аңдатпа.** Тұрақты өнімділік деңгейіне және қолданыстағы машинаның істен шығуының ең аз шығындарына қол жеткізу үшін жүк көліктеріне техникалық қызмет көрсету мен жөндеуді болжау принциптері мен әдістерін негіздеу және әзірлеу нәтижелері келтірілді. Мұндай технологияларды дамыту материалдық ресурстарды едәуір үнемдеуге, экономикалық тиімділікті арттыруға және ең бастысы қоршаған ортаға зиянды экологиялық әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** техникалық жағдайды болжау, бөлшектердің тозуы, тиеу-жеткізу машинасы және болжамды қызмет көрсету.

**M. K. Tashmet, I. N. Stolpovskikh**

#### **Development of principles for forecasting and managing the wear of parts of loading and delivery machines**

**Annotation.** The results of substantiation and development of principles and methods for forecasting maintenance and repairs of loading and transport machines in order to achieve the minimum cost of assets at the specified levels of productivity and existing risks are presented. The development of such technologies allows us to provide significant savings in material resources, increase economic efficiency and, most importantly, reduce the harmful environmental impact on the environment.

**Keywords:** predicting the technical condition, wear of parts, loading and delivery machine and predictive maintenance.

УДК 621.867

**А.Б. Ташмуханбетов, М.Э. Гапурхаев**

*Научный руководитель - Ахметова Ш.Д., ассоциированный профессор, кандидат технических наук*

*Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*Институт металлургии и промышленной инженерии*

[sherkam5@mail.ru](mailto:sherkam5@mail.ru)

### **СИСТЕМА РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ**

**Аннотация.** Раздаточная коробка - это трансмиссионный элемент для полноприводных внедорожников с двигателем внутреннего сгорания, основной функцией которого является возможность подключения переднего моста, а также управляемое

водителем много модовое распределение мощности от двигателя между осями. По конструкции это всегда отдельный агрегат, в корпусе (картере) которого по умолчанию расположены два последовательно расположенных устройства: демультипликатор (делитель) для получения промежуточного передаточного числа в трансмиссии и делитель одного потока мощности. на две, принцип работы которых определяет тип полного привода.

В данной работе показано, что установка раздаточной коробки увеличивает проходимость легковых автомобилей, также от нее зависит расход топлива, максимальная скорость. Кроме того, разработана методика испытания раздаточных коробок.

**Ключевые слова:** легковой автомобиль повышенной проходимости, трансмиссия, раздаточная коробка.

### **Раздаточная коробка**

Для распределения, крутящего момента между ведущими мостами полно приводных автомобилей, устанавливается механизм, называемый раздаточной коробкой. На автомобилях с бортовым приводом раздаточные коробки могут устанавливаться для распределения момента между бортами или отдельными группами ведущих колес борта. Иногда раздаточная коробка устанавливается на неполно- приводных автомобилях 6X4, она распределяет крутящий момент между мостами тележки.

Классификация раздаточных коробок производится по следующим признакам: характеру деления силового потока; количеству ступеней передаточного числа; количеству выходных валов; взаимному расположению выходных валов; периодичности включения привода вспомогательного моста.

По характеру деления силового потока различают раздаточные коробки с дифференциальным приводом выходных валов, блокированным и смешанным.

Раздаточная коробка, иногда называемая просто «раздаткой», устанавливается между коробкой передач и валами, ведущими к осям (рис. 1). Несмотря на большое разнообразие конструкций, некоторые детали раздаточной коробки имеются в любой модели:

- ведущий вал (передает крутящий момент от КПП на «раздатку»);
- механизм блокировки и межосевой дифференциал;
- зубчатая или цепная понижающая передача (изменяет передаточное число);
- актуатор (отвечает за включение блокировки);
- карданные валы привода передней и задней оси;
- синхронизатор, который позволяет включать понижающий ряд на ходу.

«Раздатка» представляет собой корпус, в который входит ведущий вал двигателя, а выходят два приводных карданных вала к передней и задней осям. Устройство раздаточной коробки аналогично устройству коробки передач: ее корпус – это закрытый картер, масляная ванна которого обеспечивает смазку дифференциала и механизма блокировки. Рычаг или кнопки в салоне осуществляют переключение [1].

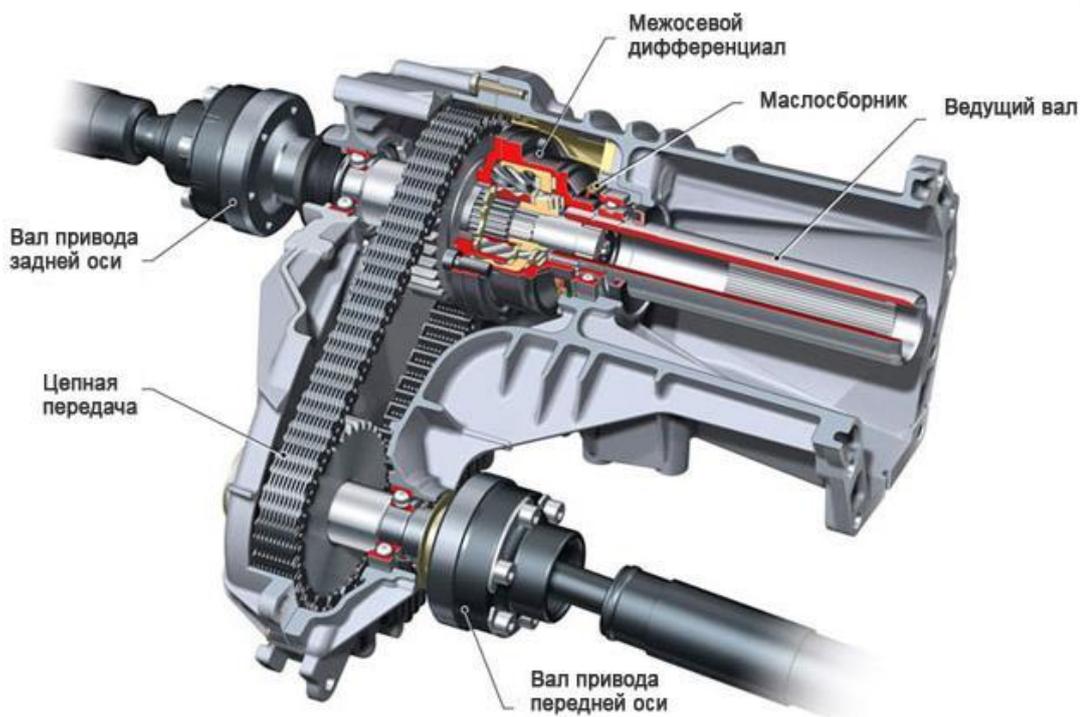


Рисунок 1 - Раздаточная коробка

**Принцип работы раздаточной коробки.** Базовой функцией раздаточной коробки является подключение или отключение одного из мостов. В конструкции классических внедорожников и полноприводных грузовиков крутящий момент постоянно передавался на задний ведущий мост. Передняя ось, в целях экономии топлива и ресурса его узлов, подключалась только для преодоления сложных участков дороги, либо при сложных дорожных условиях (дождь, лед, снег). Этот принцип сохранен и в современных автомобилях, с той разницей, что постоянно ведущей теперь является передняя ось [1].

При включении прямой передачи крутящий момент поступает от муфты синхронизатора на зубчатое колесо прямой передачи, далее на зубчатое колесо промежуточного вала и на ведомое зубчатое колесо, венец которой крепится к корпусу дифференциала, далее на валы привода мостов [4].

При включении понижающей передачи крутящий момент поступает от муфты синхронизатора на зубчатое колесо понижающей передачи, далее – на зубчатое колесо промежуточного вала, ведомое зубчатое колесо и вал привода мостов [4].

Изменение крутящего момента, его распределение между всеми ведущими осями, – это вторая по важности функция “раздатки”. Межосевой дифференциал раздает крутящий момент между передней и задней осями, при этом они могут получить равные усилия (симметричный дифференциал), либо разделенные в установленной пропорции (несимметричный дифференциал).

Межосевой дифференциал позволяет осям вращаться с разным количеством оборотов. Это требуется при движении по хорошей асфальтированной дороге для снижения износа покрышек и экономии топлива. Когда автомобиль покидает дорогу и требуется выжать из полного привода максимум, включается блокировка межосевого дифференциала: оси жестко соединены друг с другом и могут вращаться только с одинаковой скоростью. Предотвращая пробуксовку, такая схема работы усиливает внедорожный потенциал.

Следует отметить, что функция блокировки дифференциала имеется только на небольшом количестве раздаточных коробок, установленных на классические внедорожники, спецтранспорт и военные грузовики. Столь распространенные в наше время кроссоверы и паркетные внедорожники не рассчитаны на движение по действительно серьезному бездорожью, поэтому они лишены этой функции с целью удешевления.

**Межосевой дифференциал.** Межосевой дифференциал, играет важнейшую роль, распределяя крутящий момент по приводным осям автомобиля. Если дифференциал не оснащен механизмом блокировки, значит, оси могут двигаться с разной скоростью. Самоблокирующийся дифференциал, а также дифференциал, который имеет механизм ручной блокировки, дают возможность принудительного распределения крутящего момента между ведущими мостами, что очень актуально при езде по бездорожью [2].

В раздаточных коробках применяется три различные системы блокировки межосевого дифференциала, которые устанавливаются на автомобили, различающиеся по внедорожным качествам.

Фрикционная многодисковая муфта – это самый современный вид блокировки дифференциала «раздатки». Контролируемое усилие сжатия набора фрикционных дисков, примененных в муфте, позволяет распределять крутящий момент по осям в зависимости от конкретных дорожных условий. При нормальных дорожных условиях оси загружаются поровну. Если одна из осей начинает прокручиваться вхолостую (проскальзывать), фрикционные диски сжимаются, блокируя межосевой дифференциал частично или полностью. В этот момент мост, который лучше всего “держится за дорогу”, получает больше крутящего момента двигателя. Для этого актуатор дает команду электродвигателю или гидравлическому цилиндру [1].

Вязкостная муфта (вискомуфта) является наиболее простым и недорогим устройством автоматической блокировки дифференциала. Работа муфты основана на возникновении блокирующего момента при разности угловых скоростей осей. Конструктивно муфта состоит из набора перфорированных дисков, половина из которых соединена со ступицей, другая – с корпусом муфты. Диски помещены в силиконовую жидкость. При проскальзывании одной из осей увеличивается частота вращения определенных дисков, силиконовая жидкость становится более вязкой (густеет) и муфта блокируется – образуется связь ступицы с корпусом муфты. К недостаткам вискомуфты можно отнести срабатывание с запаздыванием, неполная блокировка межосевого дифференциала, перегрев при длительном использовании, несовместимость с системой ABS [3].

Самоблокирующийся дифференциал Torsen представляет собой конструкцию, состоящую из червячных шестерен: ведущих (сателлиты) и ведомых (солнечные шестерни приводов осей). Блокировка в дифференциале происходит за счет сил трения в червячной передаче. При движении по твердому покрытию устройство работает как обычный межосевой дифференциал и распределяет крутящий момент по осям в равных отношениях. При проскальзывании одной из осей крутящий момент перебрасывается на ось с лучшими сцепными свойствами, при этом соотношение крутящих моментов может достигать 20:80. Ввиду ограничений по прочности конструкции дифференциал Torsen не применяется на внедорожных автомобилях [3].

**Управление раздаточной коробкой.** Старые внедорожники, грузовики и спецтранспорт обычно имеют ручное (механическое) управление “раздаткой”. Для подключения или отключения одного из мостов, а также для включения дифференциала или пониженного ряда используется рычаг, обычно расположенный в полу кабины рядом с рычагом КПП. Для его включения иногда требуется полная остановка автомобиля [1].

Более новые модели имеют ручное электрическое управление: все режимы работы раздаточной коробки выбираются при помощи кнопок на приборной панели. Если в “раздатке” есть синхронизатор, то остановка автомобиля не потребуется [1].

В современных автомобилях применяют автоматическое управление раздаточной коробкой. При выборе автоматического режима бортовой компьютер сам определяет пробуксовку мостов, после чего перенаправляет крутящий момент. Если нужно, включает блокировку дифференциала. Водитель может отключить автоматику и выполнять все работы на ходу самостоятельно. Рычаг управления отсутствует [1].

Все виды кроссоверов и универсалов повышенной проходимости имеют полностью автоматизированный механизм управления раздаточной коробкой. Водитель не может сам управлять механизмом, так как все решения принимаются электроникой [1].

Режимы работы раздаточной коробки определяются ее конструкцией. В совокупности раздаточная коробка может иметь следующие режимы работы:

1. включен задний мост;
2. включены оба моста;
3. включены оба моста при блокировке межосевого дифференциала;
4. включены оба моста на понижающей передаче при блокировке дифференциала;
5. включены оба моста при автоматической блокировке дифференциала [3].

#### **Литература:**

1.Раздаточная коробка – использование полного привода по максимуму [Электронный ресурс]. – URL: <https://techautoport.ru/transmissiya/sistemy-polnogo-privoda/razdatochnaya-korobka.html> (дата обращения: 10.03.2021)

2.Раздаточная коробка: устройство, назначение, типы [Электронный ресурс]. – URL:<https://bit.ly/3vI3WiS> (дата обращения: 10.03.2021).

3.Трансмиссия автомобиля, системы полного привода, раздаточная коробка [Электронный ресурс]. – URL:[http://systemsauto.ru/transmission/razdatochnaja\\_korobka.html](http://systemsauto.ru/transmission/razdatochnaja_korobka.html) (дата обращения: 10.03.2021).

4.Общее устройство трансмиссии, устройство раздаточной коробки [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.autoezda.com/transmission/97-rkgugyli.html> (дата обращения: 10.03.2021).

**А.Б. Ташмуханбетов, М.Э. Гапурхаев, Ахметова Ш.Д.**

#### **Жіберу корпусы жүйесі**

**Аңдатпа.** Трансмиссиялық корпус - бұл ішкі жану қозғалтқышы бар, бүкіл донғалақты қозғалтқышы бар автомобильдер үшін беріліс элементі, оның негізгі функциясы алдыңғы осьті қосу мүмкіндігі, сондай-ақ драйвер басқаратын көп режимді қуат тарату осьтер арасындағы қозғалтқыш. Дизайн бойынша, бұл әрқашан жеке блок, оның корпусында (картерде) әдепкі бойынша екі рет орналасқан қондырғы бар: беріліс қорабындағы аралық беріліс қатынасын алуға арналған демумультипликатор (бөлгіш) және бір қуат ағынының сплиттері. екіге, оның жұмыс принципі толық жетектің түрін анықтайды.

Бұл жұмыста трансмиссиялық корпусың орнатылуы жолаушылар вагондарының жол жүру қабілетін арттыратындығы, отын шығыны мен максималды жылдамдығы да осыған байланысты екендігі көрсетілген. Сонымен қатар, трансферлік жағдайларды тексеру әдісі әзірленді.

**Түйін сөздер:** жол талғамайтын автомобильдер, беріліс қорабы, трансферлік іс.

**A.B. Tashmukhanbetov, M.E. Gapurkhaev, Akhmetova Sh.D.**

#### **Transfer case system**

**Abstract.** The transfer case is a transmission element for all-wheel drive off-road vehicles with an internal combustion engine, the main function of which is the ability to connect the front axle, as well as the driver-controlled multi-mode power distribution from the engine between the axles. By design, it is always a separate unit, in the housing (crankcase) of which, by default, there are two sequentially located devices: a demultiplier (divider) for obtaining an intermediate gear ratio in the transmission and a splitter of one power stream into two, the principle of operation of which determines the type of all-wheel drive.

In this work, it is shown that the installation of a transfer case increases the cross-country ability of passenger cars, and the fuel consumption and maximum speed also depend on it. In addition, a method for testing transfer cases has been developed.

**Key words:** off-road passenger car, transmission, transfer case.

**Д. Х. Хайруллаев, Б.С. Бейсенов, Е.Е.Сарыбаев**

*Научный руководитель-Б. С. Бейсенов, канд.тех.наук, ассоц.профессор кафедры  
«Технологических машин, транспорта и логистики».*

Satbayev University, Қазақстан, г. Алматы

[daniyarkaz1@gmail.com](mailto:daniyarkaz1@gmail.com)

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМОБАЛЛОННОГО ПРИВОДА С ПРЕРЫВИСТЫМ (ПОШАГОВЫМ) ЦИКЛОМ ДВИЖЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ПРИВОДА БАРАБАНЫХ МЕЛЬНИЦ**

***Аннотация.** В данной статье представлены результаты предварительных исследований по использованию пневмобаллонного варианта привода с прерывистым циклом движения в качестве вспомогательного привода лабораторной барабанной мельницы. Показан положительный эффект от работы предложенного привода в виде снижения пусковых токов на 14% уже при 0,3МПа давления в пневмосистеме.*

***Ключевые слова:** пневмобаллонный, привод, барабанная, мельница, вспомогательный, пуск, ток.*

На предприятиях горно-металлургического комплекса эксплуатируется значительное число технологических машин с тяжелым ротором: барабанные мельницы, сушильные печи, конвертеры, миксеры и т.д. Из-за их большой инерционной массы наиболее неблагоприятными их режимами в эксплуатации являются пусковые режимы, на которых наблюдается многократное превышение нагрузок на пусковые устройства, что чревато снижением их ресурса, частыми отказами и необходимостью их ремонта.

Для предотвращения неблагоприятных режимов пуска тяжелого роторного оборудования в эксплуатации предпочитают их не останавливать даже при отсутствии сырья, поэтому они длительное время работают без загрузки «вхолостую». Расход электроэнергии в таком режиме непродуктивной работы может в течение нескольких лет превысить десятки миллионов тенге или стать сопоставимым со стоимостью новой мельницы.

При больших мощностях приводов шаровой рудоразмольной мельницы (к примеру- МШР, мощностью электропривода от 400 кВт и более) или мельниц самоизмельчения (ММС, мощностью электродвигателя 2000 кВт и более) с низкими оборотами (13 мин<sup>-1</sup> или немного более) конструкция двигателя достигает огромных размеров. Пусковые токи их электроприводов могут в несколько раз превышать номинальные, в нормальном устойчивом режиме работы. Из-за большой инерционной массы ротора как самого электродвигателя, так и приводимого барабана мельницы, время пуска довольно значительное. На этих режимах наблюдаются значительные «просадки» напряжения в питающей сети, что сказывается на продолжительности пуска и на надежности работы остального электрического оборудования, питающейся от этой сети. Пусковые режимы электроприводов мельниц с нагревом обмоток существенно снижают ресурс их работы и становятся частой причиной отказов.

Если учесть, что на крупных горно-обогатительных предприятиях (ГОКах) количество подобных мельниц достигает многих десятков штук, то легко себе представить проблемы с питающей сетью на предприятии и общую стоимость ремонтов приводов мельниц (синхронного электродвигателя, элементов открытой зубчатой передачи), вызванных прямыми пусками /1-4/.

В тоже время для тяжелых машин, привода которых работают в повторно-кратковременном режиме эти проблемы даже усугубляются и последствиями, которые могут привести к простоям всей технологической цепочки (отказ привода конвертера, миксера и

другого плавильного оборудования в момент слива металла может привести к остыванию металла и полному выходу из строя).

Решение данной проблемы видится в оптимизации пусковых режимов с использованием оригинальных вспомогательных устройств с большим крутящим моментом, которые позволят кратно снизить нагрузку на основные штатные приводные устройства тяжелого роторного оборудования на пусковых режимах. Эти же вспомогательные пусковые устройства могут применяться для обеспечения поворота барабана с малым числом оборотов при проведении ремонтных работ и перефутеровках. Предстартовое включение таких вспомогательных устройств позволит компенсировать люфт и снизить ударные нагрузки в зацеплениях механических передач тяжелых машин для старта их основного пускового электропривода, что также повысит их надежность и продлит срок службы.

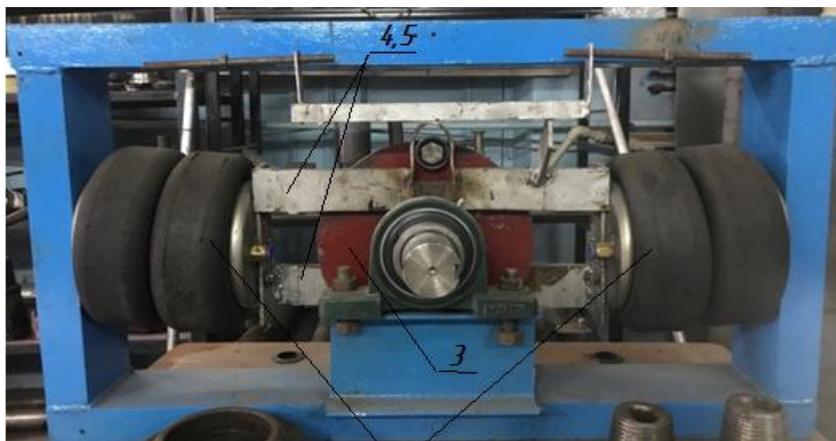
С 2005 годов на кафедре «Технологические машины и оборудование» велась разработка и исследование различных вариантов конструкций пневмобаллонного привода с непрерывным и пошаговым циклами движения /1-5/, которые позволяют решать эти проблемы не только с экономической, но и экологической стороны. Пневматический привод лучше других приводов, особенно приспособлен для работы в тяжелых условиях, где часто происходят реверс, резкие остановки, резкие колебания внешней нагрузки, динамические удары и вибрации во время рабочего цикла машины. Эта способность пневматического привода имеет решающее значение при оценке его как технически более подходящего типа привода для использования в машинах, используемых в металлургической отрасли. Кроме того, пневматический привод в некоторых случаях является наиболее подходящим для вспомогательных производственных процессов, так как обеспечивает простоту и гибкость систем управления и даже очень сложное движение исполнительных органов машины и механизмов.

Для проверки возможностей вспомогательного привода пневмобаллонного типа с прерывистым (пошаговым) циклом движения в составе привода лабораторной мельницы с противоположной стороны главного привода был установлен вариант привода этого типа (рис.1)



Рисунок 1 – Общий вид стенда для исследования возможностей пневмобаллонного вспомогательного привода

На конструкцию этого привода, приведенной на рисунке 2, получено авторское свидетельство /2/. Использование его для ремонтных работ в пошаговом режиме не вызывает сомнений, а для выяснения каким образом его работа скажется на пусковых токах были проведены исследования.



1,2 – пневматические баллоны серии И-02; 3 – храповый блок; 4,5 – кронштейны толкателей  
Рисунок 2 - Пневматический пневмобаллонный привод (условно блок пневмоуправления не показан)

Для регистрации силы тока в одну из фаз тракта питания электродвигателя главного привода врезали амперметр переменного тока. Принимая во внимание пилообразный режим работы этого привода обусловленный наличие переходной фазы в момент переключения наддува одного баллонов на другой пришлось визуально ловить этот момент. Но ожидания оправдались – пусковой ток снизился с 9А до 7А (< 20%) и это при номинальном давлении в пневмосистеме – 0,3МПа (рис.3). Т.е при повышении давления, а это приведет более быстрому наддуву эффект снижения пускового тока будет более явным.



а)

а – пуск без вспомогательного привода



б)

б – пуск с вспомогательным приводом

Рисунок 3 – Показания амперметра врезанного в одну из фаз трехфазного ввода питания главного эл.двигателя

### 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. Инновационного патент №99205 «Пневматический привод возвратно-поступательного действия», 2017.
3. Вестник КазНТУ №5, 2014. С.103-109, Исследование возможностей силовых гибких

оболочек с возвратно-поступательным движением в приводах с вращательным движением рабочего органа металлургических машин», Бейсенов Б.С., Иманкулов А., Сарыбаев Е.Е., Ерланулы Ж.

4. Вестник КазННТУ №2, 2017, Универсальный пневматический модуль для тихоходных технологических машин, Эдиат К.С., Бейсенов Б.С.

**Хайруллаев Д.Х., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е.**

**Барабанды диірменнің қосалқы жетегі ретінде қозғалыс циклы үзілісті (қадыммен) пневмобаллонды жетектің параметрлерін таңдау және зерттеу**

**Аңдатпа.** Бұл мақалада зертханалық барабанды диірменнің қосалқы жетегі ретінде қозғалыс циклы үзілісті пневмобаллонды жетекті қосалқы іске қосу жетегі ретінде пайдалану бойынша жүргізілген алдын ала зерттеулердің нәтижелері көрсетілген. Ұсынылып отырған жетек жұмысының оң әсері пневможүйедегі қысымның шамасы 0,3 МПа тең болған жағдайда іске қосу тоғының шамасы 14% төмендеуі әсері түрінде көрсетілген.

**Кілт сөздер:** пневматикалық, жетек, барабанды, диірмен, қосалқы, іске қосу, ток.

**D. H. Khyrullaev, B.S. Baisenov, Y.Y. Sarybayev.**

**Development and study of the parameters of a pneumatic actuator with an intermittent (step-by-step) cycle of motion as auxiliary drive of drum mills.**

**Annotation.** This article presents the results of preliminary studies on the use of a pneumatic cylinder version of the drive with an intermittent cycle of movement as an auxiliary drive of a laboratory drum mill. The positive effect of the proposed drive is shown in the form of a reduction in starting currents by 14% already at 0.3 MPa of pressure in the pneumatic system

**Keywords:** pneumatic, drive, drum, mill, auxiliary, start, current.

УДК 656.025.4

**Ш.М. Шыңдалы**

*Satbayev University, Қазақстан, Алматы қ.,  
Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты  
[shattyk\\_shyndaly@mail.ru](mailto:shattyk_shyndaly@mail.ru)*

**ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТЕМІРЖОЛ КОНТЕЙНЕРЛІК ЖҮК ТАСЫМАЛЫ:  
МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН ШЕШІМДЕРІ**

**Аңдатпа.** Жүк тасымалы әрқашан да еліміздің экономикалық және саяси салада дамуының негізі болып келе жатыр. Оның бірден-бір мысалы – ата-бабаларымыздан жалғасып келе жатырған Еуропа мен Азияның арасын жалғап жатырған «Ұлы Жібек Жолы». Еліміз басынан кешірген көптеген географиялық өзгерістерге қарамастан, «Ұлы Жібек Жолы» еліміздің қай сала да болмасын дамуында өз маңызын жоғалтпады. Қазақстанның Еуропа мен Қытай арасын жалғап тұрған транзиттік потенциалы қазіргі таңда ел экономикасын нығайтудың үлкен мүмкіндігі болып отыр. Мақалада қазіргі таңдағы контейнерлік жүк тасымалының даму жолындағы негізгі мәселелер мен оның шешімдері туралы мәліметтер келтірілген.

**Түйін сөздер:** жүк ағыны, «Ұлы Жібек Жолы», транзиттік потенциал, контейнерлік жүк тасымалы, электрлендірілген темір жолдар желісі.

Қазіргі таңда жүк тасымалы еліміздің экономикасын дамытудың негізгі бөлшегі болып отыр. Оның ең алғашқы себебі – Қазақстанның үлкен аумақты алып жатырған жер көлемі. Еліміздің жер көлемінің үлкендігі, онда орналасқан елді-мекендердің бір-бірінен алыс қашықтықта орналасуы жүк пен жолаушы тасымалын дамытудың негізгі факторы болып есептеледі. Сонымен қатар, Еуропа мен Азия арасындағы жүк ағынының басым бөлігі Қазақстан аумағы арқылы өтуі – еліміздің экономикасын жақсартудың негізгі бағытын

айқындайтынын атап өту қажет. Бұл айтылғн факторлар еліміздің көлік тасымалы саласы ерекше көңіл аударуды қажет ететіндігін білдіреді.

Қазақстанда 2020 жылы 2019 жылмен салыстырғанда жүк айналымы 3,5% - ға өсіп, 231,8 млрд.ткм құрады (1-сурет). 2020 жылы Қазақстан темір жол желісі арқылы 256,5 млн.тоннадан астам жүк тиелді, бұл 2019 жылмен салыстырғанда 1,4 млн. тоннаға артық [1,2].



Сурет 1 - Темір жол көлігінің негізгі көрсеткіштері [1,2]

Халықаралық теміржол қатынастарында жүк айналымы көлемінің өсуі де байқалады. 2020 жылы Қытай мен Қазақстанның шекаралық станциялары арқылы 19,5 миллион тонна жүк тасымалданды. 2019 жылдың көрсеткішімен салыстырғанда жүк тасымалдау 24% - ға өскен. Қазақстаннан Қытайға шығарылған жүктің көлемі 34% - ға, ал Қытайдан Қазақстанға кіпгізілген жүктің көлемі 9% - ға өсті[1,2].

Өткен жылы Достық-Алашанькоу шекаралық станциялары арқылы тәулігіне 16 пойыздың орнына 18 пойыз, Алтынкөл – Қорғас шекаралық станциялары арқылы тәулігіне 5 пойыздың орнына 8 пойыз жіберілді[1,2].

2020 жылы Қазақстан аумағы бойынша транзиттік қатынаста 7000-нан астам контейнерлік пойыз жүріп өткен, бұл 2019 жылмен салыстырғанда 39% - ға жоғары. Оның ішінде, Қытай-Еуропа-Қытай бағытында 4800-ге жуық контейнерлік пойыз жүріп өтіп, 2019 жылмен салыстырғанда 55% - ға өскендігін көрсетеді[1,2].

2019 жылы Қазақстан арқылы Қытай – Еуропа – Қытай бағытында 347,5 мың ЖФБ тасымалданды, бұл 2018 жылғы деңгейден 12%-ға асып түсті. Сонымен қатар, Ресей, Қытай - ОА бағытында және өзге бағыттарда транзиттік контейнерлік тасымалдар көлемі 304 мың ЖФБ болды, бұл 2018 жылғы деңгейден 37%-ға асып түсті (2-сурет) [1,2].



Сурет 2 -Қазақстан арқылы өтетін транзиттік контейнерлік жүк тасымалдары, мың ЖФБ [1,2]

Қазақстан Қытай мен Еуропаның контейнерлік транзитінің негізгі үлесін қабылдайтын ел болып табылады. Қазіргі таңда Еуропа мен Қытай арасындағы контейнерлік жүк тасымалының 85 пайызы Қазақстан арқылы өтіп жатыр. Бұның бірден-бір себебі – Қазақстан арқылы өтетін транзиттік маршрут бойынша Қытайдан Еуропаға жүктерді жеткізу мерзімі 14-16 күнді құрайды. Әдетте бұл Суэц каналы арқылы 40-45 күнге дейін созылады[3,4].

Алайда, қазіргі таңда Қазақстан арқылы өтетін маршрутты 14-16 күнге дейін қысқарту мүмкін болмай отыр. Оған әсер етуші көптеген факторлар бар. Оның ішінде біздің еліміздегі әсер етуші факторларға тоқталатын болсақ:

1) Электрлендірілген темір жол желісінің аздығы. Қазақстан темір жолдар желісін дамытуда басқа елдерден едәуір артта қалып отыр. Қазақстандағы жалпы пайдаланудағы теміржолдардың пайдалану ұзындығы 16 634,8 км құрайды, оның ішінде 4,2 мың км ғана электрлендірілген желілерге келеді. Бұл дегеніміз Қазақстанның темір жолының 70 пайызына электрлендірілген желі жүргізілмегендігін білдіреді. Мысалы, Ресей темір жол желісінің ұзындығы 85,5 мың км, электрлендірілген желілердің ұзындығы 43,7 мың км. Францияда аумағы Қазақстаннан 5 есе аз, темір жолдардың ұзындығы 29 мың км құрайды, оның ішінде 15 мың км электрлендірілген желілерді құрайды[5].

2) Контейнерлерді қабылдаушы станциялардың контейнерлерді өткізу қабілетінің төменділігі:

- контейнерлері бар 50-60 вагоннан тұратын құрамды жинақтау үшін вагондардың жиналып қалуы. Өкінішке орай, бұндай мүмкіндік тек ірі экспедиторлар мен жүк жөнелтушілерде ғана бар.

- теміржол әкімшіліктерінің контейнерлік пойыздардың ұзындығына қойылатын әртүрлі талаптарына байланысты шекарадағы пойыздардың тоқтап тұруы (Ресей, Беларусь және Қазақстан темір жолдарындағы контейнерлік пойыз ұзындығының нормасы - 71 вагон, Польша - 33 вагон, Қытай-55-60 вагон) [6,7];

- Ресей, Моңғолия және Қазақстанның шекара станцияларындағы жүк ағындарының теңгерімсіздігі және соның нәтижесінде бос жылжымалы құрам (теміржол платформалары) тапшылығының кезеңдік өсуі[6,7];

3) Білікті жұмысшылар мен инженерлік-техникалық персоналдың жетіспеушілігі. Жүк тасымалы саласының қазіргі заманғы қажеттіліктерінің орта арнаулы және жоғары білім берудің ескірген білім беру бағдарламаларымен жеткіліксіз келісілуінің және даярлау сапасының төмендігінің салдарынан инфрақұрылымдық объектілерді жобалау, жобаларды іске асыруды басқару, дамуды жоспарлау, сондай-ақ орындалған жұмыстардың сапасын бақылау сияқты бағыттарда білікті мамандардың тапшылығы байқалады.

Осының барлығы технологияны жақсарту мен логистикалық тізбектің барлық бөлігіндегі шығындарды оңтайландыруды талап етеді. Сонымен қатар:

- электрлендірілген темір жол желісін ұзарту;

- контейнерлік поездардың санын арттыруды

- контейнерлік поездардың қозғалысы кезінде жылдамдықты шектейтін тар жерлерді жою;

- мамандар даярлауда білім ордалары мен кәсіпорындар арасында тығыз байланыс орнату арқылы теориялық білім мен тәжірибиелік білімді ұштастыруға мүмкіндік жасау қажет.

- айыппұлдардың, контейнерді уақтылы әкетпегені үшін оны тәркілеудің күшін жою;

- тарифтік бағдарламалады қайта қарау.

Жоғарыда айтылған мәселелер бойынша елдегі контейнерлік тасымалдар деңгейін арттыру жөніндегі шараларды әзірлеу және іске асыру нәтижесінде темір жолдағы жүктер транзитінен кірістердің өсуі, қосылған құны жоғары шикізаттық емес экспорттың контейнерлік тасымалдар көлемінің ұлғаюы күтілуде.

## Әдебиеттер

1. Грузооборот железнодорожного транспорта Казахстана показывает стабильный рост:  
<https://www.railways.kz/articles/company/news>
2. «ҚТЖ» ҰК» АҚ-ның 2019 жылғы жылдық есебі
3. Аналитический доклад «О выявлении недостатков, связанных с организацией движения поездов, в части согласования перевозок и оформления перевозок грузов, в том числе с применением безбумажных технологий»:  
<http://www.eurasiancommission.org/ru/act/energetikaiinfr/transport>
4. Транзитные перевозки из Китая в Европу: <http://www.morvesti.ru/analitika/1685/86587/>
5. <https://www.inform.kz/ru/deputaty-podvergli-kritike-deyatel-nost-kazakstan-temir-zholy>
6. Как развивается транспортная отрасль Казахстана:  
<https://kursiv.kz/news/issledovaniya/2019-04/kak-razvivaetsya-transportnaya-otrasl-kazakhstana>
7. Казахстану предложили развивать рынок контейнерных перевозок:  
<https://kursiv.kz/news/otraslevye-temy/2020-06/kazakhstanu-predlozhili-razvivat-rynok-konteynerykh-perevozok>

### Ш.М. Шындалы

#### Железнодорожные контейнерные грузоперевозки в Казахстане: проблемы и решения

**Аннотация.** Грузоперевозки всегда были и остаются основой развития страны в экономической и политической сфере. Его единственный пример-«Великий Шелковый Путь», соединяющий Европу и Азию, продолжающийся от наших предков. Несмотря на многочисленные географические изменения, которые претерпела наша страна, «Великий Шелковый путь» не утратил своего значения в развитии любой отрасли страны. Транзитный потенциал Казахстана между Европой и Китаем в настоящее время является большой возможностью для укрепления экономики страны. В статье приведены сведения об основных проблемах развития контейнерных грузоперевозок на сегодняшний день и его решения.

**Ключевые слова:** грузопоток, «Великий шелковый путь», транзитный потенциал, контейнерные перевозки, электрифицированная железнодорожная сеть.

### Sh.M. Shyndaly

#### Railway container cargo transportation of goods in Kazakhstan: problems and solutions

**Annotation.** Cargo transportation has always been and remains the main development of the country in the economic and political sphere. Its only example is the "The Great Silk Road" connecting Europe and Asia, continuing logistics from our ancestors. Despite the numerous geographical changes that our country has undergone, the "The Great Silk Road" has not lost its importance in the development of any industry in the country. Kazakhstan's transit potential between Europe and China is currently a great opportunity to strengthen the country's economy. The article provides information about the main problems of the development of container cargo transportation today and its solutions.

**Key words:** freight traffic, "Great Silk Road", transit potential, container traffic, electrified railway network.

УДК 656.01

### Akingali M. A.

*Scientific leader - M.B. Tyshkanbayeva- associated professor  
Satbayev University, Kazakhstan, Almaty  
[Akingali02@gmail.com](mailto:Akingali02@gmail.com)*

## INFRASTRUCTURE OF THE ALTYNKOL STATION

**Abstraction.** Rail transport occupies a leading position in the volume of traffic, and transportation by this type of transport is one of the most affordable and cost-effective ways of transportation.

*The article demonstrates information about Altynkol station, which was opened to ensure the processing of export-import traffic between the Republic of Kazakhstan and Chinese national*

*Republic through the Altynkol – Khorgos border crossing, a real technological process of the Altynkol station has been developed.*

**Key words:** *trucking industry, technological processes, Altynkol station, cargo flow.*

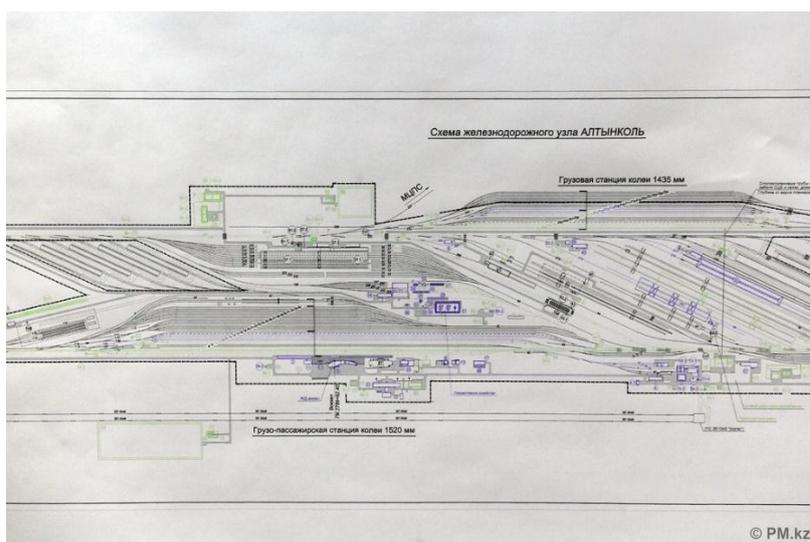
**Introduction.** Altynkol is the station in Kazakhstan for receiving freight and container trains. This is the second Kazakh-Chinese railway crossing, opened in 2012 after Dostyk station. Cargo traffic from China to Europe, the Persian Gulf, Central Asia, and the Caucasus passes through the station. It is located on the section "Zhetygen-State Border".

Since the beginning of the year, 1,500 container trains have already passed through it. This is twice as much as in 2019. For eight months, more than 2,600 freight trains were accepted on the narrow gauge, and more than 3,500 trains on the broad gauge. More than 3,500 trains were sent on the broad gauge. The cargo turnover in January-August reached four million tons. 15 trains are accepted from China on a narrow gauge, and eight trains are exported on a wide one. The section from Altynkol to the port of Aktau with a length of 3,128 kilometers, containers pass in three days, and since April 16, 2019, the feeder ship of the company "Kazmortransflot" weekly delivers about 210 containers to the port of Baku, from where cargo goes by rail to Georgia and Turkey.

From the moment of arrival from the Altynkol station until departure, the entire process of reloading from one train to another is 3 hours and 45 minutes. During this time, border and customs checks, transshipment, clearance and departure are also carried out. Customers can submit an application and receive the service through their personal account. Every year, the volume of cargo increases by 25-30%, as China increases cargo turnover, he added

### **Main body.**

As shown below in Picture 1 Altynkol station: Length of receiving-and-departure tracks with 1,435mm gauge: 824 m/1,242 m; Length of receiving-and-departure tracks with 1,520 mm gauge: 1,088 m/1,242m; Length of tracks for transshipment of containers with 1,435 mm and 1,520 mm gauge: 800 m/1,050 m; Daily container transshipment capacity: 3,000 TEUs /35 TEUs; Daily train receiving/departure capacity for the 1,520 mm gauge: 12 trains /12 trains; Daily train receiving/departure capacity for the 1,435 mm gauge: 16 trains/16 trains; Exchanging is impossible in this station and capacity is 900,000 TEUs/year. Transshipment and paperwork take 3 hours 45 minutes.



Picture 1 - Railway junction diagram of the Altynkol station [3]

The technological process of operation of the Altynkol cargo station contains the features of the station's operation in the conditions of the automated system of operational transportation management (hereinafter ASUP), the automated control system of the border station (hereinafter ASUP), reduces labor costs for manual data processing and eliminates duplication of information. Special attention is also paid to the interaction of the station with the customs, quarantine, phytosanitary, and border control services.

The present technological process of the Altynkol freight station takes into account all the local features of the cargo station, the volume and nature of the operations performed, adjacent to the station, the transshipment points, the container point, the analysis of the standards for performing train handling operations, cargo and commercial work.

Despite the quarantine, logistics transportation does not stop due to the implemented IT technologies. Thus, in January-August 2020, the volume of traffic on the China – Europe – China route amounted to 306.6 thousand TEU (twenty-foot equivalent-Sputnik), on the China – Central Asia – China route, the volume was 149.2 thousand TEU, from China to Russia - 31.2 thousand TEU. Since the beginning of the year, there have been restrictions related to the coronavirus pandemic, but the company's operating activities have not stopped, and the volume of traffic has only increased by 40% overall. In conclusion, about 30-40% of the total income of KZT is transit transportation.

The station performs operations:

- for the reception and departure, formation and disbandment of trains; provides transshipment of cargo and containers from the cars of the People's Republic of China to the cars of the Republic of Kazakhstan and vice versa;
- ✓ provides Altynkol Customs with shipping documents (hereinafter referred to as TSD) for customs clearance;
- for the reception and departure of passenger trains and passenger service;
- ✓ operations for the reception and delivery of goods in the People's Republic of China.

Adjacent to the station are:

- ✓ single -track stage: Iintal – Altynkol siding of 1520mm gauge, equipped with a system of interval control of the movement of trains SIRDP - E level PUB;
- ✓ two-track stage: Khorgos-Altynkol of 1520 mm and 1435 mm gauge, equipped with semi-automatic relay locking on each track (RPB-82).

The station is equipped with a microprocessor-based centralization of arrows and computer-type signals based on the EBILock 950 system. Track development stations with track sensors are divided into track and switch sections. Track sensors are used to determine the availability and occupancy of rolling stock tracks, switch and track sections.

For operational management and interaction of departments, the station is equipped with the following types of communication:

- ✓ IP telephony with access to the train dispatcher, inter-station, line-track, power dispatcher communication and service communication of STSB electricians;
- ✓ maneuvering radio communication of the TETRA standard;
- ✓ TETRA standard train radio communication;
- ✓ park communication of the loudspeaker alert.

Table 1 - SWOT analysis

Strengths	Weaknesses
S1. The railway system is associated to the neighboring countries	W1. Not all compartments prepared with rail access W2. No holder terminal

S2. The railroad framework comes to the most areas of the Country S3. Altynkol Port associated to the railway framework S4. Commissioning of KTZE-Khorgos Gateway Dry portion the uncommon free Economic Zone which has railway connections with worldwide corridors	W3. Few siding tracks within the port W4. Rail association to the harbour overseen by private company increments the number of substances involved W5. Distinctive rail duties between KTS and KTZ W6. Issues of coordination between Specialists involved
Opportunities	Threats
O1. Standardization of terminal sidings O2. KTS and KTZ trains can get to each other organize O3. Custom clearance seem be done exterior the port range O4. Modern rail association between the Harbour and KTZ organize O5. No need of wagons or of stages O6. Modern arranged lines in Kazakhstan will diminish travel time from East to West O7. Shippers requiring to diminish the volume of cargo sent by trucks from Europe to Asia	T1. Most of the cargo is to/from as it were one harbour (China)  T2. Bureaucracy  T3. Vacillation of world exchange due to the show financial crisis

As can be seen from the SWOT analysis, in the Republic, despite the weaknesses and threats, there are considerable opportunities for the development of station Altynkol, which creates transit connection between Europe and Asia.

**Conclusion.** Today, in the foreign trade of the Republic of Chinese, Kazakhstan firmly holds the second place after Russia among the countries of the Central Asian states in terms of mutual trade turnover.

According to the General administration of customs of China, the volume of bilateral trade turnover Kazahstanskaya last year grew by 11% to 28.5 billion. In 2014 corridor Kazakhstan transit of goods amounted to about 18 million tons: rail — 16.1 million tons, road — 1.5 million tonnes, water transport — about 100 thousand tons via the port of Aktau. Transit revenue exceeded 1 billion US dollars. The commissioning of the Altynkol station has significantly increased the transit potential of Kazakhstan, reorienting large volumes of sea cargo transportation to a cheaper and safer land route. The new transport corridor reduced the distance from the Chinese station Jinghe to the Kazakh port of Aktau by about 500 km, thereby contributing to the expansion of economic ties between our country and China and the countries of Southeast Asia. The time spent on transportation was reduced by 2 days for both exports and imports.

#### References

1. <https://ru.sputnik.kz/regions/20201001/15108603/krupneyshiy-sukhoy-port.html>
2. [http://www.traceca-org.org/fileadmin/fm-dam/TAREP/65ta/Country\\_Profiles/SWOT\\_AZ\\_Rail\\_en.pdf](http://www.traceca-org.org/fileadmin/fm-dam/TAREP/65ta/Country_Profiles/SWOT_AZ_Rail_en.pdf)
3. [https://live.staticflickr.com/6108/6299540017\\_9778573828\\_b.jpg](https://live.staticflickr.com/6108/6299540017_9778573828_b.jpg)
4. [https://www.kazatk.kz/material/nauka/sbornik\\_pps\\_student.pdf](https://www.kazatk.kz/material/nauka/sbornik_pps_student.pdf)
5. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014284>

**М. А. Әкімғали, М.Б. Тышқанбаева**  
**Алтынкөл стансасының инфрақұрылымы.**

**Аңдатпа.** Теміржол көлігі тасымалдау көлемі бойынша жетекші орын алады, ал көліктің осы түрімен тасымалдау тасымалдаудың ең қол жетімді және экономикалық тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Мақалада Алтынкөл-Қорғас шекара өткелі арқылы Қазақстан Республикасы мен Қытай Халық Республикасы арасындағы экспорттық – импорттық тасымалдарды өңдеуді қамтамасыз ету үшін ашылған Алтынкөл станциясы туралы ақпарат ұсынылған, Алтынкөл станциясының нақты технологиялық процесі әзірленді.

**Кілт сөздер:** автокөлік саласы, Технологиялық процестер, Алтынкөл станциясы, жүк ағыны

**М. А. Әкімғали, М.Б. Тышқанбаева**  
**Инфраструктура станции Алтынколь.**

**Аннотация.** Железнодорожный транспорт занимает лидирующие позиции по объему перевозок, а перевозки этим видом транспорта являются одним из наиболее доступных и экономически эффективных способов транспортировки. Еще одной особенностью железнодорожного транспорта является его достаточно системное и упорядоченное правовое регулирование. В статье представлена информация о станции Алтынколь, которая была открыта для обеспечения обработки экспортно-импортных перевозок между Республикой Казахстан и Китайской Народной Республикой через пограничный переход Алтынколь – Хоргос, разработан реальный технологический процесс станции Алтынколь.

**Ключевые слова:** автотранспортная отрасль, технологические процессы, станция Алтынколь, грузопоток

## **СЕКЦИЯ "ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ"**

УДК 53.082.5

**К.П.Аймаганбетов<sup>1,2</sup>, Н.А.Чучвага<sup>1,2</sup>, В.Круглов<sup>1,2</sup>, С. Базарбаев<sup>1,2</sup>, Ю.Тарақанов<sup>1,2</sup>,  
Д.В. Гири́н<sup>1,2</sup>, В.В. Клименов<sup>1,2</sup>, Н.С.Токмолдин<sup>1,2</sup>, Токмолдин С.Ж.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Научно-производственный центр агроинженерии, Алматы, Казахстан

[kazybek012@gmail.com](mailto:kazybek012@gmail.com)

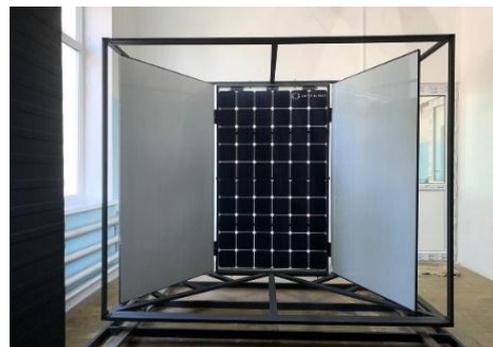
### **РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОГО ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА И СВЕТОДИОДНОГО ИМИТАТОРА СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Аннотация.** В данной работе была разработана конфигурация фотоэлектрического генератора на основе двусторонних гетеропереходных кремниевых солнечных панелей.

**Ключевые слова:** ВИЭ, фотовольтаика, сельское хозяйство

Одним из решений повышения конкурентоспособности солнечной энергии является объединение отражателей с фотоэлектрическими модулями в системе. Использование солнечных зеркал для сбора большего количества падающего солнечного излучения и прямого солнечного света на квалифицированные фотоэлектрические модули увеличивает электроэнергию, вырабатываемую на данной площади фотоэлектрических панелей [1].

Основные результаты и заключение. На основе анализа имеющихся на рынке технологий фотоэлектрического преобразования солнечной энергии в электричество, была разработана конфигурация фотоэлектрического генератора на основе двусторонних гетеропереходных кремниевых солнечных панелей. Разработанная конфигурация представляет собой движущуюся платформу с установленной на ней фотоэлектрической системой, укомплектованной системой сбора светового потока.



а)

б)

Рисунок 1 - а) Испытания фотоэлектрического генератора в естественных условиях, б) Имитатор солнца с подвижной кареткой, помещаемой в «черную» камеру

Разработан светодиодный имитатор солнечного излучения, состоящий из трех основных компонентов: светодиодной панели, основного металлического каркаса и подвижной каретки. Преимущества разрабатываемой системы включают в себя возможность регулировки потока мощности излучения, возможность тестирования двусторонних солнечных модулей при помощи зеркального отражателя, а также возможность проведения темновых измерений в условиях, близких к абсолютно черному окружению. При этом регулировка потока мощности излучения может осуществляться как посредством выбора расстояния между светодиодной панелью и кареткой, так и благодаря подстройке интенсивности излучения отдельных светодиодов в матрице.

### Литература

[1] T.Srihari T. Chinna Babu Improvement of solar energy by mirror reflection technique chrisailam / International Journal of Engineering Research and General Science Volume 3, Issue 3, May-June, 2015 ISSN 2091-2730

**К.П.Аймаганбетов, Н.А.Чучвага, В.Круглов, С. Базарбаев, Ю.Тараканов,  
Д.В. Гирин, В.В. Клименов, Н.С.Токмолдин, С.Ж.Токмолдин**

**Автономды фотоэлектр генераторы мен жарық диодты күн сәулесінің симуляторын дайындау**

**Аннотация.** Бұл жұмыста екі жақты гетероауыспалы кремнийлі күн панельдеріне негізделген фотоэлектр генераторының конфигурациясы жасалды.

**Түйінді сөздер:** ЖЭК, фотовольтаика, ауыл шаруашылығы

**K.P. Aimaganbetov, N.A. Chuchvaga, V.Kruglov, S. Bazarbayev, Y. Tarakanov,  
D.V. Girin, V.V. Klimenov, N.S. Tokmoldin, S.Zh.Tokmoldin**

**Development of autonomous photoelectric generator and led solar radiation simulator**

**Annotation.** In this work, a configuration of a photovoltaic generator based on double-sided heterojunction silicon solar panels was developed.

**Keywords:** RES, photovoltaics, agriculture

УДК 539.12; 539.12.01

**К.А. Аргынова<sup>1</sup>, Ж.Т. Садыков<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Satbayev University, Физико-технический институт, Казахстан, Алматы*

<sup>2</sup>*Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСиС», Россия, Москва*

*[kora.argynova@gmail.com](mailto:kora.argynova@gmail.com), [zhakansadykov@gmail.com](mailto:zhakansadykov@gmail.com)*

### **РАСПОЗНАВАНИЕ ТРЕКОВ ЧАСТИЦ ПО СНИМКАМ ЯДЕРНОЙ ЭМУЛЬСИИ ИСПОЛЬЗУЯ МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ**

**Аннотация.** Данная статья относится к совместной работе с лабораторией элементарных частиц ФИРАН по проекту "ФИРАН - SHiP" на основе развития трекового детектора высокого пространственного разрешения. Данная часть работы посвящена распознаванию треков зарегистрированных в ядерных эмульсиях с использованием элементов компьютерного зрения с последующим определением их параметров.

**Ключевые слова:** ShiP эксперимент, трековый детектор, ядерная эмульсия, компьютерное зрение, изучение структур.

SHiP – проект нацелен на решение широкого круга задач в проблемах новой физики. Он будет работать в режиме мишенного эксперимента в специально выведенном пучке 400 ГэВ протонов [1] суперпротонного синхротрона (SPS) ЦЕРНа – предшественника БАК [2].

Главные особенности SHiP – эксперимента состоят [3] в необходимости достижения большого числа взаимодействий протонов с мишенью, и, соответственно, низкого уровня фоновых событий. Низкий уровень фона будет достигнут за счет специального поглощающего экранирования от рождающихся пионов и каонов, и магнитного экранирования от потока мюонов. При рождении  $4 \times 10^{13}$  протонов в каждом цикле SPS ускорения, высокое общее число столкновений  $2 \times 10^{20}$  будет набрано лишь за длительный срок, за пять лет работы системы.

Главным достоинством SHiP – эксперимента является высокий уровень пространственного разрешения трековых детекторов – ядерных эмульсий (1 мкм).

В целом SHiP – проект в решении проблем новой физики является сложным и многолетним экспериментом. Пространственные размеры SHiP – детектора в длину, вдоль пучка, составляют 120 м, поперечные, перпендикулярно пучку, – 12 м. Высокая, в принципе, пространственная точность эмульсионных детекторов требует периодической замены эмульсионных блоков. Планируемое высокое число столкновений новых неизвестных частиц с веществом детектора и, низкий уровень фона по отношению к сигналу должны открыть путь к успешному решению поставленных проблем.

Анализ снимков ядерной эмульсии состоит из задач распознавания отдельных зерен (из которых состоит трек), оцифровка их координат и размеров в базу данных, восстановление треков и вершин. Данные операции могут быть выполнены с помощью автоматической сканирующей станции. При этом, анализ треков и событий в каждой сменяемой совокупности облученных эмульсионных стопок даже на автоматизированных сканаторах требует работы в масштабах нескольких месяцев [4].

В настоящей работе предлагается решение рассматриваемой проблемы на основе алгоритмов компьютерного зрения: нахождение контуров объектов на изображении [5] для распознавания зерен, метод распознаваний Хафа для реконструкции трека, как предложено в работе С.Г. Земсковой и С.Г. Дмитриевского [6]. Разработки будут выполнены с использованием библиотеки OpenCV [7] на языке программирования Python 3.

## Литература

- 1 arXiv: 1901.09966 Phys. Beyond SM Working Group.
- 2 <https://ship.web.cern.ch>
- 3 Poluchina N.G., Shchedrina N.V., for SHiP Collaboration, The SHiP Experiment: Search for new physics in the neutrino sector, Physics of Atomic Nuclei, 2018. – Vol. 81. – No. 9.
- 4 SHiP Collaboration, CERN-SPSC-2019-010/SPSC-SR-248
- 5 [https://docs.opencv.org/master/d4/d73/tutorial\\_py\\_contours\\_begin.html](https://docs.opencv.org/master/d4/d73/tutorial_py_contours_begin.html)
- 6 Земскова С.Г., Дмитриевский С.Г., Автоматическая обработка данных в ядерной фотоэмульсии в современных экспериментах, Письма в ЭЧАЯ. 2011. Т. 8, №7 (170). С. 1262-1265. [http://www1.jinr.ru/Pepan\\_letters/panl\\_2011\\_7/11\\_Zemskova.pdf](http://www1.jinr.ru/Pepan_letters/panl_2011_7/11_Zemskova.pdf)
- 7 <https://docs.opencv.org/master/>

**К.А. Аргынова, Ж.Т. Садыков**

### **Ядролық эмуляциялық бейнелерден нысанды танудағы компьютерлік көру**

**Аннотация.** "ФИРАН - SHiP" жобасы бойынша жоғары кеңістіктік ажыратымдылықты іздеу детекторын жасауға негізделген РҒА ФИ қарапайым бөлшектер зертханасымен бірлескен жұмыс. Жұмыстың бұл бөлімі олардың параметрлерін кейіннен анықтай отырып, компьютерлік көру элементтерін қолданып, ядролық эмульсияларда жазылған тректерді тануға арналған.

**Кілтті сөздер:** SHiP эксперименті, тректік детектор, ядролық эмульсия, компьютерлік көру, құрылымын зерттеу.

**К.А. Argynova, Zh.T. Sadykov**

### Particle tracks recognition from nuclear emulsion films using computer vision methods

**Abstract.** This paper relates to the joint work with the Laboratory of elementary particle physics of the Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences (LPI RAS) on the "PI RAS - SHiP" project based on developing a high spatial resolution tracking detector. This part of the work is devoted to recognising tracks recorded in nuclear emulsions using computer vision techniques with the subsequent determination of their parameters.

**Key words:** ShiP experiment, tracking detector, nuclear emulsion, computer vision, the study of structures.

УДК 538.97; 539.216.2; 539.23

**Б.А. Байтимбетова, Ю.А. Рябкин**

*Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы*  
*baitim@physics.kz*

### ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

**Аннотация.** *Методом ИК спектроскопии изучено линий поглощения, соответствующих наносистемам (нанотрубок, графен), а также карбонатно-карбоксилатным соединениям и полиароматическим конденсированным системам в исследуемых образцах графеновых структур, полученных при обработке ультразвукового поля на ароматический углеводород (бензол) и чистый графит. В исследуемых образцах намечаются многочисленные углерод-углеродных связей, обусловленные коллективными модами углеродных наноматериалов (графен, нанотрубок, и др).*

**Ключевые слова.** *Графеновые структуры, полиароматические конденсированные системы, ароматический углеводород, карбонатно-карбоксилатные соединений.*

Графен является перспективным материалом для солнечных элементов, для аккумуляции и хранения водорода и других отраслях техники и технологии. Авторами работ [1] исследованы интенсивные полосы в области  $1700\text{--}1450\text{ см}^{-1}$ , которые соответствуют валентным колебаниям углеродной плоскости графена. В области  $1450\text{--}1000\text{ см}^{-1}$  наиболее интенсивные колебания соответствуют деформационным колебаниям плоскости графена и деформационным колебаниям терминальных С–Н-связей [1]. Наиболее интенсивная полоса (около  $900\text{ см}^{-1}$ ) соответствует внеплоскостным колебаниям С–Н-связей [1]. Следует отметить, что соотношение интенсивностей валентных колебаний углеродной плоскости и внеплоскостных колебаний С–Н-связей может быть использовано для оценки размера графеновых фрагментов [1].

В работе [2] спектры исходного графитового порошка и графена изучены методом ИК-спектроскопии. Сравнение спектров показывает, что при ультразвуковом расщелачивании микрочастиц графита и получения наноплоскостей графена появляются два максимума поглощения при  $1273$  и  $2373\text{ см}^{-1}$ , которые мы отнесли к связям С–О–С и С–О<sub>2</sub> в соответствии с данными работы [3]. Можно предположить, что образование связей отражает окисление графита разорванных углерод-углеродных связей. Наличие разорванных связей, а также групп С–О на поверхности повышает реакционную способность полученного графена. Графен, не имеющий ОН-групп на поверхности, гидрофобен, что затрудняет его введение в связующие [2].

В работе методом ИК-Фурье спектроскопии исследованы образцы, полученные методом ультразвуковой обработки чистого графита и ароматического углерода (бензола). Изучены и проанализированы линии поглощения, соответствующих углеродных наносистемам (нанотрубок, графеновых структур и др.) и карбонатно-карбоксилатные соединения и полиароматические конденсированные системы в исследуемых образцах. При повышенных времени обработки ультразвуком формируются многочисленные одинарных углерод-

углеродные связи, обусловленные коллективными модами углеродных наноструктур, в том числе углеродных нанотрубок [4-5].

Методом ИК-Фурье спектроскопии исследованы и интерпретированы карбонатно-карбоксилатные соединения и полиароматические конденсированные системы в исследуемых графенсодержащих структурах, полученных при обработке ультразвукового поля на ароматический углеводород (бензол) и чистый графит.

В ИК спектре исходного образца намечается полосы поглощения гидроксильных групп ОН в области полос поглощения  $\nu=3440,6 \text{ см}^{-1}$ .

В интервале  $\nu=2000-400 \text{ см}^{-1}$  находятся интенсивные полосы поглощения,  $\nu=1075,7$  и  $602,7 \text{ см}^{-1}$ . В этих интервалах находятся полосы поглощения, относящиеся к валентным и деформационным колебаниям групп оксидов кремния, алюминия и железа. Согласно литературным данным [6] в состав графита входит зола, содержащая оксиды кремния, алюминия и железа с содержанием 5-20 %.

В ИК – спектре образца обработанного ультразвуком 120 минут присутствуют новые полосы поглощения  $\nu=2967,7, 2926,1, 2853, 1449 \text{ см}^{-1}$ , относящиеся к валентным и деформационным колебаниям связи С-Н насыщенных ароматических углеводородов рисунок 1.

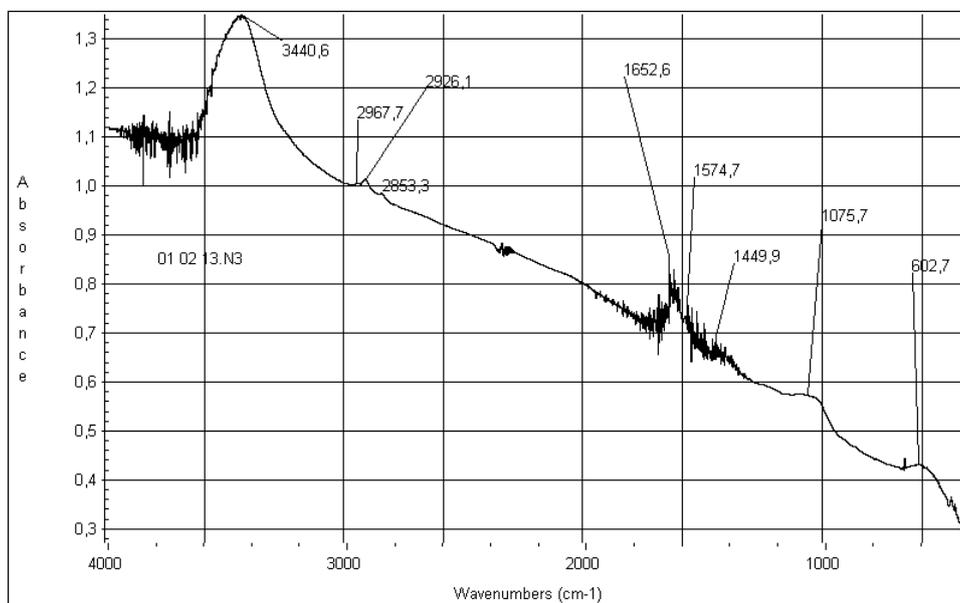


Рисунок 1 – ИК-Фурье спектр образца, обработанного ультразвуком 120 минут

Также присутствуют валентные колебания С-С связи в области полос поглощения  $1449,9 - 1652,6 \text{ см}^{-1}$

В области поглощения связей (метал – кислород) Me-O ( $700 - 50 \text{ см}^{-1}$ ) наблюдается одна полоса при  $602,7 \text{ см}^{-1}$ , с увеличением времени обработки ультразвуком бензола и графита. Полос поглощения, соответствующих адсорбированному бензолу (в диапазоне полос поглощения  $\nu=3440,6 - 2967,7 \text{ см}^{-1}, 1547,7 \text{ см}^{-1}$  и  $602,7 \text{ см}^{-1}$ ) не обнаружено.

В результате проведенных исследований методом ИК спектроскопии установлено уменьшение зольности графита со временем обработки ультразвуком. Показано, что увеличение углеродных формирований валентных колебаний углерод-углеродных связей с повышением обработки ультразвукового поля. На основании этих данных можно сделать вывод, что колебания одинарных углерод-углеродных связей углеродных наносистем, в том числе графеновых структур наблюдаются в диапазонах  $1320-1652,2 \text{ см}^{-1}$  [4-5].

ИК-Фурье исследования показывает, что полосы поглощения в диапазонах 1652,2, 1574,7 и 1449,9 см<sup>-1</sup> обусловлены поглощением коллективных мод углеродных наносистем (многослойные нанотрубки, графены, фуллерены и нановолокна). По своей структуре углеродные наносистемы могут рассматриваться как трехмерные аналоги ароматических соединений [4-5]. Таким образом, ИК- спектроскопические исследования подтверждают факт образования углеродных наносистем, в том числе графеновых структур в исследуемых образцах, что находится в хорошем соответствии с известными литературными данными [4-5; 7-8].

### Литература

- 1 Степаньян С.Г., Иванов А.Ю., Адамович Л., Карачевцев В.А. Влияние кислородсодержащих групп на колебательные спектры оксида графена //Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. -2016, -Т. 14, № 4, -С.513–526
- 2 Денисюк И.Ю., Логушкова К.Ю., Фокина М.И., Успенская М.В. FT-IR-спектры многослойного графена и его композиции с поверхностно-активным веществом //Оптика и спектроскопия, 2019, -Том 126 (2). –С.177-179
- 3 Si Y., Samulski E.T. Synthesis of Water Soluble Graphene // Nano Letters. 2008. V. 8. N 6. P. 1679–1682
- 4 Baitimbetova B.A., Yu. F.Ryabikin, Oksana V.Zashkvara The study by spectroscopy method of carbon nanostructure in carbonized ferrochromic spinel //An International Journal for Rapid Communication, Spectroscopy Letters, London, Vol.41, 2008.-P.9-14.
- 5 Ю.А.Рябикин Изучение углеродных нанотрубок методом ИК-Фурье спектроскопии, полученных при каталитическом разложении углеводородов Вестник КазНТУ. –2015. -№3. – С.456-432.
- 6 Бетехтин А.Г., Курс минералогии: учебное пособие. — М.: КДУ, -2007. –с.715
- 7 Péter Szirmai, Gábor Fábíán, BalázsDóra. Density of states deduced from ESR measurements on low-dimensional nanostructures; benchmarks to identify the ESR signals of graphene and SWCNTs //Phys. Status Solidi B. – 2009. - Vol. 246.- P. 2558.
- 8 Cataldo, F. The impact of a fullerene-like concept in carbon black science / F. Cataldo // Carbon. 2002, Vol. 40. -P. 157–162.

**Б.А. Байтимбетова, Ю.А. Рябикин**

#### Графен құрылымдарының функционалдық топтарын зерттеу ик спектроскоппен зерттеу

**Андатпа.** Бензолға және таза графитке ультрадыбыстық өріс әсерінен алынған графен құрылымдарының зерттелген үлгілеріндегі наножүйелерге, сондай-ақ карбонат-карбоксилат қосылыстары мен полиароматикалық конденсатты жүйелерге сәйкес келетін сіңіру сызықтарын анықтау ИҚ әдісімен жүзеге асырылды. спектроскопия. Жоғары температурада көптеген «жалғыз» С-С байланыстары көміртегі нанокұбырларын қоса алғанда, көміртегі нанокұрылымдарының ұжымдық режимдерінің арқасында пайда болады. Осы техниканың көмегімен алынған үлгілерді зерттеу нәтижелері және оларды талқылау ұсынылған.

**Түйінді сөздер:** Графен құрылымдары, полиароматикалық конденсатты жүйелер, карбонат-карбоксилат қосылыстары.

**B.A. Baitimbetova, Yu.A.Ryabikin**

#### Study of functional groups of graphene structures by ir spectroscopy

**Summary.** The identification of absorption lines corresponding to nanosystems, as well as carbonate-carboxylate compounds and polyaromatic condensed systems in the studied samples of graphene structures, obtained by the action of an ultrasonic field on benzene and pure graphite, was carried out by the method of IR spectroscopy. The most obvious finding to emerge from this study is the carbon nanotubes, that at elevated temperatures is formed multiple "single" C-C linkages resulting collective modes carbon nanostructures, including carbon nanotubes. This paper gives that the results of investigation obtained samples by this technique and discuss them.

**Keywords:** Graphene structure, condensed polyaromatic system, carbonate-carboxylate compounds

**Б.А.Байтимбетова, Ю.А.Рябкин**  
*Satbayev University, Физико-технический институт, г.Алматы*  
[baitim@physics.kz](mailto:baitim@physics.kz)

## СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ ЛЕНТ

**Аннотация.** *Исследованы графеновые структурны и пластины методом просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения, полученных в графите с ароматическим углеводородом при воздействии ультразвукового поля. В исследуемых образцах наблюдаются графеновые ленты и пластины различной ориентации и муаровых полос.*

**Ключевые слова.** *Графеновые структуры и пластины, ароматический углеводород, графит, ультразвуковое поле.*

Перспективность изучения графеновых структур и пластин обусловлена его уникальными физико-химическими свойствами. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения (ПЭМ ВР) является мощным инструментом для определения кристаллической структуры наноматериалов различных видов. ПЭМ ВР имеет возможность исследовать локальных анализов тонких приповерхностных слоев наноструктурных материалов [1-4]. На изображении высокого разрешения намечается периодический полосчатый контраст, который может дать детальную характеристику об ориентировке кристаллических структур исследуемых нанообразцов [1]. Методом просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения исследованы и интерпретированы графеносодержащих структур и пластин, полученных при обработки ультразвукового поля на бензол и чистый графит.

На рисунке 1 представлены результаты исследования этих образцов на просвечивающем электронном микроскопе высокого разрешения (ПЭМ) 10 минут обработки образцов. На снимках при больших увеличениях, видны отдельные различно ориентированные плоскости и пластины, часть пластинок изогнута. Некоторые пластинки немного расположены относительно друг на друга при процессе обработки ультразвуком. Можно сказать, что в исследуемых образцах намечается отдельные пластинки различной толщиной не связанно структурные. Также имеется графеновые ленты, которые состоят из различной параллельной гексагональной плоскости, но случайно повернутой относительно своей нормали [1]. Этот случай можно интерпретировать, что процессы структурирования плоскости и пластины за счет ускорения ультразвуковой обработки [5].

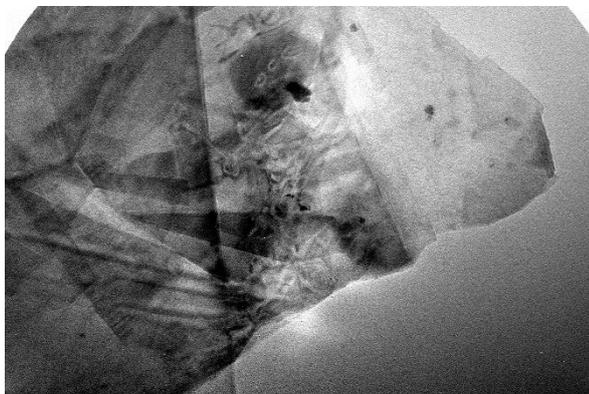


Рисунок 1 - Снимки ПЭМ образца, обработанного 20 мин., увеличение 150000

На микрофотографии видно (рисунок 2), что структура образца обработанного 10 минут с ультразвуком состоит из текстурированного слоя  $sp^3$ -связи графита толщиной до 75 нм. Значения углов между плоскостями и межплоскостных расстояний являются неопровержимыми доказательствами кристаллита с гексагональной структурой. В образце также присутствуют поликристаллические домены углерода и муаровые полосы [6], которые соответствуют наложению нескольких нанопластинок, содержащих собственную структуру.

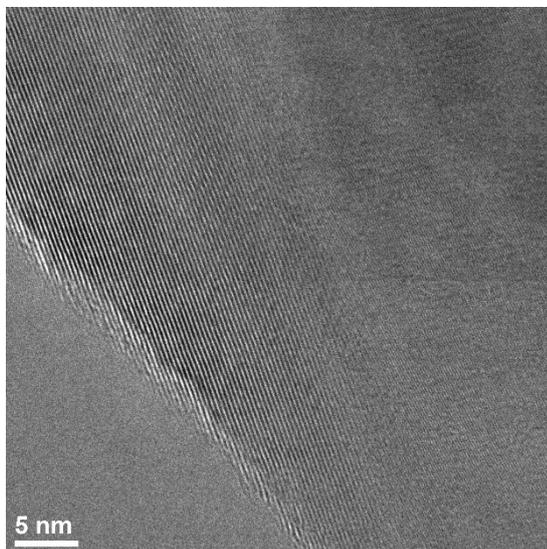


Рисунок 2 - Микрофотография высокого разрешения муаровых полос образца, обработанного 10 мин

Методами просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения показано, что графеновые ленты и пластины, полученные в бензоле при ультразвуковой обработке графита, имеют гексагональную структуру, пластины поликристаллических доменов углерода и муаровых поверхности.

### Литература

- 1 Штанский Д.В. Просвечивающая электронная микроскопия высокого разрешения в нанотехнологических исследованиях Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева), 2002, т. XLVI, №5.-С.81-89
- 2 Shtansky D. V., Kaneko K., Ikuhara Y., Levashov E. A. Surf. Coat. Technol., 2001, v. 148, p. 206
- 3 Tanaka M., Takeguchi M., Furuya K. Ibid., 1999, v. 433–435, p. 491.
- 4 Zhou W., Thomas J. M. Curr. Opin. Solid State Sci., 2001, v. 5, p. 75.
- 5 Байтимбетова Б.А., Рябикин Ю.А. Исследование графеновых структур, образующегося при воздействии ультразвукового поля на графит Вестник КазНТУ. –2015. -№2. –С.214-220.
- 6 Luican A., Li Guohong, Reina A., Kong J., Nair R. R., Novoselov K.S., Geim A.K., Andrei E.Y. Single-layer behavior and its breakdown in twisted graphene layers // Phys. Rev. Lett., -2011, - Issue 106, -126802-4.

**Б.А.Байтимбетова, Ю.А.Рябикин**

### Графен ленталарының құрылымдық қасиеттері

**Аңдатпа.** Ультрадыбыстық өрістің әсерінен ароматикалық көмірсутектермен графитте алынған графен құрылымдары мен пластиналары ажыратымдылығы жоғары электронды микроскоп әдісімен зерттеледі. Зерттелетін үлгілерде графен ленталары мен әр түрлі бағыттағы тақталар және муар қабықшалары байқалады.

**Түйінді сөздер:** Графен құрылымдары мен плиталары, хош иісті көмірсутектер, графит, ультрадыбыстық өріс.

**Baitimbetova B.A., Ryabikin Yu.A.**  
**Structural properties of graphene sheets**

**Summary.** The graphene structures and plates are investigated by high-resolution transmission electron microscopy obtained in graphite with an aromatic hydrocarbon under the action of an ultrasonic field. In the samples under study, graphene ribbons and plates of various orientations and moiré fringes are observed.

**Keywords:** Graphene structures and plates, aromatic hydrocarbon, graphite, ultrasonic field.

УДК 520.37

**Т.К.Идрисова<sup>1,2</sup>, Т.Х. Садыков<sup>1</sup>, В.А.Рябов<sup>2</sup>**

*Научный руководитель – Т.Х. Садыков, зав.лабораторией физики космических лучей, д.ф. - м.н., профессор*

*Зарубежный руководитель - В.А.Рябов, профессор, д.ф.-м. н., заместитель директора ФИАН по научной работе*

*<sup>1</sup>Satbayev University, ТОО «Физико-технический институт» Казахстан, г. Алматы*

*<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук, Москва, Российская Федерация*

*email: [t.idrisova@satbayev.university](mailto:t.idrisova@satbayev.university)*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ «ИНКА-55» ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ГАММА ЛУЧЕЙ С ЭНЕРГИЕЙ БОЛЬШЕ 0,5 ТЭВ**

***Аннотация.** Регистрация гамма – лучей с высокой энергией дает возможность определять место и исследовать катастрофические по энерговыделению, взаимодействия во Вселенной. Кроме этого, создаются и проверяются различные модели и теории развития Вселенной на основе экспериментальных данных, полученных в области гамма-астрономии. Все вышесказанное, выдвигает на первый развитие гамма-астрономических экспериментальных исследований и разработку методов их наблюдения. Комплексная установка «ИНКА-55» является одним из детекторов обладающий более высоким коэффициентом режекции ядерных ливней и круглогодичным временем наблюдения источников гамма-квантов.*

***Ключевые слова:** «ИНКА-55», ионизационный калориметр, гамма-астрономия, физика высоких энергий*

В настоящее время почти все эксперименты, проводимые в области космических лучей, создают или проектируют установки для исследования в области гамма-астрономии. Только гамма-астрономия дает точную информацию о координатах и энергиях происходящих событий во Вселенной.

При взрывных процессах происходящих во Вселенной образующиеся гамма-кванты и нейтрино летят по прямой линии в магнитных полях Вселенной. Это дает возможность определять место и исследовать катастрофические по энерговыделению, взаимодействия во Вселенной. Кроме этого, создаются и проверяются различные модели и теории развития Вселенной на основе экспериментальных данных, полученных в области гамма-астрономии. Все вышесказанное, выдвигает на первый план развитие гамма-астрономических экспериментальных исследований и разработку методов их наблюдения.

Первые данные о гамма-излучении (> 100 МэВ) были получены в 1968 г на спутниковом гамма-телескопе OSO-3 (США) [1]. После регистрацию гамма-лучей на борту космических обсерватории проводили с помощью гамма-телескопов EGRET, LAT, GRID [2,3,4].

Увеличение площади детекторов привело к созданию серии наземных установок, освоивших диапазон энергий в сотни ГэВ. В исследованиях в основном использовали

черенковские детекторы. Основные гамма-телескопы участвовавшие в исследованиях гамма-лучей, это H.E.S.S., MAGIC, VERITAS, Тунка-HiSCORE и др.[5,6,7,8]

За прошедшее время открыто около двух тысяч дискретных галактических и внегалактических источников за счет космических и наземных обсерваторий регистрации гамма-лучей.

«ИНКА-55» относится к третьему типу детекторов, обладающий более высоким коэффициентом режекции ядерных ливней и круглогодичным временем наблюдения источников гамма-квантов. Для этих целей используется модернизированный ионизационный калориметр с полем сцинтилляционных детекторов (рисунок 1). Основная идея заключается в проведении гамма-астрономических исследований, методом широких атмосферных ливней, т.е. без дорогостоящих черенковских детекторов и отбирать события, когда происходят взаимодействия в гамма-блоке и отсутствуют взаимодействия в адронном блоке, т.е. выбираются чистые электронно-фотонные каскады (ЭФК). Для надежного измерения траектории движения первичной частицы используется сеть сцинтилляционных детекторов, которые снабжаются аппаратурой с разрешением в наносекунды.

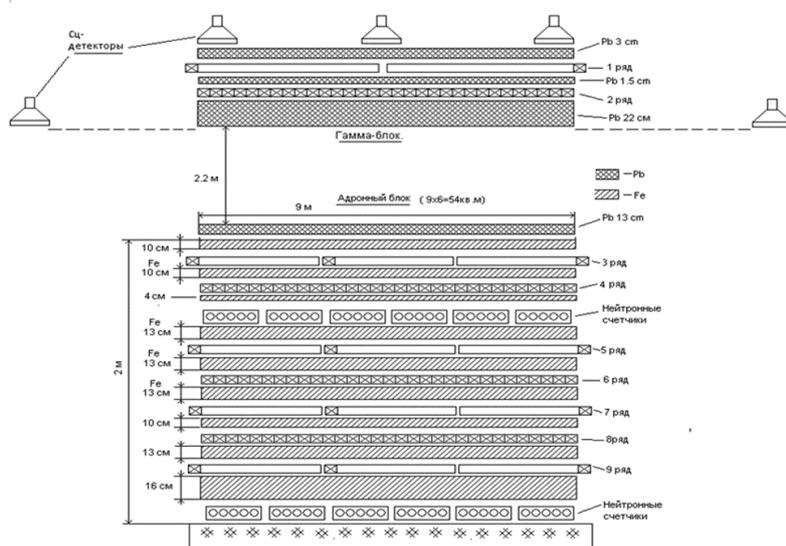


Рисунок 1 - Схема установки «ИНКА-55»

Комплексная установка «ИНКА-55» расположена на Тянь-Шаньской высокогорной научной станции расположенной на высоте 3340 метров над уровнем моря (рисунок 2). «ИНКА-55» состоит из двух-ярусного ионизационно-нейтронного калориметра с 30 сцинтилляционных детекторов и 12-ю периферийными сцинтилляционными детекторами. Площадь «ИНКА-55» составляет на данный момент 55 м<sup>2</sup>. Общая толщина 1200 г/кв.см.

Основными преимуществами «ИНКА-55» перед стандартными гамма-астрономическими установками являются, то, что

- 1) может работать круглый год, вне зависимости от погоды и времени суток;
- 2) за счет круглогодичной работы позволяет исследовать широкий угол одновременного исследования небесной сферы;
- 3) в гамма блоке установки могут быть получены энергетические и геометрические распределения ЭФК, при изучении одного и того же гамма-источника с точностью ширины ионизационной камеры;
- 4) огромный объем, регистрируемых данных можно регулировать электронными методами, изменяя пороги регистрации.

В первой части исследовательской работы проведен литературный обзор по методам регистрации, обработки данных и описание преимуществ комплексной установки «АДРОН-55».

Во второй части используется программное обеспечение «Adron» для анализа и отбора событий по гистограммам амплитуд сигналов ионизационных камер и сцинтилляторов экспериментальных данных нулевого банка полученных на установке «АДРОН-55».



Рисунок 2 – Тянь-Шаньская высокогорная научная станция

В первой части исследовательской работы проведен литературный обзор по методам регистрации, обработки данных и описание преимуществ комплексной установки «АДРОН-55».

Во второй части используется программное обеспечение «Adron» для анализа и отбора событий по гистограммам амплитуд сигналов ионизационных камер и сцинтилляторов экспериментальных данных нулевого банка полученных на установке «АДРОН-55».

Обработка данных сводится к объединению и установлению соответствия взаимно перпендикулярных рядов каждого блока установки. Привязка шла к ранее установленной координатной системе каждого детектора, с началом отсчета точкой  $O(0,0)$  в центре ряда. Объединение и установление соответствия взаимно перпендикулярных рядов проводилось в зависимости от структуры расположения детекторов каждого ряда. Результат выполняемой части программы формирует массивы объединенных и нормированных данных каждого слоя установки «ИНКА-55» для дальнейшего анализа многочастичных геометрических флуктуаций.

По гистограммам амплитуд сигналов ионизационных камер и сцинтилляторов просмотрены и отобраны интересные события из нулевого банка, которые записаны в отдельный файл.

Следующим этапом работ является определение угла падения гамма-лучей и галактических координат прихода.

### **Литература**

1 Kraushaar, W. L., G. W. Clark, G. P. Garmire, R. Borke, P. Higbie, V. Leong, and T. Thorsos. 1972. High-energy cosmic gamma-ray observations from the OSO-3 satellite. *ApJ* 177, 341-363.

2 Hunter, S. D.; Bertsch, D. L.; Catelli, J. R.; Dame, T. M.; Digel, S. W.; Dingus, B. L.; Esposito, J. A.; Fichtel, C. E.; Hartman, R. C.; Kanbach, G.; Kniffen, D. A.; Lin, Y. C.; Mayer-Hasselwander, H. A.; Michelson, P. F.; von Montigny, C.; Mukherjee, R.; Nolan, P. L.; Schneid, E.; Sreekumar, P.; Thaddeus, P. Thompson, D. J. EGRET Observations of the Diffuse Gamma-Ray Emission from the Galactic Plane. *The Astrophysical Journal*, (1997) Volume 481, Issue 1, pp. 205-240. 10.1086/304012

3 P. F. Michelson, W. B. Atwood, S. Ritz. Fermi Gamma-ray Space Telescope: high-energy results from the first year // Reports on Progress in Physics. — 2010. — Vol. 73, № 7. — P. 074901.

4 P.W.Cattaneo, A.Rappoldi, A.Argan, G.Barbiellini, F.Boffelli, A.Bulgarelli, B.Buonomo, M.Cardillo, A.W.Chen, V.Cocco, S.Colafrancesco, F.D'Ammando, I.Donnarumma, A.Ferrari, V.Fioretta, L.Foggetta, T.Froysland, F.Fuschino, M.Galli, F.Gianotti, A.Giuliani, F.Longo, F.Lucarelli, M.Marisaldi, G.Mazzitelli, A.Morselli, F.Paoletti, N.Parmigiani, A.Pellizzoni, G.Piano, M.Pilia, C.Pittori, M.Prest, G.Pucella, L.Quintieri, S.Sabatini, M.Tavani, M.Trifoglio, A.Trois, P.Valente, E.Vallazza, S.Vercellone, F.Verrecchia, A.Zambra Calibration of AGILE-GRID with on-ground data and Monte Carlo simulations. The Astrophysical Journal 861:125 (13pp), 2018 July 10.

5 H.E.S.S. Collaboration: H. Abdalla et al. Very high energy  $\gamma$ -ray emission from two blazars of unknown redshift and upper limits on their distance. MNRAS, 494, Issue 4, pp.5590-5602 (2020)

6 Cortina, J.; for the MAGIC collaboration. Status and First Results of the MAGIC Telescope (англ.) // Astrophysics and Space Science (англ.)русск. : journal. — 2004. — Vol. 297, no. 2005. — P. 245—255. — doi:10.1007/s10509-005-7627-5. — Bibcode: 2005Ap&SS.297..245C. — arXiv:astro-ph/0407475.

7 Perkins, Jeremy S.; Maier, Gernot; The VERITAS Collaboration (2009). "VERITAS Telescope 1 Relocation: Details and Improvements". arXiv:0912.3841 [astro-ph.IM].

8 Монхоев Р.Д. от коллаборации TAIGA. Установка Tunka-Grande - статус и перспективы. Тезисы 34-й Всероссийская конференции по космическим лучам, 15-19 августа 2016 года.

**Т.К.Идрисова, Т.Х. Садыков, В.А.Рябов**

**Энергиясы 0,5 ТэВ жоғары гамма сәулелерін тіркеу үшін жетілдірілген ИНКА-55 қондырғысын қолдану**

**Аннотация.** Жоғары энергиялы гамма сәулелерін тіркеу ғаламдағы энергияның бөлінуі, өзара әрекеттесуі бойынша апатты жерлерді анықтауға және зерттеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, гамма-астрономия саласында алынған эксперименттік мәліметтер негізінде ғаламның дамуының әртүрлі модельдері мен теориялары жасалады және тексеріледі. Жоғарыда айтылғандардың бәрі гамма-астрономиялық эксперименттік зерттеулердің дамуына және оларды бақылау әдістерінің дамуына ықпал етеді. ИНКА-55 кешенді қондырғысы ядролық нәсерлерді кесу коэффициенті жоғары және гамма-квант көздерін жыл бойы бақылау уақыты бар детекторлардың бірі болып табылады.

**Түйінді сөздер:** ИНКА-55, ионизациялық калориметр, гамма-астрономия, жоғары энергия физикасы

**Т.К.Идрисова, Т.Х. Садыков, В.А.Рябов**

**Using the upgraded INCA-55 equipment for detecting gamma rays with an energy greater than 0.5 TeV**

**Annotation.** Registration of high-energy gamma rays makes it possible to locate and study catastrophic in terms of energy release interactions in the Universe. In addition, various models and theories of the development of the Universe are created and tested on the basis of experimental data obtained in the field of gamma astronomy. All of the above brings forward the first development of gamma-astronomical experimental research and the development of methods for their observation. The complex installation "INCA-55" is one of the detectors with a higher rejection coefficient of nuclear showers and a year-round observation time of gamma-ray sources.

**Keywords:** "INCA-55", ionization calorimeter, gamma astronomy, high energy physics.

УДК 550.34

**Б.А. Искаков<sup>1,2</sup>, Т.К.Идрисова<sup>1,2</sup>, Е.М. Таутаев<sup>1,2</sup>**

*Научные руководители: Д. Безноско<sup>3</sup>, Т.Х. Садыков<sup>1,2</sup>, Н.М. Салихов<sup>4,5</sup>, Жуков В.В.<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Satbayev University, ТОО «Физико-технический институт», Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский Национальный Университет имени ал-Фараби, Алматы, Казахстан

<sup>3</sup>Университет Гарвард, Кембридж, США

<sup>4</sup>ФИАН имени А.П. Лебедева, Москва, Россия

<sup>5</sup>Институт ионосферы, Алматы, Казахстан

<sup>6</sup>Тянь-Шанская высокогорная научная станция, Алматы, Казахстан

## ИЗУЧЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

***Аннотация.** В наше время определение из потока регистрируемой многочисленными сейсмическими детекторами информации строго выделенных сигналов о приближении конкретного по времени и в пространстве землетрясения является одной из современных и актуальных проблем сейсмологии. 1980-1990 годы учеными из Института физики Земли (ИФЗ) и Физического института им. П. Н. Лебедева академии наук Российской Федерации (ФИАН РФ) была предложена предварительная концепция нового перспективного направления в сейсмологии. Использование для прогноза землетрясений сигнала от упругих колебаний в акустическом диапазоне частот. Эти сигналы могут генерироваться под воздействием ионизации. Ионизация образуется в момент прохождения мюонов высокой энергии через сейсмически напряженную среду в глубинных слоях земной коры.*

***Ключевые слова:** Мюоны, микрофон, акустика, космические лучи, сейсмология.*

В 1980-1990 годы известными учеными из ИФЗ и ФИАН РФ была предложена концепция нового и уникального направления в сейсмологии: использование для мониторинга состояния земной коры сигнала от упругих колебаний в акустическом диапазоне частот, которые, предположительно, могут генерироваться под воздействием локальной ионизации, образованной в момент прохождения проникающих частиц космического излучения (мюонов и нейтрино высокой энергии) через сейсмически напряженную среду в глубинных слоях земной коры [1-3]. Основная идея этого нового метода показана на рисунке 1. Зондирование земной коры потоком проникающих высокоэнергичных мюонов космических лучей, позволило бы вести непрерывный мониторинг внутреннего состояния земной коры на глубинах примерно до 10 км. Эти глубины близки к зонам формирования очагов землетрясений.

Изучение геоакустической эмиссии при прохождении через земную кору высокоэнергетических мюонов космических лучей осуществляется на Тянь-Шанской высокогорной научной станции (ТШВНС). Прежде всего 2010-2011 г. были проведены моделирование пробега мюонов в земной коре. Моделирование проводилось с помощью пакета программ CORSICA [4]. Было выявлено, что пробег мюонов в земной коре средней плотностью около  $2 \text{ г/см}^3$  составляет примерно 8-10 км в зависимости от их энергии. Кроме того, рассчитывалось полное число высокоэнергичных мюонов с энергией более  $3 \cdot 10^{15}$  эВ в зависимости от энергии первичных частиц (ПЧ), которые вызывают широкий атмосферный ливень (ШАЛ).

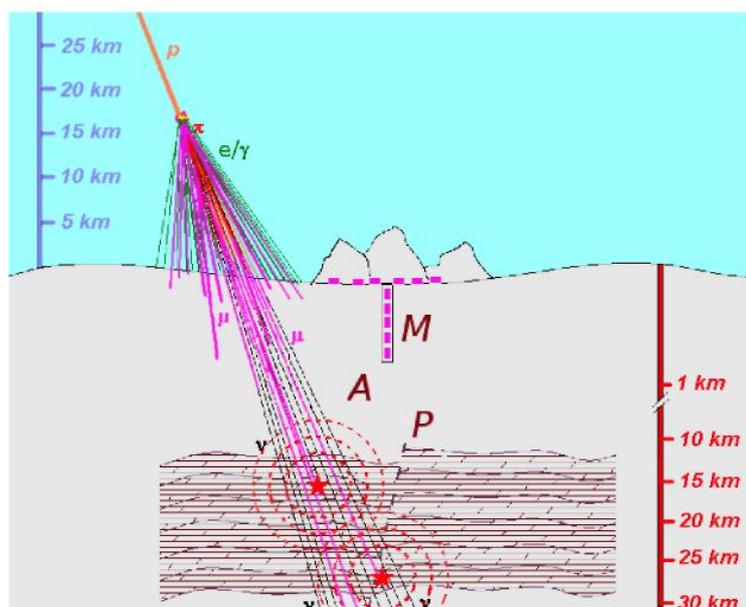


Рисунок 1 - Идея космогеофизического сканирование земной коры. *P* - зона глубинного разлома, *A* – упругие колебания, *M* - система высокочувствительных микрофонов



Рисунок 2 - Специальное помещение для экспериментальной установки

Для определения связей между ШАЛ и сигналом упругих колебаний из глубины литосферы создана уникальная система геоакустических детекторов (высокочувствительных микрофонов), предназначенных для совместной синхронной работы с установкой по регистрации космических лучей [5]. Всю экспериментальную установку обеспечивает энергией 2 панели солнечных элементов. Они расположены на крыше специального помещения (рисунок 2).

Микрофон с высокой чувствительностью 25 мВ/Па в диапазоне частот 0,5-1 кГц размещается внутри скважины на глубине 50 метр от земной поверхности, пробуренной в грунте. Расстояние между скважиной и установкой по регистрации ШАЛ составляет

примерно 190-210 м. Все данные сохраняется в компьютере, находящиеся внутри помещения.

Один из результатов измерений для 17.11.2016 г. приведен на рисунке 3. Из рисунка можно увидеть, что 18:46:53 наблюдался резкий выброс геоакустической эмиссии, а повышенная плотность потока заряженных частиц в ШАЛ наблюдалась в 18:45:48, то есть, примерно за 65 сек. до геоакустического импульса [6].

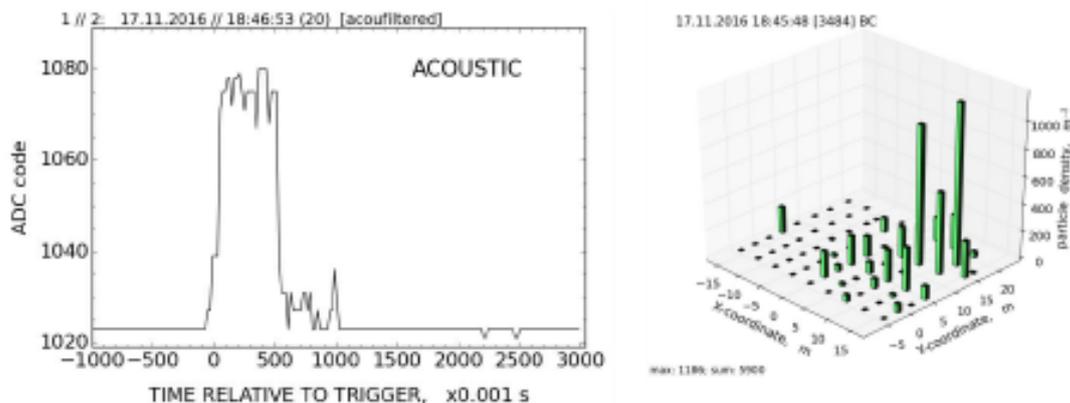


Рисунок 3 - Временной скан интенсивности геоакустических сигналов и распределение плотности потока частиц в ШАЛ (17.11.2016 г.)

Установка для мониторинга геоакустических сигналов, коррелированных по времени с потоком высокоэнергичных мюонов космических лучей, рожденных в ШАЛ, функционирующая на базе Тянь-Шаньской высокогорной научной станции на высоте 3340 м над уровнем море. Находится станция на территории Алматинского сейсмоактивного региона. Станция совместно с созданной здесь региональной сетью сейсмических станций, представляют собой уникальный экспериментальный полигон для набора статистического материала по влиянию потока высокоэнергетических мюонов космических лучей на сейсмоактивную среду. Это не только расширит фундаментальные знания в области геокосмических связей, но и позволит решить прикладную задачу - разработать новый космогеофизический метод прогноза сильных землетрясений в регионе.

### Литература

- 1 Царев В. А. О геофизических приложениях нейтринных пучков // УФН. — 1985. — Т. 147. - № 10. — 426–427.
- 2 Царев В. А., Чечин В. А. Атмосферные мюоны и высокочастотные сейсмические шумы // Препринт ФИАН. -1988. —№ 179.
- 3 Салеев В.А, Царев В.А., Чечин В.А., Термоакустический сигнал от пучка «прямых» нейтрино, Краткие союущение по физике ФИАН. -1984. -№5. с 30
- 4 Гуев Г.А., Жуков В.В., Мерзон Г.И., Митько Г.Г., Степанов А.С., Рябов В.А., Чечин В.А., Чубенко А.П., Щепетов А.Л. Космические лучи как новый инструмент сейсмологических исследований // Краткие сообщения по физике ФИАН. -2011. - №12. – с. 43
- 5 Argynova, A. K., Iskakov, B., Jukov, V. V., Mukashev, K. M., Muradov, A. D., Piskal, V. V, Umarov, F. F. The perspective fundamental cosmic rays physics and astrophysics investigations in the tien shan high-mountain scientific station // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. -2019. -6(438). -p.121–128. <https://doi.org/10.32014/2019.2518-170X.163>
- 6 Хабаргельдина М. Исакаов Б.А., Аргынова А.Х., Аргынова К.А., Бейсенова А., Застрожнова Н.Н., Пискаль В.В., Салихов Н.М., Тастанова К., Таутаев Е.М. [Использование](#)

**Б.А. Искаков, Е.М. Таутаев**

**Ғарыштық сәулелердің көмегімен сейсмикалық белсенділікті зерттеу**

**Аңдатпа.** Дәстүрлі сейсмологияның бүгінгі күнге дейін шешілмеген проблемасы көптеген сейсмикалық датчиктер тіркеген ақпарат ағынынан уақыт пен кеңістіктегі нақты апатты жер сілкінісінің жақындауы туралы қатаң анықталған сигнал болып табылады. Мұндай сигнал, әдетте, үлкен саннан тұрақты фонда жоғалады. 1980-1990 жылдар тоғысында Физика институты мен Жер физикасы институтының ғалымдары сейсмологиядағы перспективалы жаңа бағыттың алдын-ала тұжырымдамасын жасады. Акустикалық жиілік диапазонындағы серпімді тербелістер сигналын жер сілкінісін болжау үшін қолдану. Бұл сигналдар иондалу арқылы пайда болады. Ионизация жер қыртысының терең қабаттарында жоғары энергетикалық мюондар сейсмикалық кернеулі орта арқылы өткенде пайда болады.

**Түйінді сөздер:** Акустика, мюондар, сейсмология, ғарыштық сәулелер, микрофон.

**B.A. Iskakov, Y.M. Tautayev**

**Study of seismic activity using cosmic rays**

**Abstract.** The unresolved problem of traditional seismology to date is the separation from the stream of information recorded by numerous seismic sensors of a strictly defined signal about the approach of a catastrophic earthquake specific in time and space [1]. Such a signal is usually lost against a constant background from a large number. At the turn of the 1980s and 1990s, scientists from the Physics Institute and the Institute of Physics of the Earth developed a preliminary concept for a new promising direction in seismology. Using the signal from elastic vibrations in the acoustic frequency range for earthquake prediction. These signals can be generated by ionization. Ionization is formed at the moment of the passage of high-energy muons through a seismically stressed medium in the deep layers of the earth's crust.

**Key words:** Acoustica, muons, seismology, cosmic rays, microphone

УДК 001; 53; 378

**Д.О. Кантарбаева**

*Satbayev University, Физико-технический институт, Алматы  
din.orazbaevna@gmail.com*

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОМУ ИНСТИТУТУ – 30 ЛЕТ**

**Аннотация.** Работа посвящена 30-летнему юбилею Физико-технического института Satbayev University. Приведена научно-исследовательская деятельность и основные достижения сотрудников.

**Ключевые слова:** Институт, юбилей, высшая школа, наука, исследование, оборудование

В 2021 году Физико-технический институт отмечает свой 30-летний юбилей.

Физико-технический институт (ФТИ) АН КазССР был создан постановлением Совета Министров Казахской ССР 27 декабря 1990 г. За это время Институт прочно занял ведущее место среди НИИ Казахстана, обладая современной научно-технической базой и высококвалифицированными кадрами. Благодаря постоянному внедрению новейших технологий, ФТИ уверенно развивается и строит долгосрочные планы по выходу на новые рубежи в науке, расширяет и укрепляет международные связи.

На сегодняшний день Институт по заказу МОН РК и других государственных органов за счет бюджетных и внебюджетных средств выполняет фундаментальные и прикладные исследования в области:

- физики конденсированного состояния и материаловедения;
- физики и химии тонких пленок и низкоразмерных систем;
- нанотехнологий, в том числе водородных технологий и возобновляемых источников энергии;

- научного приборостроения, в том числе создания методик для мониторинга состояния земной коры с целью разработки краткосрочного прогноза землетрясений;
- физики высоких энергий и космических лучей.

За время независимости Казахстана ведущие сотрудники Института дважды были награждены государственными премиями:

- Государственная премия Республики Казахстан в области науки и техники за цикл работ «Разработка научных основ создания Оже спектрометров», Коллектив авторов: В.В. Зашквара, К.Ш. Чокин, В.С. Редькин, Б.У. Ашимбаева, 1993 год.

- Государственная премия Республики Казахстан в области науки и техники за цикл работ «Радиационно-ионная модификация кремния - основного материала полупроводниковой электроники». Коллектив авторов: Б.Н. Мукашев, Х.А. Абдуллин, Ю.В. Горелкинский, И.А. Карапатницкий, С.М. Киккарин, Д.М. Мухамедшина, М.Ф. Тамендаров, С.Ж. Токмолдин, 2001 год.

- Международная премия имени Хорезми присуждена академику НАН РК Б.Н. Мукашеву за работы в области физики и технологии полупроводникового кремния, 2000 год.

Д.ф.-м.н. Ю.В.Горелкинским впервые был предложен и реализован метод магниторезонансной ЭПР-томографии. В ходе проведенных им исследований методом ЭПР было идентифицировано 18-новых парамагнитных центров, получивших в международной классификации обозначения Si-AA1...Si-AA1 8 (аббревиатура AA означает Алматы). Метод магниторезонансной ЭПР-томографии предвосхитил появление метода ЯМР, который нашел широчайшее применение во всем мире;

Под руководством доктора физико-математических наук, профессора В.В. Зашквары был разработан зеркальный анализатор. Это приоритетная разработка широко известного светосильного цилиндрического зеркального анализатора, который стал базовым элементом электронных спектрометров, выпускаемых в странах ближнего и дальнего зарубежья ведущими приборостроительными фирмами. Его теория электронных зеркал стала классикой современной физики и вошла в монографии и учебники по электронной оптике. По его разработкам создано около 20 моделей электроанализаторов, которые успешно эксплуатировались во многих научных центрах Казахстана и странах СНГ.

Вклад в развитие науки в Институте академика Такибаева Ж.С., академика Боос Э.Г., академика Часникова И.Я., д.ф.-м.н. Локтионова А.А., д.ф.-м.н. Садыкова Т.Х., д.ф.-м.н. Ташимова М.А., к.ф.-м.н. Киккарина С.М. и других ученых бесценны [1, 2].



а)

б)

Рисунок 1 – а) Комплекс АК-1000 по осаждению тонких плёнок методами PECVD и PVD (Meyer Burger (Germany) AG) и б) установка по текстуризации кремниевых пластин (RENA Technologies GmbH)

Уникальность научной организации заключается в его возможности привлечения специалистов к исследовательскому процессу, возможности использования производственной базы для проведения научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок. На сегодняшний день ФТИ обладает современной научно-технической и экспериментальной базой для реализации научных проектов, лаборатории оснащены уникальным оборудованием, как комплекс по получению и производству солнечных элементов по технологии НТГ (рисунок 1), установки по измерению квантовой эффективности, времени жизни носителей зарядов и ВАХ солнечных элементов, атомный-эмиссионный спектрометр Optima с индуктивно-связанной плазмой, электронный и атомно-силовой микроскопы и многое другое [2].

Успешно реализуются научные исследования в области высоких энергий на созданной под руководством академика Ж.С.Такибаева высокогорной станции космических лучей.

Академик Э.Г. Боос вместе с молодыми специалистами лаборатории космических лучей в полной мере реализовали новые исследовательские возможности. Уже на первом этапе работ в области физики космических лучей группой Э.Г. Боос были получены качественно-новые результаты при анализе взаимодействий частиц высоких энергий в ядерных эмульсиях. Следует отметить, что эти исследования были выполнены в рамках новой формы организации выполнения научных работ, - объединения различных лабораторий в единой коллаборации, ориентированной на решение актуальной фундаментальной проблемы, и получили высокую оценку научной общественности.

В настоящее время проводятся значительное расширение научных исследований в рамках Консорциума «Евразийский высокогорный центр космических лучей», учрежденного в 2010 году ТОО «Физико-технический институт и Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Физический институт П.Н. Лебедева РАН.

Одним из основных направлений современных ядерно-физических исследований является поиск "новой физики" за пределами Стандартной модели. При этом данные экспериментов в космических лучах являются дополнительными по отношению к коллайдерным экспериментам и имеют огромное значение для построения всеобъемлющей картины характера взаимодействий адронов при сверхвысоких энергиях [3, 4].

Весьма актуальным представляется регулярный мониторинг космической погоды и оценка ее влияния на внутренние процессы Земли, в том числе на сейсмоактивность. Изучение солнечных космических лучей также приобретает огромное социально-экономическое значение, т.к. повседневная практика показывает, что жизнедеятельность людей тесно связана с воздействием таких факторов, как солнечные вспышки и магнитные бури, приводящие к росту травматизма населения, а также к нарушению работы электронной аппаратуры.

Чрезвычайно важна и проблема прогнозирования землетрясений на основе изучения корреляций сейсмических толчков с изменением потока частиц космического излучения. Оптические явления, происходящие в верхних слоях атмосферы, а также грозовые явления интенсивно изучаются в рамках научных программ многих стран. Интерес к данной проблематике вызван вопросами безопасности авиационных полетов сверхзвуковых летательных аппаратов нового поколения [5].

Институт имеет многочисленные публикации в Международных и отечественных журналах.

К.ф.-м.н. Жаутыков Б.О. и Покровский Н.С. награждены независимой наградой «Лидер науки» в категории «Лучшая публикационная стратегия»: высокоцитируемые публикации в первом квартале (Q1) по данным международной информационно-аналитической платформы Web of Science Awards 2018.

В стенах Института трудятся более 130-ти сотрудников, в том числе один академик Национальной Академии наук Казахстана, 6 докторов, 15 кандидатов наук, 8 докторов PhD.

ФТИ поддерживает связи с 70 научными центрами и университетами многих стран, включая Россию, Беларусь, США, Германию, Японию, Саудовскую Аравию и другими. В Казахстане ФТИ осуществляет сотрудничество с 50 исследовательскими центрами, университетами, промышленными предприятиями и фирмами из различных городов.

Институт вносит свой вклад в укреплении казахстанской высшей школы, развитии науки и инноваций, воспитанию нового поколения молодых ученых. В команде ФТИ сегодня много как уникальных специалистов, готовых делиться своими знаниями и опытом, так и молодых ученых, которые успешно занимаются научно-исследовательской работой.

### Литература

1 С.Ж. Токмолдин Физико-технический институт – ровесник независимого Казахстана // ISBN 978-601-289-045-7, Алматы, 2011 – 300 с.

2 <https://sci.kz/>

3 R.U. Beisembayev, O.D. Dalkarov, T.Kh. Sadykov et.al. New complex EAS installation of the Tien Shan mountain cosmic ray station // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A. – 2016. – V.832 – p.158–178.

4 Beisembaev R.U., Beisembaeva E.A., Dalkarov O.D., Mosunov V.D., Ryabov V.A., Shaulov S.B., Vildanova M.I., Zhukov V.V., Baigarin K.A., Beznosko D., and Sadykov T. Kh. Unusual Time Structure of Extensive Air Showers at Energies Exceeding 1017 eV // ISSN 1063-7788, Physics of Atomic Nuclei. – 2019. - Vol. 82, No. 4. - P. 330–333.

5 Mukashev K.M., Sadykov T.Kh., Ryabov V.A., Shepetov A.L., Khachikyan G.Ya., Salikhov N.M., Muradov A.D., Novolodskaya O.A., Zhukov V.V., Argynova A.Kh. Investigation of acoustic signals correlated with the flow of muons of cosmic rays, in connection with seismic activity of the north Tien Shan // Acta Geophysica. – 2019. – Vol. 67, No.1. – P. 1241–1251.

### Д.О. Кантарбаева

#### Физика-техникалық институтына – 30 жыл

**Аннотация.** Жұмыс Satbayev University Физика-техникалық институтының 30 жылдық мерейтойына арналған. Ғылыми-зерттеу жұмысы және негізгі жетістіктері аталады.

**Кілтті сөздер:** Институт, мерейтой, жоғарғы мектеп, ғылым, зерттеу, зерттеу жұмыстары.

### D.O. Kantarbayeva

#### The Institute of Physics and Technology is 30 years

**Annotation.** The work is dedicated to the 30th anniversary of the Physico-Technical Institute of Satbayev University. Research activities and major achievements.

**Keywords:** Institute, anniversary, high school, science, research, equipment.

УДК 539.23:621.621

А.Е.Кемелбекова<sup>1</sup>, Д.М. Мухамедшина<sup>1</sup>, Ю.М. Спивак<sup>2</sup>, В.А. Мошников<sup>2</sup>,  
К.А. Мить<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Satbayev University, ТОО «Физико-технический институт», Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ"  
им. В.И. Ульянова (Ленина), Россия, г. Санкт-Петербург

[a.kemelbekova@mail.ru](mailto:a.kemelbekova@mail.ru)

### ОБЗОР РОСТА НАНОСТЕРЖНЕЙ ОКСИДА ЦИНКА НА ПОРИСТОМ КРЕМНИИ МЕТОДОМ ТЕРМИЧЕСКОГО ИСПАРЕНИЯ

**Аннотация.** Статья посвящена обсуждению образования наностержней оксида цинка высокой плотности (ZnO) на подложках из пористого кремния (PS) при температурах

роста 600-1000 °С простым термическим испарением порошка цинка (Zn) в присутствии газа кислорода (O<sub>2</sub>).

**Ключевые слова:** пористый кремний, оксид цинка, нанокompозитный материал, электрохимическое осаждение, фотолюминесценция

В последние годы оксид цинка (ZnO) был исследован в качестве функционального материала для электронных и оптоэлектронных устройств, таких как газовые датчики [1], фотоприемники, солнечные батареи, и лазерные диоды. Наноструктуры ZnO наблюдались в различных формах: наностержни, нанопроволоки, и наноструктуры. К преимуществам наноструктур относятся их высокое соотношение поверхности и объема, хорошая химическая и термическая стабильность. Эти наноструктуры обычно демонстрируют спектры фотолюминесценции (ФЛ) ZnO, состоящие из видимых синих, зеленых и красных полос, связанных с уровнем дефектного излучения и ультрафиолетового полосового излучения. При комнатной температуре ZnO является важным полупроводником с широкой запрещенной зоной 3,36 эВ. Кроме того, открытие PL при комнатной температуре (RT) в видимой области спектра из пористого кремния (PS) привело к большому количеству исследований [9]. В последние годы большое внимание уделяется нанокompозитам на основе PS в связи с их потенциальным применением в оптоэлектронных устройствах на основе кремния. Высокое соотношение поверхности и объема PS делает его благоприятным в качестве возможной матрицы для различных наночастиц различного назначения [2]. Полагается, что функционализация PS с ZnO прокладывает путь к интеграции ZnO в интегральные схемы на основе кремния. Для осаждения частиц ZnO на PS были предложены различные методы, такие как радиочастотное (ВЧ) магнетронное распыление [3], золь-гель, плазменная молекулярно-лучевая эпитаксия (РА-MBE) [4], и электрохимическое осаждение [5].

Пленки ZnO на кремниевых подложках приводят к большому напряжению между ZnO и кремнием из-за значительного рассогласования коэффициентов теплового расширения и констант решетки этих материалов. С другой стороны, губчатая открытая структура и большая удельная поверхность делают PS удобным материалом для осаждения ZnO, следовательно, создания участка зарождения, необходимого для осаждения ZnO. Таким образом, нанокластеры ZnO являются идеальными кандидатами для их включения в PS для повышения общей эффективности сенсорного устройства.

Пористая структура была сформирована [6] на высоколегированной подложке n-типа Si(100) методом электрохимического травления. Перед процессом травления подложку очищали стандартным методом очистки RCA и сушили азотным дутьем. Процесс электрохимического травления проводился в тefлоновой ячейке, схематически показанной на рис.1а. Образец Si в качестве анода и провод Pt в качестве катода были подключены к внешнему источнику постоянного тока (DC). В качестве электролита использовали смесь 48% -50% плавиковой кислоты (HF) и 95% этанола в объемном соотношении 1:4. Из-за гидрофобной характеристики чистой поверхности Si в водный раствор HF добавляли этанол для повышения смачиваемости поверхности Si. Кроме того, добавленный этанол также способствует удалению образующихся пузырьков водорода на поверхности Si и, следовательно, улучшению однородности слоя PS [7]. Процесс проводили при постоянной плотности тока J 10 мА/см<sup>2</sup> в течение 30 мин. В процессе травления подложку освещали галогенным светом (40 Вт). Поэтому для реализации высокой концентрации отверстий для протекания процесса травления было применено внешнее освещение. После процесса травления образец погружали в деионизированную воду и сушили на окружающем воздухе. Пористо-структурированный Si-субстрат был охарактеризован с помощью FESEM для определения морфологии и размера пор.

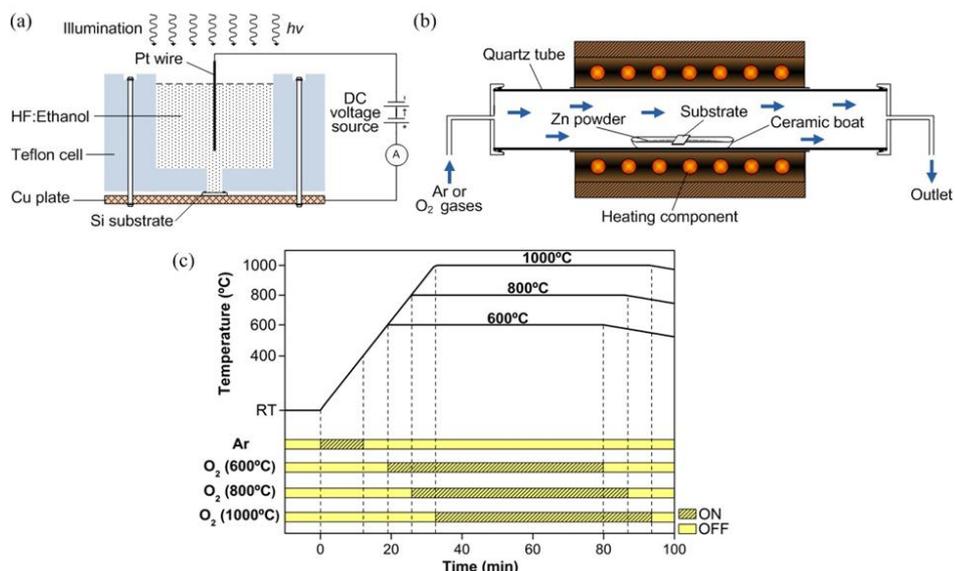


Рисунок 1 - Схема (а) установки электрохимического травления; (б) системы трубчатых печей; (с) временной диаграммы роста нанородов оксида цинка (ZnO) методом термического испарения [7]

Высокоплотные наностержни ZnO синтезировали в однозонной горизонтальной трубчатой печи, схематически показанной на рис. 1б. В качестве источников использовали металлический порошок Zn (99,85%) и газ O<sub>2</sub> (99,80%) без присутствия какого-либо катализатора. Перед началом роста все субстраты обрабатывали разбавленным HF для удаления нативных оксидов. Порошок Zn примерно 0,6 г равномерно распределяли в керамической посуде, а подложку PS помещали поверх керамической лодки пористой структурированной поверхностью вниз. Затем керамическую лодку помещали в середину трубчатой печи.

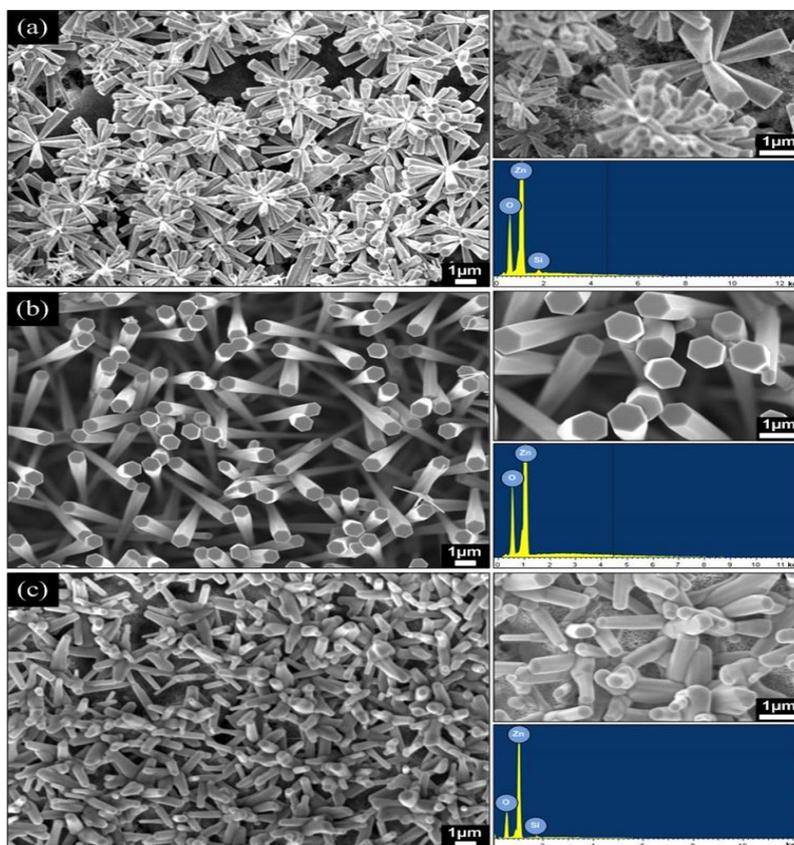


Рисунок 2 - Изображения FESEM и спектры энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS) наностержней ZnO, выращенных на подложках PS при различных температурах роста (a) 600 °C; (b) 800 °C; (c) 1000 °C [8].

Температура роста составляла 600, 800 и 1000 °C. Газ Ar 100 сссм был пропущен для удаления любого газа, присутствующего в кварцевой трубке, когда температура начала подниматься от комнатной температуры (RT), и поток газа Ar был остановлен, когда он достиг 400 °C (точка плавления Zn, 419 °C). Нагрев порошка Zn производился непрерывно до тех пор, пока он не достигал желаемой температуры роста или заданной температуры (ST). На этой стадии ожидается образование Zn или ZnO<sub>x</sub>. Газ O<sub>2</sub> в объеме 200 сссм протекал на СТ в течение 1 ч. После роста печь выключали, чтобы охладить образец до комнатной температуры в естественных условиях. Аналогичные процедуры были повторены для роста на голых субстратах Si(100) в качестве сравнения. Временная диаграмма процесса роста показана на рисунке 1с.

Элементный состав выращенных наностержней ZnO на подложках PS был проанализирован методом EDS [8], и их спектры также показаны на рисунке 2. Zn и O являются единственными обнаруженными элементами (вместо элемента Si в очень малом атомном соотношении). Установлено, что соотношение Zn и O для выращенных наностержней ZnO на подложках PS при 600, 800 и 1000 °C составляет 0,94, 1,00 и 0,96 соответственно. Эти высокие значения, по-видимому, свидетельствуют о том, что синтезированные наностержни ZnO имеют хорошую стехиометрическую структуру. Отмечено, что взаимодействия между ZnO и PS, приводящего к образованию силиката цинка (Zn<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>), не наблюдалось.

Показано образование высокоплотных наностержней ZnO на подложках PS при температурах роста 600-1000 °C простым термическим испарением порошка Zn в присутствии газа O<sub>2</sub>. Высокая плотность роста наностержней ZnO на большой площади объясняется шероховатой поверхностью PS, которая обеспечивает соответствующие плоскости для содействия осаждению семян Zn или ZnO<sub>x</sub> в качестве мест зарождения для последующего роста наностержней ZnO. Установлено, что диаметры и геометрическая морфология наностержней ZnO, изготовленных этим одностадийным методом, сильно зависят от структуры семян ZnO<sub>x</sub>, сформированных в процессе начального роста.

Плотные массивы кластерных семян ZnO<sub>x</sub> лучше, чем разреженно распределенные кластерные или слоистые семена, позволяют выращивать вертикально выровненные наностержни ZnO на подложках PS. Задействованный механизм роста был описан комбинацией самокатализируемых механизмов VLS и VS. Полученные результаты свидетельствуют о том, что для дальнейшего точного изучения роста наноструктур ZnO с введением семян Zn или ZnO<sub>x</sub> необходимо учитывать исходные структуры семян с учетом их значительных эффектов.

Применение многозонной печи с высоким вакуумом должно обеспечить возможность применения одной и той же структуры, и состава семян. Вертикально выровненные наностержни могут быть получены путем дальнейшей оптимизации структуры семян и параметров роста.

### Литература

1 M. Z. Ahmad, J. Chang, M. S. Ahmad, E. R. Waclawik, and W. Wlodarski, "Неводный синтез гексагональных Нанопирамид ZnO: газочувствительные свойства", *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol. 177, PP. 286-294, 2013.

2 C. Chen, J. Zhang, J. Chen et al., "Near-ultraviolet electroluminescence from ZnO-based light-emitting diodes with n-ZnO nanorod/p-GaN direct-bonding heterojunction structure", *Materials Letters*, vol. 189, PP. 144-147, 2017.

3 J. Li, H. Fan и X. Jia, “многослойные Нанослои ZnO с 3D-пористыми архитектурами: синтез и применение газового зондирования”, Journal of Physical Chemistry C, vol. 114, no. 35, PP. 14684-14691, 2010.

4 N. S. Subramanian, R. V. Sabaapathy, P. Vickraman, G. V. Kumar, R. Sriram и B. Santhi, “Investigations on Pd:SnO<sub>2</sub>/porous silicon structures for sensing LPG and NO<sub>2</sub> gas”, Ionics, vol. 13, no. 5, PP. 323-328, 2007.

5 Pung, S.-Y.; Tee, C.-C.; Choy, K.-L.; Hou, X.H. Growth mechanism of Au-catalyzed ZnO nanowires: VLS or VS-VLS? Adv. Mater. Res. 2012, 364, 333–337.

6 Rahman, I.B.A.; Ayob, M.T.M.; Mohamed, F.; Othman, N.K.; Lawi, R.L.M.; Radiman, S. Synthesis and characterization of ZnO, CuO and CuO/ZnO nanoparticles by a novel sol-gel route under ultrasonic conditions. Adv. Mater. Res. 2012, 545, 64–70.

7 Ouyang, H.; Christophersen, M.; Fauchet, P.M. Enhanced control of porous silicon morphology from macropore to mesopore formation. Phys. Status Solidi A 2005, 202, 1396–1401.

8 Wang, X.N.; Wang, Y.; Mei, Z.X.; Dong, J.; Zeng, Z.Q.; Yuan, H.T.; Zhang, T.C.; Dua, X.L.; Jia, J.F.; Xue, Q.K.; Zhang, X.N.; Zhang, Z.; Li, Z.F.; Lu, W. Low-temperature interface engineering for high-quality ZnO epitaxy on Si(111) substrate. Appl. Phys. Lett. 2007, 90, 1–3.

**А.Е.Кемелбекова, Д.М. Мухамедшина, Ю.М. Спивак, В.А. Мошников, К.А. Мить**  
**Кеуекті кремнийдегі мырыш оксидінің термиялық булану әдісімен өсуіне шолу**

**Андатпа:** Мақала оттегі газының (O<sub>2</sub>) қатысуымен мырыш ұнтағының (Zn) қарапайым термиялық булануымен 600-1000 °өсу температурасында кеуекті кремний (PS) субстраттарында жоғары тығыздықтағы мырыш оксидінің (ZnO) пайда болуын талқылауға арналған.

**Түйін сөздер:** кеуекті кремний, мырыш оксиді, нанокөміршікті материал, электрохимиялық тұндыру, фотоллюминесценция.

**A. E. Kemelbekova , D. M. Mukhamedshina, Yu. M. Spivak, V. A. Moshnikov, K. A. Mit'**  
**Overview of the growth of zinc oxide in porous silicon by thermal evaporation**

**Abstract:** The article discusses the formation of high-density zinc oxide (ZnO) nanorods on porous silicon (PS) substrates at growth temperatures of 600-1000 °C by simple thermal evaporation of zinc powder (Zn) in the presence of oxygen gas (O<sub>2</sub>).

**Keyword:** porous silicon, zinc oxide, nanocomposite material, electrochemical deposition, photoluminescence.

УДК 53.05

**Д.О. Мурзалинов, А.И. Федосимова, И.А. Лебедев, С.А. Ибраимова,**  
**Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь**

*Satbayev University, Физико-технический институт, Казахстан, г. Алматы*  
*e-mail: [ananastasia@list.ru](mailto:ananastasia@list.ru)*

## **ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ ОБРАЗЦОВ SiO<sub>2</sub>/Si, ОБЛУЧЕННЫХ БЫСТРЫМИ ИОНАМИ**

**Аннотация.** Методом плазменно-активированного газофазного химического осаждения на кремниевую подложку КДБ 12 были получены однослойной структуры SiO<sub>2</sub>/Si с кристаллографической ориентацией (111) для исследования оптической плотности образцов SiO<sub>2</sub>/Si, облученных ионами ксенона с энергией 133 МэВ. Облучение привело к перераспределению интенсивности отдельных максимумов и изменению ширины полос в зависимости от флюэнса. Наиболее интенсивные полосы регистрируются в образцах после облучения флюэнсом 10<sup>9</sup> см<sup>-2</sup>, дальнейший рост флюэнса приводит к снижению интенсивности полос. При облучении флюэнсом 10<sup>14</sup> см<sup>-2</sup>, появляется широкая полоса с максимумом при 2782 см<sup>-1</sup>. Также в спектре присутствуют полосы, связанные с колебаниями углеродных связей в органических соединениях. Детальная интерпретация полученных спектров требует дополнительных исследований.

**Ключевые слова:** диоксид кремния, метод плазменно-активированного газофазного химического осаждения, оптическая плотность, облучение ионами ксенона

Исследования наноструктур кремния в настоящее время являются областью интенсивных исследований. С одной стороны, это связано с уменьшением масштаба полупроводниковых приборов, а с другой - со способностью нанокристаллов кремния квантового размера излучать интенсивный свет в видимом и инфракрасном спектральных диапазонах.

Для изготовления однослойной структуры SiO<sub>2</sub>/Si методом плазменно-активированного газофазного химического осаждения на кремниевую подложку КДБ 12 диаметром 100 мм с кристаллографической ориентацией (111) наносилась пленка диоксида кремния из смеси тетраэтоксисилана ((C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>O)<sub>4</sub>Si) и кислорода (O<sub>2</sub>). Температура осаждения составляла 300 °С, толщина оксидного слоя по данным эллипсометрии составляла 1 мкм.

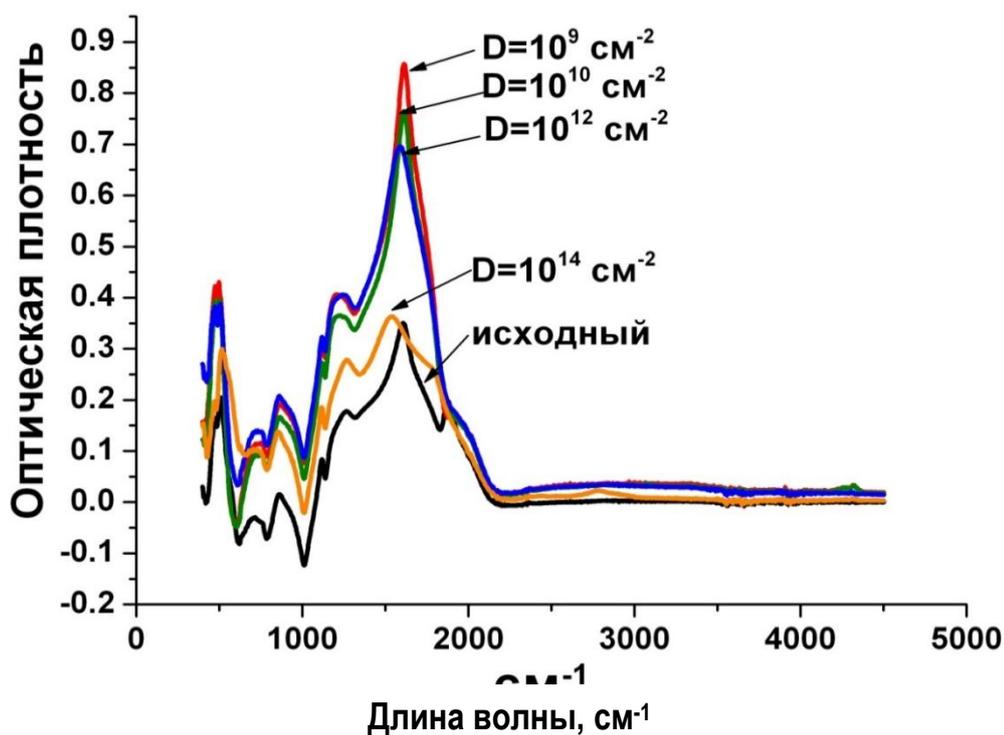


Рисунок 1 – Спектры оптической плотности образцов диоксида кремния, облученных ионами ксенона с энергией 133 МэВ

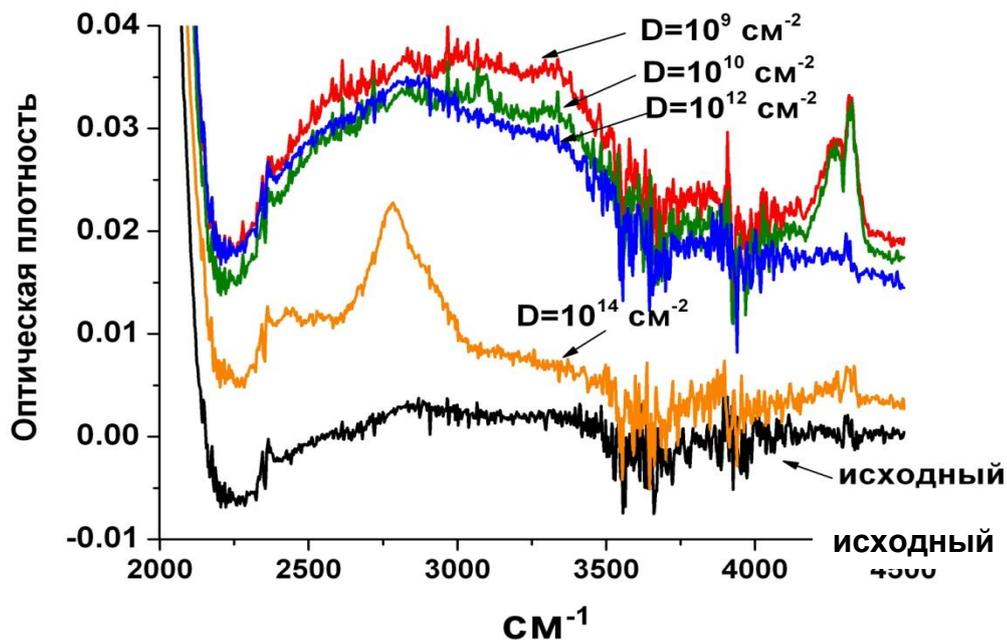


Рисунок 2 – Спектры оптической плотности, облученных ионами ксенона с энергией 133 МэВ, в области 2500 – 4500  $\text{см}^{-1}$

Таблица 1 – Положение полос в спектрах инфракрасного поглощения и возможная интерпретация [3]

Положение полос, $\text{см}^{-1}$	Возможная интерпретация
487-516	орг. C–O
719-732	орг. CH
850-865	орг. Si-C
1114-1118	Si–O–Si
1240-1265	LO Si–O
1606-1618	орг. C=O
1872	орг. C=O
2782	орг. CH
4273 – 4325	орг. C-H

Инфракрасные спектры образцов  $\text{SiO}_2/\text{Si}$ . На рисунках 1, 2 приведены спектры оптической плотности образцов  $\text{SiO}_2/\text{Si}$ , облученных ионами ксенона с энергией 133 МэВ. Рисунок 1 представляет картину оптической плотности образцов во всем изученном спектральном диапазоне, на рисунке 2 детально показано высокоэнергетическое крыло спектров от 2500 до 4500  $\text{см}^{-1}$  [1]. Как видно из рисунков, облучение приводит к перераспределению интенсивности отдельных максимумов и изменению ширины полос в зависимости от флюэнса. Наиболее интенсивные полосы регистрируются в образцах после облучения флюэнсом  $10^9 \text{ см}^{-2}$ , дальнейший рост флюэнса приводит к снижению интенсивности полос. Следует отметить появление двух полос в области 4270 – 4325  $\text{см}^{-1}$  при флюэнсе  $10^9$  и  $10^{10} \text{ см}^{-2}$ . В спектре образца, облученного флюэнсом  $10^{14} \text{ см}^{-2}$ , дополнительно проявилась широкая полоса с максимумом при 2782  $\text{см}^{-1}$  [2].

Как видно из таблицы 1, в спектре присутствуют полосы, связанные с колебаниями углеродных связей в органических соединениях [4]. Возможно, это связано с органическими

загрязнениями образцов в процессе облучения или недостаточной очисткой их перед проведением оптических измерений. Однако детальная интерпретация полученных спектров требует дополнительных исследований.

Положение максимумов и возможная интерпретация наблюдаемых в спектрах полос поглощения суммированы в таблице 1.

Исследование поддержано Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № AP09058002).

### Литература

1 Ion beam induced dissolution and precipitation of *in situ* formed Si-nanostructures in  $\alpha$ -SiN<sub>x</sub>:H matrix / S.P. Singh, S. Ghoshal, V. Prakash, S.A. Khan, D. Kanjilal, A.K. Srivastava, H. Srivastava, P. Srivastava // Nucl. Instr. Meth. – 2012. - V. B 276. – P. 51 – 55.

2 Light-emitting Si nanostructures formed by swift heavy ions in stoichiometric SiO<sub>2</sub> layers / G.A. Kachurin, S.G. Cherkova, D.V. Marina, V.G. Kesler, V.A. Volodin, V.A. Skuratov // Nucl. Instr. Meth. - 2012. – V. B 282. – P.68 – 72.

3 Examination of fission fragment tracks with an electron microscope / E.C.H. Silk, R.S. Barnes // Phil. Mag. – 1959. – V. 4. – P. 970 - 971.

4 R.L. Fleisher, P.B. Price, R.M. Walker. Nuclear Tracks in Solids. Principles and Applications. - Berkely:University of California Press – 1975.

**А.И. Федосимова, Д.О. Мурзалинов, И.А. Лебедев, С.А. Ибраимова, Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь**

#### **Жылдам иондармен сәулелендірілген SiO<sub>2</sub>/Si үлгілерінің инфрақызыл спектрлері**

**Аңдатпа.** КДБ 12 кремний төсеміне плазмалық-белсендірілген газ фазалық химиялық тұндыру әдісімен 133 МэВ энергиясы бар ксенон иондарымен сәулеленген SiO<sub>2</sub>/Si үлгілерінің оптикалық тығыздығын зерттеу үшін кристаллографиялық бағыты бар (111) бір қабатты SiO<sub>2</sub>/Si құрылымы алынды. Сәулелену жеке максимумдардың қарқындылығын қайта бөлуге және флюэнске байланысты жолақтар енінің өзгеруіне әкелді. Ең қарқынды жолақтар флюэнс 10<sup>9</sup> см<sup>-2</sup> сәулелендіргеннен кейін үлгілерде тіркеледі, флюэнстің одан әрі өсуі жолақтардың қарқындылығының төмендеуіне әкеледі. 10<sup>14</sup> см<sup>-2</sup> флюэнспен сәулеленген кезде максимумы 2782 см<sup>-1</sup> болатын кең жолақ пайда болады. Сондай-ақ, спектрде органикалық қосылыстардағы көміртегі байланысының ауытқуларына байланысты жолақтар бар. Алынған спектрлерді егжей-тегжейлі түсіндіру қосымша зерттеулерді қажет етеді.

**Түйін сөздер:** Кремний диоксиді, плазмалық активтендірілген газ фазалы химиялық тұндыру әдісі, оптикалық тығыздық, ксенон иондарымен сәулелену

**A.I. Fedosimova, D.O. Murzalinov, I.A. Lebedev, S.A. Ibraimova, E.A. Dmitriyeva, E.A. Bondar**

#### **Infrared spectra of SiO<sub>2</sub>/Si samples irradiated with fast ions**

**Annotation.** A single-layer SiO<sub>2</sub>/Si structure with a crystallographic orientation (111) was obtained by plasma-activated gas-phase chemical deposition on a silicon substrate KDB 12 to study the optical density of SiO<sub>2</sub>/Si samples irradiated with xenon ions with an energy of 133 MeV. The irradiation led to a redistribution of the intensity of individual maxima and a change in the band width depending on the fluence. The most intense bands are recorded in the samples after irradiation with a fluence of 10<sup>9</sup> cm<sup>-2</sup>, and further increase in the fluence leads to a decrease in the intensity of the bands. When irradiated with a fluence of 10<sup>14</sup> cm<sup>-2</sup>, a wide band appears with a maximum at 2782 cm<sup>-1</sup>. The spectrum also contains bands associated with fluctuations in carbon bonds in organic compounds. The detailed interpretation of the obtained spectra requires additional research.

**Keywords:** Silicon dioxide, plasma-activated gas-phase chemical deposition method, optical density, xenon ion irradiation

УДК 621.38

**Ж.Б.Омарова<sup>1</sup>, Б. Нурбаев<sup>2</sup>, С.Р. Жантуаров<sup>3</sup>**

*Научный руководитель: Н.С.Токмолдин, PhD*

<sup>1</sup>КазНУ им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

<sup>3</sup>Satbayev University, Физико-технический институт, Казахстан, г. Алматы

[zhansaya\\_o@mail.ru](mailto:zhansaya_o@mail.ru)

## АНАЛИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ SCAPS-1D

*Аннотация.* В данной работе представлены результаты исследований по моделированию характеристик солнечного элемента на основе перовскита с помощью программы SCAPS-1D. По анализу работ были выявлено, что разработка, моделирование и оптимизация перовскитных солнечных элементов на основе SCAPS-1D имеет возможность оценить их эффективность и производительность. Существуют различные факторы, которые влияют на эффективность преобразования и другие электрические параметры этих солнечных элементов, среди которых можно отметить параметры материала структурных слоев, плотность дефектов, скорость рекомбинации зарядов, толщина различных слоев и т. д. Толщина слоев переноса заряда и слоев перовскита оказывает важное влияние на плотность тока короткого замыкания, напряжение холостого хода, коэффициент заполнения и эффективность солнечного элемента. Одной из рассмотренных в данной работе возможностей по применению программы SCAPS 1D является изучение по оптимизации толщины слоёв солнечного элемента на основе перовскита.

**Ключевые слова:** моделирование, солнечный элемент, перовскит, электронные и дырочные проводящие слои, SCAPS-1D

SCAPS-1D - это программа численного моделирования солнечных элементов, разработанная на кафедре электроники и информационных систем (ELIS) Гентского университета, Бельгия. Программа состоит из нескольких панелей, в которых пользователь может устанавливать параметры солнечного элемента или в которых рассчитываются результаты. С помощью программы SCAPS-1D мы можем получать ВАХ, емкостные характеристики, зонные диаграммы, энергетические диапазоны, получать зависимости любых параметров от плотности дефектов, напряжения, температуры, мощности и спектра излучения и многое другое [1]. SCAPS-1D работает и моделирует на основе решении уравнения Пуассона и уравнения непрерывности для электронов и дырок[2].

Целью данной работы является анализ работ, в которых строили и исследовали модели перовскитных солнечных элементов в данной программе. Ввиду того, что авторы только приступают к работе с помощью этой программы, было решено начать анализ по принципу "от простого к сложному".

В соответствии с этим первыми были рассмотрены работы [3,4].

Здесь целью исследования являлось показать зависимость квантовой эффективности и производительности (КПД) от влияния толщины поглощающего слоя перовскитного солнечного элемента.

Для этого были в программу SCAPS-1D внесены исходные параметры солнечного элемента: толщина(нм), запрещенная зона(эВ), электронное сродство(эВ), диэлектрическая проницаемость (относительная), эффективная плотность состояний зоны проводимости ( $1/\text{см}^3$ ), эффективная плотность состояний валентной зоны ( $1/\text{см}^3$ ), тепловая скорость электронов (см/с), тепловая скорость дырок (см/с), подвижность электронов и дырок ( $\text{см}^2/\text{Вс}$ ), поверхностная однородная плотность донора ND( $1/\text{м}^3$ ), поверхностная однородная плотность акцептора NA ( $1/\text{см}^3$ ).

Основными уравнениями, которые были использованы при моделировании – это диффузионно-дрейфовая система уравнений в полупроводниках, которая включает стационарные дифференциальные уравнения неразрывности для определения концентрации электронов и дырок, а также уравнение Пуассона для расчета потенциала в перовските.

Структура слоёв в модели солнечного элемента:  $\text{TiO}_2/\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3/\text{Spiro-OMeTAD}$  – это базовая и достаточно распространённая архитектура. В результате были получены зависимости квантовой эффективности от толщины перовскитного слоя. Толщина варьировалась с шагом

50 нм от 100 до 250 нм, далее с интервалом 100 нм от 300 до 500 нм. Квантовая эффективность росла от 43 до 89 %. Авторы это объяснили, ссылаясь на работу [5], с тем, что большее количество фотонов будет поглощаться слоем перовскита, что приведёт к росту генерации электронно-дырочных пар.

Далее была рассмотрена зависимость производительности, КПД модели солнечного элемента от толщины. Толщина изменялась с шагом в 150 нм в интервале толщин от 100 до 700 нм, далее идет шаг в 200 нм в последнем диапазоне толщины 700-900 нм.

В результате наблюдался рост КПД от 8,5% до 19,5%, но также было отмечено падение КПД в интервале 700-900 нм. Авторы работы связывают это с повышенными рекомбинационными потерями, то есть идет уменьшение электрического поля в перовските и это способствует разделению фото генерированных электронно-дырочных пар.

Второй рассмотренной работой по моделированию являлась статья [6]. Здесь целью исследования было поставлено изучить оптимизацию по толщине слоев, переносящих заряды, таких как слой электронного типа проводимости, слой дырочного типа, помимо изменений слоя поглотителя - перовскита, на основе SCAPS-1D.

Для этого были в программу SCAPS-1D внесены аналогичные исходные параметры солнечного элемента: толщина(нм), запрещенная зона(эВ), электронное сродство(эВ), диэлектрическая проницаемость (относительная), и др., но кроме того также были внесены параметры материала для дефектов межфазных слоёв: тип дефекта, сечение захвата электронов и дырок/см<sup>2</sup>, распределение энергии, уровень энергии, общая плотность.

Основными уравнениями, которые были использованы при моделировании, снова являлись стационарные дифференциальные уравнения неразрывности для определения концентрации электронов и дырок и уравнение Пуассона для расчета потенциала в перовските. Отличие данной работы от предыдущей заключается в иной структуре солнечного элемента, в которой изучается изменение толщины оксида цинка - ZnO, а не диоксида титана - TiO<sub>2</sub>. Первичные толщины составляющих солнечный элемент слоёв были: 20 нм для ZnO, 400 нм для CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> (перовскита), 100 нм для Spiro-OMeTAD, электродам были золото с шириной запрещённой зоны 5,1 эВ и прозрачный проводящий оксид - 4,4 эВ.

В результате моделирования было продемонстрировано влияние толщины перовскитного слоя на плотность тока короткого замыкания, напряжение холостого хода, коэффициент заполнения и эффективность. Эффективность увеличивается с увеличением толщины со 100 нм до 700 нм, а затем немного уменьшается с 700 до 900 нм. Причина такого повышения эффективности заключается в увеличении плотности тока по мере увеличения толщины слоя поглотителя. С ростом толщины перовскитного слоя происходит рост плотности тока J<sub>sc</sub> и эффективности КПД. Прирост J<sub>sc</sub> происходит за счёт образования большего числа электронно-дырочных пар и роста подвижность носителей заряда. Отмечается также влияние толщины на фактор заполнения, его уменьшение связывают с рекомбинацией носителей заряда, уменьшении их времени жизни в перовскитном материале, также отмечается роль последовательного сопротивления слоёв элемента. Максимальное КПД составило 15,84% при толщине перовскитного слоя 700 нм.

Согласно полученным результатам, эффективность незначительно снижается с 15,84% до 15,24% при увеличении толщины с 20 нм до 90 нм. Это подтверждает, что слой по переносу электронов не оказывает большого влияния на электрические параметры перовскитного солнечного элемента. Коэффициент заполнения может быть улучшен применением оптимального слоя электронного типа [7], что и наблюдалось в модели авторов, где он изменялся от 59,5 % до 61%. Но постепенное увеличение толщины может также снизить производительность за счет увеличения поглощения фотонов и роста сопротивления фотоячейки [8]. Оптимальная толщина слоя электронного типа составляет около 20 нм, что соответствует максимальной эффективности 15,84%.

У Spiro-OMeTAD толщина варьировалась в зависимости от толщины материала электронного типа проводимости, т.е. от 20 нм до 90 нм [9]. Оптимальная эффективность 15,84% достигается при толщине дырочного слоя около 90 нм. Первоначально, когда толщина увеличивается с 20 нм до 90 нм, эффективность снижается до 15,5% при толщине 50 нм, а затем увеличивается до 15,84% при увеличении толщины до 90 нм [10]. В итоге толщины для оптимизированной структуры составили: ZnO при 20 нм, CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> - 700 нм, Spiro-OMeTAD - 90 нм.

Исходя из вышеизложенного, в обеих работах использовали SCAPS-1D для оптимизации толщины солнечного элемента на основе перовскита в диапазоне от 100 нм до 900 нм. Как выяснилось, толщина активного слоя, то есть слоя перовскита, оказывает большее влияние на эффективность солнечного элемента по сравнению с другими слоями.

Также программа позволяет строить и оптимизировать модели из различных материалов, так как в одном случае использовался ZnO, а в другом TiO<sub>2</sub>. В целом, моделирование, как инструмент, позволяет получать ориентировочные и дополнительные данные, которые могут в дальнейшем дополнять экспериментальные исследования в области перовскитных солнечных элементов.

### Литература

1 Electronics and Information Systems (ELIS) (Dept: University of Ghent) <http://scaps.elis.ugent.be/> (accessed: 10.02.2020).

2 Burgelman M. Modelling polycrystalline semiconductor solar cells [Text] / M. Burgelman, P. Nollet and S. Degraeve // Thin Solid Films. – 2000 –p. 527-532.

3 Rozhko A.A., Petrov V.V. and Sayenko A.V. Study of the effect of the thickness of the photosensitive layer of perovskite on its efficiency using SCAPS-1D software. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 1035 012032(2021)

4 Рожко А.А., Петров В.В., Саенко А.В. Моделирование характеристик солнечного элемента на основе перовскита с помощью программного обеспечения SCAPS [https://doc365.ru/uploads/store/5fc3aade0c1dc1.84448788\\_fjnqgohemilpk.pdf](https://doc365.ru/uploads/store/5fc3aade0c1dc1.84448788_fjnqgohemilpk.pdf)

5 Abdelkader H, Ahmed Khalil Le K, Abdallah R, Muslem Ben, Abderrahman K Imad K 2019. Modeling and optimization of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub> based on inverted planar heterojunction of solar cells using SCAPS software Journal. from Energetica (IJECA) 4(1) 56-59

6 Aseena S., Abraham N., Babu V. S. Optimization of layer thickness of ZnO based perovskite solar cells using SCAPS 1D // Materials Today: Proceedings. – 2020.

7 Abdelkader Hima, Nacereddine Lakhdar, Boubaker Benhaoua, Achour Saadoune, Imad Kemerchou, Fatiha Rogti, Superlattices Microstruct. 129(2019) 240–246.

8 MariSoucase, Bernabé, and Pradas, Inmaculada Guaita and Adhikari, Krishna R, “Numerical Simulations on Perovskite Photovoltaic Devices.” Perovskite Materials: Synthesis, Characterisation, Properties, and Applications : 445, 2016.

9 Mohammad I Hossain, Fa.hhad.H. Alharbi, Nouar Tabet, Sol. Energy 120 (2015), 370–380.

10 MariSoucase, Bernabé, and Pradas, Inmaculada Guaita and Adhikari, Krishna R, “Numerical Simulations on Perovskite Photovoltaic Devices.” Perovskite Materials: Synthesis, Characterisation, Properties, and Applications : 445, 2016.

**Ж.Б.Омарова, Б. Нурбаев, С.Р. Жантуаров**

**SCAPS-1D бағдарламасын қолдану арқылы перовскит негізіндегі күн элементінің сипаттамаларын модельдеуді талдау**

**Аннотация.** Бұл жұмыста SCAPS-1D бағдарламасын қолдана отырып, перовскит негізіндегі күн элементінің сипаттамаларын модельдеу бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген. 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.

**Түйін сөздер:** модельдеу, күн элементі, перовскит, электронды және кемтіктік өткізгіш қабаттары, SCAPS-1D.

**Zh.B.Omarova, B. Nurbaev, S.R. Zhantuarov**

**Analysis of modeling the characteristics of a solar cell based on perovskite using the SCAPS-1D program**

This paper presents the results of studies on modeling the characteristics of a solar cell based on perovskite using the SCAPS-1D program. The SCAPS-1D program works and simulates based on the Poisson equation and the continuity of electrons and holes. In these works, it is used to optimize the thickness of a perovskite solar cell.

**Keywords:** modeling, solar cell, perovskite, electron and hole conducting layers, SCAPS-1D.

УДК: 623

**Б. Суйеш<sup>1</sup>, К. Аскарулы<sup>1,2,\*</sup>, М. Елеуов<sup>1,2</sup>, С. Азат<sup>1,2,3</sup>, К. Хасенова<sup>1</sup>**

*Научный руководитель: Аскарулы К.А., магистр технических наук;*

<sup>1</sup>*Сатбаев Университет, Казахстан, Алматы*

<sup>2</sup>*Институт проблем горения, Казахстан, Алматы*

<sup>3</sup>*Казахский национальный университет им.Аль-Фараби, Казахстан, Алматы*

*Email: [k.askaruly@gmail.com](mailto:k.askaruly@gmail.com)*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЕМКОСТИ КАТОДНОГО МАТЕРИАЛА ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ $\text{LiNiCoMnO}_2$

**Аннотация.** Замена традиционных видов топлива с ограниченными запасами альтернативными источниками энергии стала одной из основных стратегий решения все более серьезных экологических проблем. В качестве устойчивого и многообещающего источника возобновляемой энергии литий-ионные батареи заменили другие типы батарей для многих небольших потребительских устройств. Наиболее практичными и многообещающими литий-ионными катодными материалами сегодня являются слоистые оксидные материалы, в частности  $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$  (NCM) и  $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Al}_y\text{O}_2$  (NCA). Литий-никель-кобальт-оксид марганца ( $\text{LiNiCoMnO}_2$ ) привлекает внимание благодаря своей превосходной плотности энергии, высокой выходной мощности и быстродействию. Он широко исследуется и находит применение во многих приложениях, например, в электромобилях (ЭМ) и системах накопления энергии (СНЭ). В этом исследовании различные эксперименты и анализы проводились с использованием катодного материала в литий-ионной батарее (ЛЭБ) с разными токами заряда-разряда.

**Ключевые слова:** LIB,  $\text{LiNiCoMnO}_2$ , заряд, разряд, емкость, катод.

**Введение.** Одной из наиболее успешных литий-ионных систем является катодная комбинация никель-марганцевый кобальт (NMC). Подобно литиймарганцевым, эти системы могут быть приспособлены для использования в качестве энергетических или силовых ячеек. Например, NMC в ячейке 18650, рассчитанной на умеренную нагрузку, имеет емкость около 2 800 мАч и может выдавать от 4 до 5А; NMC в том же ячейке, оптимизированном для удельной мощности, имеет емкость всего около 2000 мАч, но выдает непрерывный разрядный ток 2 0А [1]. Анод на кремниевой основе будет работать на 4000 мАч и выше, но с меньшей нагрузочной способностью и более коротким сроком службы. Кремний, добавленный в графит, имеет тот недостаток, что анод растет и сжимается при заряде и разряде, что делает ячейку механически нестабильной [2].

Катодные материалы. NMC (NCM) - окись кобальто-марганцевого никеля ( $\text{LiNiCoMnO}_2$ ), LFP - фосфат железа лития ( $\text{LiFePO}_4/\text{C}$ ), LNMO - шпинель марганцево-литиевого никеля ( $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ), NCA - никель-литиевая окись кобальта алюминия ( $\text{LiNiCoAlO}_2$ ), LMO - литиевая окись марганца ( $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ), LCO - литиевая окись кобальта ( $\text{LiCoO}_2$ )

Секрет NMC заключается в сочетании никеля и марганца. Аналог этому - поваренная соль, в которой основные ингредиенты - натрий и хлорид - сами по себе токсичны, но их смешивание служит приправой для соли и консервирования пищи [3].

Таблица 1 - Характеристики окиси кобальта литий-никель-марганец (NMC)

<b>Литий-никель-марганцевый кобальтовый оксид: LiNiMnCoO<sub>2</sub>. катод, графитовый анод</b> <b>Шортовая форма: NMC (NCM, CMN, CNM, MNC, MCN сходные с различными комбинациями металлов) С 2008 г.</b>	
<b>Напряжения</b>	3,60 В, 3,70 В номинальное; типичный рабочий диапазон 3,0-4,2 В/элемент, или выше
<b>Удельная энергия (мощность)</b>	150-220 Вт/кг
<b>Заряд (C-rate)</b>	0.7-1C, заряд до 4.20V, некоторые - до 4.30V; заряд 3h типичен. Ток заряда выше 1C сокращает срок службы батареи.
<b>Разряд (C-скорость)</b>	1C; 2C возможно на некоторых ячейках; 2,50В отключение
<b>Продолжительность цикла</b>	1000-2000 (связанные с глубиной разряда, температурой)
<b>Теплота</b>	Типичная температура 210°C (410°F).
<b>Стоимость</b>	~\$420 за кВт/ч
<b>Заявления</b>	Электронные велосипеды, медицинское оборудование, электромобили, промышленные
<b>Комментарии</b>	Обеспечивает высокую пропускную способность и высокую мощность. Служит в качестве гибридной ячейки. Любимая химия для многих применений; доля рынка растет.
<b>Обновление 2019 года:</b>	Ведущая система; доминирующая химия катодов.

Никель известен своей высокой удельной энергией, но слабой стабильностью; марганец обладает преимуществом формирования шпинелевой структуры для достижения низкого внутреннего сопротивления, но предлагает низкую удельную энергию. Сочетание металлов повышает прочность друг друга.

NMC - это аккумуляторная батарея для электроинструментов, велосипедов и других электропоездов. Катодной комбинацией обычно является одна треть никеля, одна треть марганца и одна треть кобальта, также известная как 1-1-1.

Кобальт дорогой и имеет ограниченное предложение. Производители батарей снижают содержание кобальта с некоторым компромиссом в производительности [4]. Успешной комбинацией является NCM<sub>532</sub> с 5-ю частями никеля, 3-мя частями кобальта и 2-мя частями марганца. Другие комбинации - NMC<sub>622</sub> и NMC<sub>811</sub>.

Материалы и испытания. Электрохимические испытания были проведены на ячейке разделения батарей Swagelok. Положительные электроды состояли из 80 % массы активного материала (LiNiCoMnO<sub>2</sub> от MTI), 10 % массы сажи в качестве проводящего материала и 10 % массы поливинилиденфторида (PVDF) в растворителе N-метилпирролидинона (NMP), смешанного и измельченного с образованием однородной суспензии.

Таблица 2 - Характеристика образцов

Пункт	Описание	Метод тестирования
D10 (мкм)	≥3.0	Лазерный анализатор размера частиц
D50 (мкм)	5.0~7.5	
D90 (мкм)	≤15.0	
Внешний вид	Темно-коричневый порошок, устойчивость к атмосферным воздействиям	
Пропорции элементов	Ni:Co:Mn = 1:1:1.	
Ni+Co+Mn (%)	60.0±2.0	Волометрия
Ли (%)	7.3±0.3	Атомно-абсорбционная спектроскопия Индуктивно-связанная плазма
Na (промилле)	≤300	
K (промилле)	≤100	
Ca(ppm)	≤200	

Fe (промилле)	≤100	
Mg (промилле)	≤200	
Kю (промилле)	≤10	
Удельная площадь поверхности (м <sup>2</sup> /г)	0.20-0.40	Площадь поверхности и пористость
значение pH	10.80~11.40	тестер pH
Влажность	≤0.05 %	кулонометрический титратор KF
Плотность крана (г/см <sup>3</sup> )	≥2.10	Тестер плотности смесителя
Плотность уплотнения (г/см <sup>3</sup> )	≥3.30	
Мощность первого разряда (мАч/г)	≥152.0	0.2C, 4.2-2.7V, Vs Li, Half Cell.
Эффективность первого разряда (%)	≥86.0	

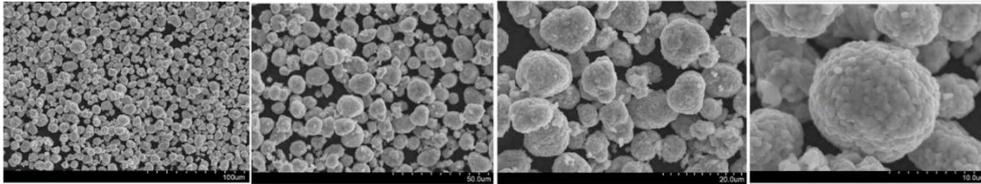


Рисунок 1 - Снимки SEM образца NMC

Затем суспензия наносится на токоприемник из алюминиевой фольги и высушивается при 80 °С в течение 2 часов для удаления растворителя перед прессованием. Ячейки были собраны в перчаточном ящике под атмосферой аргона с использованием литиевого листа в качестве встречного электрода, пленки Celgard 2300 в качестве сепаратора и 1 мол\*Л<sup>-1</sup> LiPF<sub>6</sub> в растворе этиленкарбоната (EC)/диэтилкарбоната (DEC) диметилкарбоната (DMC) (1:1:1) в качестве электролита. Кривые гальваностатных зарядов-разрядов проводились с использованием потенциостата/гальваностатов в диапазоне потенциалов 0,1-2-3 В.

**Результаты и обсуждение.** На рис. 2 (Б,В,Г) представлены электрохимические испытания ячеек монет LiNiCoMnO<sub>2</sub>, циклически циклизованных на (50, 350, 500 мА\*г<sup>-1</sup>) в диапазоне потенциалов 0-3 В против Li<sub>0</sub>/Li<sup>+</sup>. Начальная разрядная способность 50 мА\*г<sup>-1</sup> электрода LiNiCoMnO<sub>2</sub> составляет примерно 171 мА\*г<sup>-1</sup> при 1 цикле, затем падает до 135 мА\*г<sup>-1</sup> при 10-м цикле.

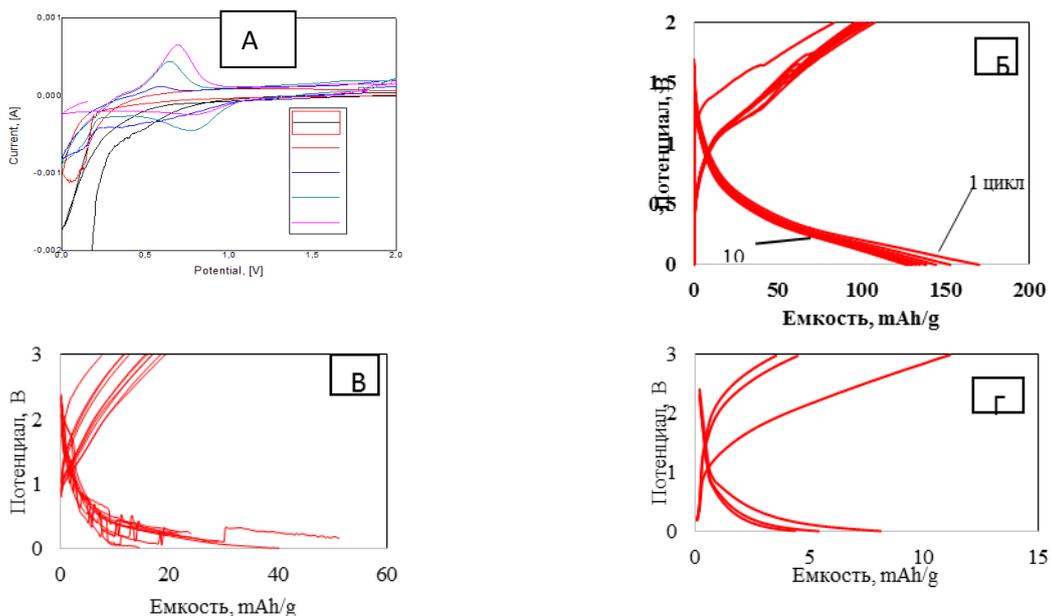


Рисунок 2 – Емкость NMC (Б,В,Г) и ЦВ (а)

Мощность разряда при 350 мА\*г-1 электрода LiNiCoMnO<sub>2</sub> падает с 50 мА\*г-1 до 15 мА\*г-1 при 10<sup>-м</sup> цикле. Как видно из рисунка, емкость заряда и разряда нестабильна (грубая). Мощность разряда при 500 мА\*г-1 электрода LiNiCoMnO<sub>2</sub> падает до 5 мА\*г-1. Это означает, что материал нашего электрода уже поврежден. Этому есть несколько причин: во-первых, при больших токах наш материал разрушается, во-вторых, наш эталонный электрод (литиевая фольга), при удалении батареи поверхность лития окисляется, и, в-третьих, из-за окисления протекал наш необратимый химический процесс. При циклической велометрии (рис. 1 А), затем после 3-х циклов при 1,7 В получается неравномерная кривая. Это означает, что там происходят нежелательные химические процессы или материал разрушается.

**Выводы.** В данной работе мы исследовали материал катода (LiNiCoMnO<sub>2</sub>) на LIB. Исследовался метод циклической вольтометрии и различные токи заряда и разряда. Заряд/разряд показал, что при больших токах емкость батареи падает с 171 мА\*г-1 до 5 мА\*г-1.

### Литература

- 1 Жульен, К.М.; Маугер, А.; Виж, А.; Загиб, К. Литиевые батареи: Наука и техника; Шпрингер: Хайдельберг, Германия, 2015 год; стр. 630.
- 2 Жульен К.М., Маугер А., Загиб К., Груулт Х. Сравнительные вопросы катодных материалов для литий-ионных батарей. Неорганические вещества 2014, 2 132-154.
- 3 Загиб К.; Маугер А.; Груулт Х.; Гуденоу Ж.Б.; Жюльен К.М. Усовершенствованный электрод литий-ионных аккумуляторов большой мощности. Материалы 2013, 6, 1028-1049.
- 4 Фергус Дж.У. Последние разработки в области катодных материалов для литий-ионных батарей. J. Источники энергии 2010, 195, 939-954.
- 5 Маугер А., Жюльен К.М. Нанонаука, поддерживающая исследования отрицательных электродов литий-ионных батарей. Наноматериалы 2015, 5, 2279-2301.

**Б. Сүйеш, Қ.Асқарұлы, М.Елеуов, С. Азат, Қ. Хасенова**

### LiNiCoMnO<sub>2</sub> негізіндегі литий-ионды аккумуляторлардың катодты материалының сыйымдылығын зерттеу

**Абстракт.** Шектеулі қоры бар отынның дәстүрлі түрлерін баламалы энергия көздерімен алмастыру барған сайын елеулі экологиялық проблемаларды шешудің негізгі стратегияларының біріне айналды. Тұрақты және перспективалы жаңартылатын энергия көзі ретінде литий-ионды батареялар көптеген шағын тұтынушылық құрылғылар үшін батареялардың басқа түрлерін алмастырды. Бүгінгі таңда ең практикалық және перспективалы литий-ионды катод материалдары қабатты оксид материалдары болып табылады, атап айтқанда LiNi<sub>1-x-y</sub>CoMn<sub>y</sub>O<sub>2</sub> (NCM) және LiNi<sub>1-x-y</sub>CoAl<sub>y</sub>O<sub>2</sub> (NCA). Литий-никель-кобальт-марганец оксиді (LiNiCoMnO<sub>2</sub>) өзінің жоғары энергия тығыздығымен, жоғары шығу қуатымен және жылдамдығымен назар аударады. Ол кеңінен зерттеледі және көптеген қосымшаларда, мысалы, электромобильдерде (ЕМ) және энергияны сақтау жүйелерінде (SNE) қолданылады. Бұл зерттеуде әр түрлі заряд-разряд токтары бар литий-ионды аккумулятордағы (LIB) катодты материалды қолдану арқылы әртүрлі эксперименттер мен талдаулар жүргізілді.

**Түйінді сөздер:** LIB, LiNiCoMnO<sub>2</sub>, заряд, разряд, сыйымдылық, катод.

**B. Suiesh, K. Askaruly, M. Yeleuov, S. Azat, K. Khassenova**

### Investigation of the capacity of the cathode material of lithium-ion batteries based on LiNiCoMnO<sub>2</sub>

**Abstract.** The replacement of traditional fossil fuels with limited reserves by alternative energy sources has become one of the main strategies to alleviate the increasingly serious environmental issues. As a sustainable and promising store of renewable energy, lithium-ion batteries have replaced other types of batteries for many small-scale consumer devices. The most practical and promising Li-ion cathode materials today are layered oxide materials, and in particular LiNi<sub>1-x-y</sub>CoMn<sub>y</sub>O<sub>2</sub> (NCM) and LiNi<sub>1-x-y</sub>CoAl<sub>y</sub>O<sub>2</sub> (NCA). Lithium Nickel Cobalt Manganese Oxide (LiNiCoMnO<sub>2</sub>) is attracting attention due to its excellent energy density, high output power, and fast response characteristics. It is being extensively researched and is finding use in many applications, such as in electric vehicles (EV) and energy storage systems (ESS). In this study, various experiments and analyzes were performed using a Lithium Ion Battery (NCM LIB) with different charge-discharge currents.

**Keywords:** LIBs, LiNiCoMnO<sub>2</sub>, charge, discharge, capacity, catode.

Н.М.Томпакова<sup>1</sup>, А.С.Серикканов<sup>2</sup>, Е.А.Дмитриева<sup>2</sup>

Научный руководитель: А.С.Серикканов, к.ф.-м.н.

<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г.Алматы

<sup>2</sup>Физико-технический институт, Казахстан, г.Алматы

[n.tompakova@satbayev.university](mailto:n.tompakova@satbayev.university)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРАТКОВРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЛАЗМ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО, ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ГАЗОВ НА СОСТАВ И СТРУКТУРУ ТОНКИХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ОЛОВА (IV)

**Аннотация.** В данной работе выявлен линейный характер зависимости толщины пленки от концентрации раствора и количества нанесенных слоев. Также исследовано и доказано уменьшение сопротивления пленок с увеличением концентрации исходного раствора и с увеличением количества слоев.

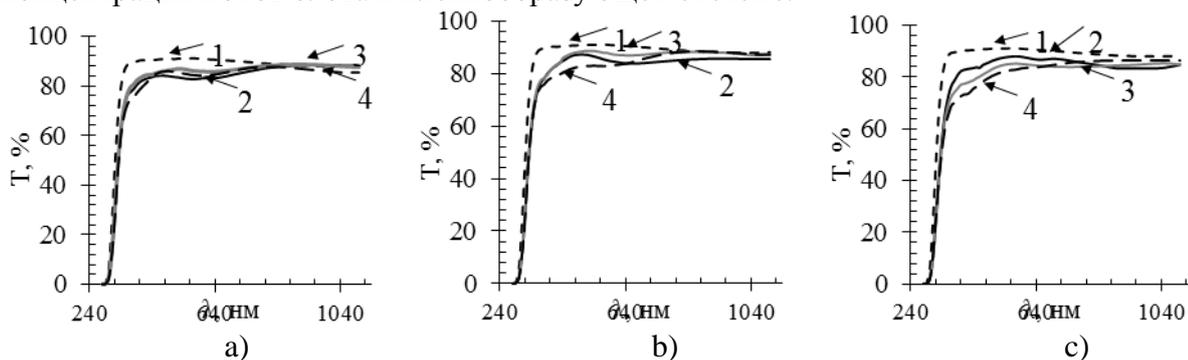
**Ключевые слова:** тонкие пленки олова, сопротивление пленок, обработка плазмой, оптические свойства пленок.

Современные технологии не обходятся без производства тонких пленок диоксида олова, которые наиболее широко применяют в основном в трех областях: 1) в качестве прозрачных электродов; 2) в качестве катализаторов; 3) в качестве твердотельных сенсоров различных газов. Применение их в качестве прозрачных электродов связано с высоким коэффициентом пропускания слоев диоксида олова в оптическом диапазоне, а также с их низким удельным сопротивлением. Среди различных методов, используемых для повышения функциональных свойств слоев оксидов металлов, особый интерес представляет обработка их плазмой [1-3]. Анализ изменений, наблюдаемых в оптических параметрах и структурных характеристиках диоксида олова после плазменной обработки, позволяет лучше понять динамику изменений физических и структурных свойств тонких пленок диоксида олова.

Изучено влияние методики получения пленок диоксида олова на их характеристики. По результатам данного эксперимента определено, что данная методика отмечает разную степень воздействия плазм в зависимости от поверхности соприкосновения ионизированных газов с материалом пленки. Была приготовлена серия растворов с разной концентрацией ионов олова 0,02 моль/л, 0,04 моль/л; 0,08 моль/л; 0,12 моль/л; 0,16 моль/л; 0,2 моль/л из пятиводного тетраоксида олова в этаноле 97%. Стало известно, что обработка их водородной плазмы помогает выявить характер изменения сопротивления пленок, а также дает возможность лучше исследовать их свойства поглощения, что скажется на применении солнечной энергии и производства солнечных элементов. Обработка кислородной плазмы влияет на прозрачность пленок SnO<sub>2</sub>, а сопротивление пленок с увеличением длительности обработки кислородной плазмой увеличивается. Также была обнаружена внутренняя ячеистая структура пленки.

Как известно, методика получения пленок диоксида олова существенно влияет практически на все их характеристики [3-4]. Отличительными характеристиками пленок, полученных с использованием различных методов, являются изначально состав синтезированной пленки и ее стехиометрия, которые оказывают весьма четкое влияние на свойства пленки как после осаждения, так и после обработки. Во избежание уменьшения коэффициента пропускания пленок после обработки кислородной плазмой провели дополнительно обработку плазмой длительностью 0,5 и 1 минута. Обработку проводили с шагом в 30 секунд, после каждого шага проводилось исследование изменений в свойствах и составе пленок. На рисунке 1 представлены спектры пропускания пленок после нанесения и после обработки в кислородной плазме 30 секунд и 1 минута. Из рисунка 1 видно, что

воздействие кислородной плазмы на прозрачность пленок SnO<sub>2</sub> различно, в зависимости от концентрации ионов олова в пленкообразующей системе.



1 – стеклянная подложка, 2 – пленка после нанесения, 3 – пленка после 30 секунд обработки кислородной плазмой, 4 – пленка после 1 минуты обработки кислородной плазмой, концентрация пленкообразующего раствора: а) 0,08 моль/л, б) 0,11 моль/л, в) 0,14 моль/л.

Рисунок 1 – Спектры пропускания тонких пленок SnO<sub>2</sub>

Таблица 1 - Сопротивление исследуемых пленок

Концентрация пленкообразующего раствора	Сопротивление, кΩ		
	Без обработки	30 секунд в O-плазме	1 минута в O-плазме
0,08 моль/л	2240±427	1550±146	226±47
0,11 моль/л	1867±374	1180±102	278±61
0,14 моль/л	3255 ± 858	1310±151	159±17

После обработки кислородной плазмой пленок, полученных из пленкообразующей системы SnCl<sub>4</sub>/EtOH с концентрацией ионов олова 0,08 моль/л, прозрачность (рисунок 1 а) увеличилась на 3-5% в видимой области спектра. Обработка, в течение 30 секунд в кислородной плазме, пленок, полученных из пленкообразующей системы с концентрацией ионов олова 0,11 моль/л, привела к увеличению прозрачности в видимой области спектра на 1-3%. Увеличение длительности обработки до 1 минуты привело, к снижению прозрачности в видимой области спектра и увеличению в длинноволновой части спектра. Прозрачность образцов, полученных из пленкообразующей системы SnCl<sub>4</sub>/EtOH с концентрацией ионов олова 0,14 моль/л уменьшалась с увеличением длительности обработки.

Как видно из таблицы 1 сопротивление пленок, вне зависимости от концентрации ионов олова в пленкообразующем растворе, уменьшается с увеличением длительности обработки кислородной плазмой. Обработка кислородной плазмой должна приводить к увеличению сопротивления пленок, в связи с заполнением вакансий кислорода.

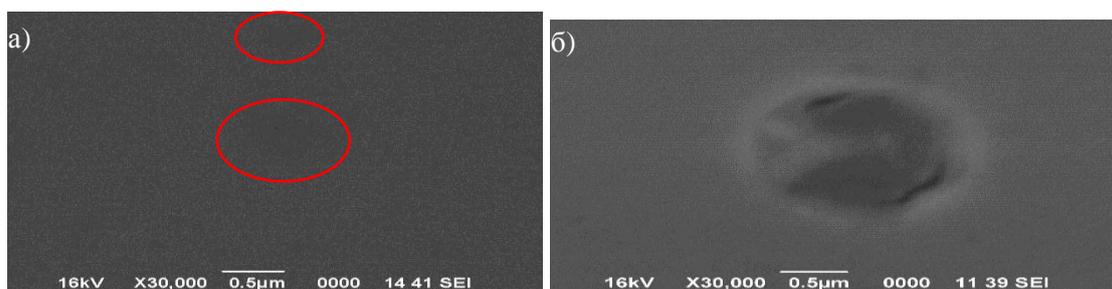


Рисунок 2 – СЭМ изображения поверхности пленок оксида олова, полученные из пленкообразующей системы  $\text{SnCl}_4/\text{EtOH}$  с концентрацией ионов олова 0,08 моль/л: а) после 30 секунд обработки в плазме; б) после 1 минуты обработки в плазме.

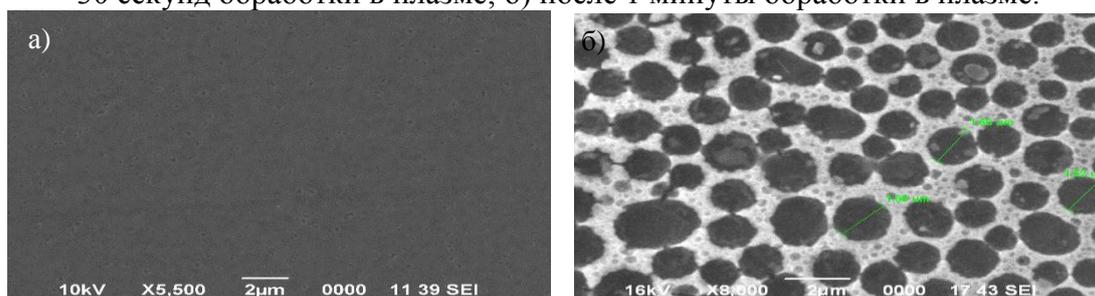


Рисунок 3 – СЭМ изображения поверхности пленок оксида олова, полученные из пленкообразующей системы  $\text{SnCl}_4/\text{EtOH}$  с концентрацией ионов олова 0,14 моль/л: а) после нанесения; б) после 1 минуты обработки в плазме

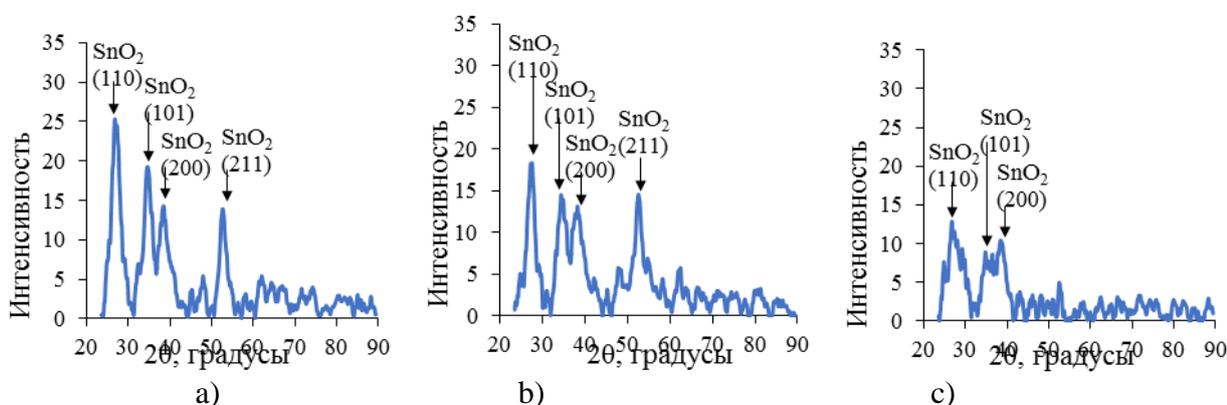


Рисунок 4 - Рентгенограмма пленок оксида олова: а) после нанесения; б) после обработки в плазме 30 секунд; с) после обработки в плазме 1 минута

Однако, на практике наблюдается обратная картина. Механизм наблюдаемого явления нуждается в дальнейшем изучении. Поверхность пленок, полученных из пленкообразующей системы  $\text{SnCl}_4/\text{EtOH}$  с концентрацией ионов олова 0,08 моль/л, ровная и однородная. На рисунке 2 представлены изображения поверхности пленок (0,08 моль/л), обработанных кислородной плазмой. Как видно из рисунка 2а в пленке наблюдаются более темные участки, образовавшиеся после обработки кислородной плазмой в течение 30 секунд. Участки слабо заметны, поэтому обведены в овалы. Согласно принципу работы электронного микроскопа – темными участками являются участки с большей, чем окружающие участки, проводимостью. Или разломы и углубления на поверхности, однако они имеют четкие очертания и интуитивно понятны. В нашем случае потемнение говорит об участке с большей проводимостью. На рисунке 2б, при том же увеличении, наблюдается участок более проводящий и имеющий четкие очертания, по контуру которых видны трещины. На поверхности пленки, полученной из пленкообразующей системы  $\text{SnCl}_4/\text{EtOH}$  с концентрацией ионов олова 0,11 моль/л образовались блистеры. Образование паров растворителя и продуктов реакции на границе «пленка – подложка» приводит к образованию «пузырьков» в еще гелеобразной пленке. Во время отжига гелеобразная пленка переходит в керамику и образовавшиеся блистеры затвердевают.

На рисунке 3 изображена поверхность пленок (0,14 моль/л), без обработки и обработанных кислородной плазмой. Пленка, полученная из пленкообразующей системы  $\text{SnCl}_4/\text{EtOH}$  с концентрацией ионов олова 0,14 моль/л, после получения имеет не ровную

поверхность (рисунок 3а). Наблюдаются впадины и определенная «рельефность» поверхности. После обработки плазмой начали наблюдаться участки поверхности с которых, под воздействием плазмы, верхний слой откололся. Под верхним слоем обнаружилась ячеистая структура (рисунок 3б).

Рентгеноструктурный анализ показал уменьшение интенсивности отражений при обработке 1 минута в кислородной плазме для всех исследуемых образцов. Из рисунка 4 видно, что с увеличением длительности обработки кислородной плазмой интенсивность отражений от всех наблюдаемых плоскостей уменьшается. После обработки в кислородной плазме в течение 1 минуты отражение от плоскости с Миллера (211) идентифицировать не удалось. Воздействие плазмы приводит к разрушению кристаллитов в пленке.

**Заключение.** Кислородная и водородная плазмы оказали большее воздействие на пленки, полученные из раствора с добавлением гидроксида аммония. Возможно, это связано с большей пористостью образца. Следовательно, с увеличением поверхности соприкосновений ионизированных газов с материалом пленки. Обработка образцов кислородной плазмой в течение 5 минут привела к уменьшению прозрачности в 1,11 и 1,17 раз. На спектрах пропускания наблюдается уменьшение коэффициента пропускания на длине волны 450 нм до 38,1% (в 1,24 раза) у образцов, полученных из растворов с добавлением  $\text{NH}_4\text{F}$  и до 29,9% (в 1,53 раза) у образцов, полученных из растворов с добавлением  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Предположено образование оксида олова (II), под воздействием восстановительных свойств водородной плазмы. Восстановление диоксида олова до металлического олова мало вероятно из-за отсутствия уменьшения коэффициента пропускания в длинноволновой области спектра. Судя по всему, обработка кислородной плазмой приводит к заполнению вакансий кислорода, что и вызвало увеличение поверхностного сопротивления пленок.

### Литература

1 Demir E, Aydin M, Arie A.A., Demir-Cakan R Apricot shell derived hard carbons and their tin oxide composites as anode materials for sodium-ion batteries // Journal of Alloys And Compounds. – 2019. – Vol.788. – P.1093-1102.

2 Park B.E., Park J, Lee S, Lee S, Kim W.H., Kim H Phase-controlled synthesis of  $\text{SnO}_x$  thin films by atomic layer deposition and post-treatment // Applied Surface Science. – 2019. – Vol.480. – P.472-477.

3 Tompakova N.M., Dmitriyeva E.A., Lebedev I.A., Serikkanov A.S., Grushevskaya E.A., Mit' K.A., Fedosimova A.I. Influence of hydrogen plasma on  $\text{SnO}_2$  thin films // Materials Today: Proceedings. – 2020. – V.25. – P.83-87.

**Н.М.Томпакова, А.С.Серикканов, Е.А.Дмитриева,**

**Қалайы диоксидінің (IV) жұқа қабықшаларының құрамы мен құрылымын қысқа мерзімді тотықсыздану, тотығу газдары плазмасымен өңдеу кезіндегі әсерін зерттеу**

**Аннотация.** Бұл зерттеу жұмысында қабықшаның қалыңдығының ерітіндінің концентрациясына және қолданылатын кабаттардың санына тәуелділігінің сызықтық сипаттамасы анықталды. Сондай-ақ, бастапқы ерітінді концентрациясының жоғарылауымен және кабаттар санының артуымен қабықшалардың кедергісінің төмендеуі зерттелді және дәлелденді. Қалайы диоксиді қабықшаларын алу әдісінің олардың сипаттамаларына әсері зерттелді.

**Түйін сөздер:** қалайының жұқа қабықшалары, қабықшалардың кедергісі, плазмамен өңдеу, қабықшалардың оптикалық қасиеттері.

**N.M.Tompakova, A.S.Serikkanov, Ye.A.Dmitriyeva,**

**Investigation of the short-term plasma exposure effect of reducing and oxidizing gases on the composition and structure of tin dioxide (IV) thin films**

**Annotation.** In this research work, the linear nature of the dependence of the film thickness on the concentration of the solution and the number of layers applied is revealed. A decrease in the film resistance with an increase in the concentration of the initial solution and with an increase in the number of layers is also investigated and proved.

**Keywords:** tin dioxide thin films, film resistance, plasma treatment, optical properties of thin films.

**А.И. Федосимова, И.А. Лебедев, С.А. Ибраимова, Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь,  
Д.О. Мурзалинов**

*Satbayev University, Физико-технический институт, Казахстан, г. Алматы  
e-mail: [ananastasia@list.ru](mailto:ananastasia@list.ru)*

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ КРИВЫХ К ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТОВ АТІС И РАМЕЛА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГИИ ЧАСТИЦ И ЯДЕР ВЫШЕ $10^{12}$ ЭВ**

***Аннотация.** Стандартные методики каскадных кривых, применяемые на экспериментах АТІС и РАМЕЛА, к сожалению, дают большие ошибки, при измерении энергии в диапазоне более  $10^{12}$  эВ в тонком ионизационном калориметре. Предлагаемая методика корреляционных кривых (ASAS) переходит от рассмотрения внешних корреляций к внутренним. Рассматривая скорость развития каскада на соседних слоях тонкого ионизационного калориметра точность определения энергии на экспериментах АТІС и РАМЕЛА возможно увеличить в несколько раз. Моделирование развития протонных каскадов различных энергий проходило с помощью GPAMELA. Обработка результатов моделирования происходила и по стандартной методике, и с помощью новой методики ASAS. Методика ASAS может применяться как для протонов, так и для тяжелых ядер, например, ядер железа без потери точности.*

***Ключевые слова:** Тонкий ионизационный калориметр, прямые измерения, космические лучи, высокие энергии, сверхвысокие энергии.*

Энергии космических частиц измерены достаточно точно для частиц с энергиями  $E < 10^{11}$  эВ. Современные магнитные спектрометры, например, эксперимент РАМЕЛА, могут определять первичную энергию с погрешностью менее 10 процентов [1-2]. Однако, такие устройства имеют ограничения при энергиях  $E > 10^{12}$  эВ, и задача определения первичной энергии на основе прямых измерений космических лучей становится более сложной.

В области  $10^{12}$ - $10^{14}$  эВ существует недостаток методов измерения. В связи с этим различные космические эксперименты (АТІС [3], CREAM [4], РАМЕЛА и другие) представляют крайне противоречивые энергетические спектры в области энергий  $10^{12}$ - $10^{14}$  эВ [5].

На сегодняшний день лучшим вариантом для измерения энергии различных ядер в широком диапазоне энергий (при  $E > 10^{12}$  эВ) является метод ионизационного калориметра [6-7]. Основной проблемой является масса установки, которую нужно поднять на орбиту. Калориметр должен иметь достаточную глубину для построения каскадной кривой (зависимости числа частиц в каскаде от глубины каскада). Огромный вес установки значительно усложняет возможность использования такого устройства в космических экспериментах. Поэтому в космических экспериментах используют тонкий калориметр. На рисунке 1 представлены каскадные кривые взаимодействия двух различных событий протона в веществе ионизационного калориметра [10].

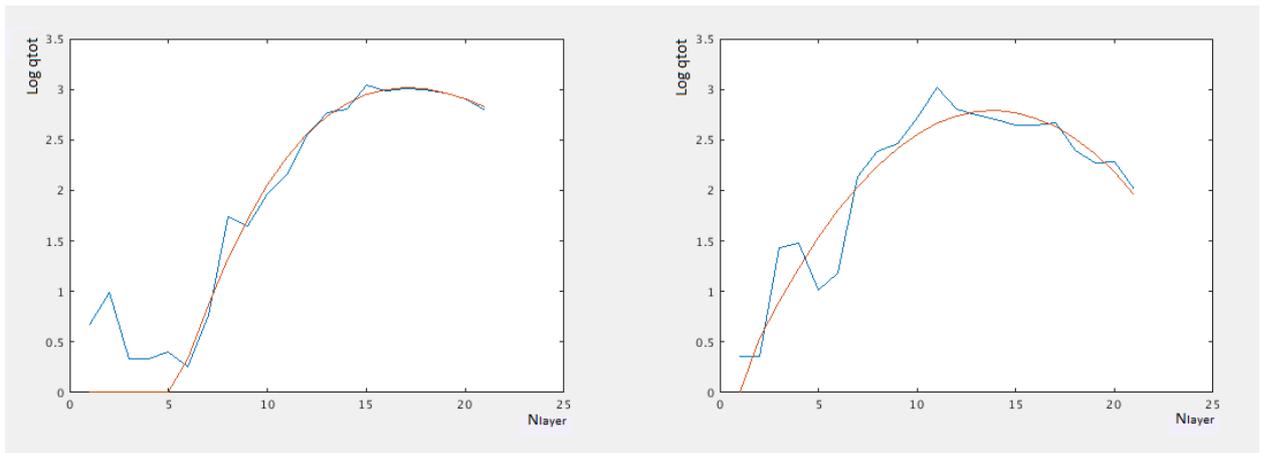


Рисунок 1 – Два события идентифицированных как протон с наложением фита

Как видно из рисунка 1 определить энергию частицы в начале развития каскада достаточно сложно. При рассмотрении всего каскада энергия влетающей в калориметр частицы определяется по максимуму развития каскада, однако для реальных экспериментальных данных экспериментов PAMELA и ATIC данный метод не является информативным. Стандартная методика на восходящей ветви каскада оценочно может определить энергию частицы, однако при использовании каскадных кривых нужно заранее знать какая именно частица летит в калориметре. В эксперименте PAMELA благодаря магнитному спектрометру, установленному выше калориметра, определяется тип частицы.

Поэтому для энергий менее  $10^{11}$  эВ энергия частиц определяется с высокой точностью (ошибки менее 10 процентов). Для энергий  $10^{12}$  эВ и выше определение энергии затрудняется, т.к. толщины калориметра недостаточно для фиксации всего каскада целиком, а регистрируя только его начала ошибки существенно увеличиваются. В связи с этим на эксперименте PAMELA определяется энергия только тех частиц, которые достигли максимума каскада. При общей толщине калориметра 16 радиационных длин фиксация максимума каскада практически не возможна для энергий выше  $10^{12}$  эВ, в связи с этим 87% высокоэнергичных событий не участвует в анализе данных, что значительно ограничивает данный эксперимент.

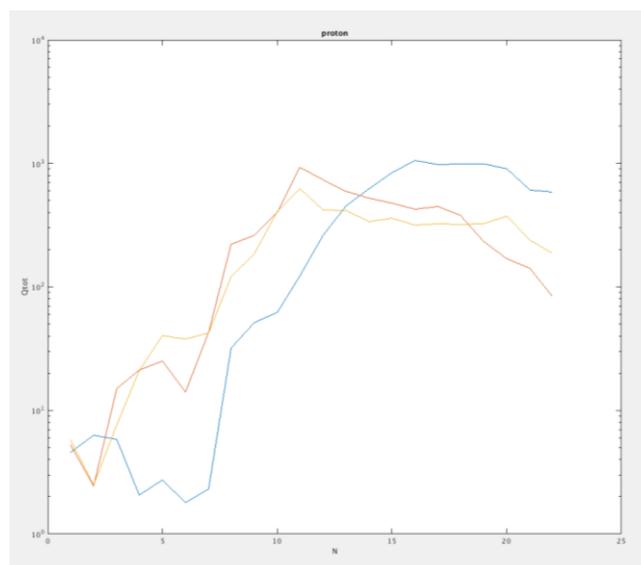


Рисунок 2 – Наложение каскадных кривых трех событий различных энергий, идентифицированных как протон

Для подавления влияния флуктуаций в развитии каскада на результаты определения первичной энергии мы предлагаем использовать метод корреляционных кривых (ASAS). ASAS основан на использовании так называемых корреляционных кривых, которые практически не зависят от флуктуаций развития каскада. Это позволяет существенно повысить точность измерений при использовании тонкого калориметра

Для проверки корректности вычисления энергии с помощью новой методики было проведено моделирование частиц с заранее известными импульсами с помощью GPAMELA. GPAMELA - это официально принятый в эксперименте PAMELA код моделирования частиц и процессов взаимодействия внутри прибора PAMELA, на основе GEANT3.21 с адронным генератором GHEISHA – GPAMELA.

Каскады, представленные на рисунке 2, достигают своего максимума при различных значениях и имеют различную определенную детекторным комплексом PAMELA энергию. Однако, в тонком калориметре регистрируется только начало каскада, и применить методику, представленную на рисунке 2, является сложной задачей, т.к. в начале развития каскада кривые с более высокой энергией лежат ниже остальных. В данном случае энергию можно определить не правильно.

При построении корреляционных кривых разница энергии двух событий, представленных на рисунке 2 четка видна (рисунок 3).

Как видно из рисунка корреляционные кривые различных энергий с самого начала хорошо отделяются друг от друга.

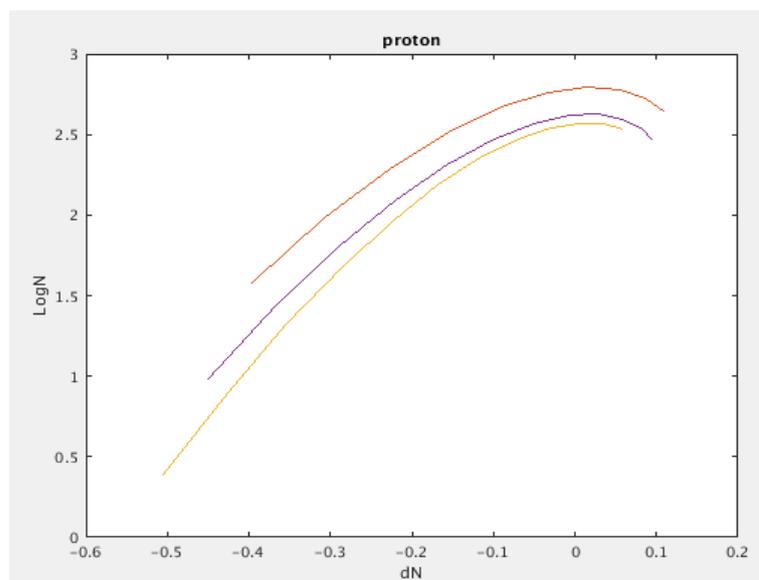


Рисунок 3 – Наложение корреляционных кривых трех событий различных энергий, идентифицированных как протон

**Заключение.** Методика ASAS позволяет определить энергию первичной частицы не только в максимуме каскадной кривой, но и в начале развития каскада. Это свидетельствует в пользу предлагаемой методики и доказывает ее применимость для таких глобальных космических экспериментов как PAMELA и ATIC.

Исследование поддержаны Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № AP08855403).

## Литература

1 Aguilar M. et al. Observation of Fine Time Structures in the Cosmic Proton and Helium Fluxes with the Alpha Magnetic Spectrometer on the International Space Station // *Phys.Rev.Lett.* - 2018. - Vol.121. - N.051103.

2 Menn W. et al. Lithium and Beryllium Isotopes with the PAMELA Experiment // *Astrophys. J.* - 2018.- Vol.862, №2. - P.141.

3 Panov D., Sokolskaya N. V., Zatsepin V. I. To the interpretation of the upturn observed by ATIC in heavy nuclei to iron ratios // *Journal of Physics: Conference Series.* – 2013. – Vol.409. – N.012036.

4 Ahn H.S. et al. Discrepant hardening observed in cosmic-ray elemental spectra // *Ap.J.* – 2010. – Vol.714. – P.89-93.

5 Adriani O. et al. Direct Measurement of the Cosmic-Ray Proton Spectrum from 50 GeV to 10 TeV with the Calorimetric Electron Telescope on the International Space Station// *Phys. Rev. Lett.* – 2019. – Vol.122. – N.181102.

6 Vasilyev O.A., Karmanov D.E.et. all Separation of the electron component by the shower shape in an ionization calorimeter for the NUCLEON experiment// *Physics of Atomic Nuclei.* - 2014. - Vol. 77, № 5. -P. 587-594.

7 Fabjan C. W., Lundlam T., Calorimetry in high-energy physics // *Ann. Rev. Nucl. Part. Sci.*-1982.- V. 32.- P. 335.

8 Федосимова А.И. Флуктуации в распределениях вторичных частиц, образованных во взаимодействиях релятивистских ядер: дис. PhD: 01.04.23/ КазНУ им. аль-Фараби.- Алматы, 2020.-105 с.

**А.И. Федосимова, И.А. Лебедев, С.А. Ибраимова, Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь, Д.О. Мурзалинов**  
**Бөлшектер мен ядролардың энергиясын  $10^{12}$  эВ жоғары өлшеу дәлдігін арттыру үшін ATIC және PAMELA эксперименттерінің деректеріне корреляциялық қисықтар әдістемесін қолдану мүмкіндігі**

**Аңдатпа.** ATIC және PAMELA тәжірибелерінде қолданылатын каскадты қисықтардың стандартты әдістері, өкінішке орай, жұқа иондаушы калориметрде  $10^{12}$  эВ-тан асатын энергияны өлшеу кезінде үлкен қателіктер жібереді. Ұсынылған корреляциялық қисықтар әдісі (ASAS) сыртқы корреляцияны қарастырудан ішкі корреляцияға ауысады. Жұқа иондаушы калориметрдің көрші қабаттарындағы каскадтың даму жылдамдығын ескере отырып, ATIC және PAMELA тәжірибелеріндегі энергияны анықтау дәлдігін бірнеше есе арттыруға болады. GPAMELA көмегімен әртүрлі энергиялардың протон каскадтарының дамуын модельдеу жүргізілді. Модельдеу нәтижелерін өңдеу Стандартты әдістеме бойынша да, жаңа asas әдістемесін қолдану арқылы да жүргізілді. ASAS әдісін протондар үшін де, ауыр ядролар үшін де қолдануға болады, мысалы, дәлдікті жоғалтпай темір ядролары.

**Түйін сөздер:** Жұқа иондаушы калориметр, тікелей өлшеу, ғарыштық сәулелер, жоғары энергия, ультра жоғары энергия

**A.I. Fedosimova, I.A. Lebedev, S.A. Ibraimova, E.A. Dmitriyeva, E.A. Bondar, D.O. Murzalinov**  
**The possibility of applying the correlation curve technique to the data of the ATIC and PAMELA experiments to increase the accuracy of measuring the energy of particles and nuclei above  $10^{12}$  eV**

**Annotation.** The standard cascade curve techniques used in the ATIC and PAMELA experiments, unfortunately, give large errors when measuring energy in the range of more than  $10^{12}$  eV in a thin ionization calorimeter. The proposed method of correlation curves (ASAS) moves from considering external correlations to internal ones. Considering the rate of cascade development on adjacent layers of a thin ionization calorimeter, the accuracy of energy determination in the ATIC and PAMELA experiments can be increased several times. The development of proton cascades of different energies was modeled using GPAMELA. The simulation results were processed using both the standard method and the new ASAS method. The ASAS technique can be applied to both protons and heavy nuclei, such as iron nuclei, without loss of accuracy.

**Keywords:** Thin ionization calorimeter, direct measurements, cosmic rays, high energies, ultrahigh energies.

К. Хасенова<sup>1</sup>, К. Аскарулы<sup>1,2\*</sup>, С. Азат<sup>1,2,3</sup>, М. Елеуов<sup>1,2</sup>, Б. Суйеш<sup>1</sup>

Научный руководитель: Магистр технических наук К. Аскарулы

<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы

<sup>2</sup>Институт проблем горения, Казахстан, г. Алматы

<sup>3</sup>Казахский Национальный Университет имени Аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

Email: [k.askaruly@gmail.com](mailto:k.askaruly@gmail.com)

## СИНТЕЗ SiO<sub>2</sub> ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ В КАЧЕСТВЕ АНОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЛИТИЙ-ИОННЫХ БАТАРЕЙ

**Аннотация.** В данной работе синтезировали аморфный диоксид кремния (SiO<sub>2</sub>) из рисовой шелухи (РШ) в два этапа, который впоследствии использовался в качестве анодного материала. Первая ступень включает в себя последовательность промывки, сушки, пиролиза и вторую очистку полученного материала от примесей. Чистота материала составляет 89,6 % в первом случае и 99,1 % после очистки. Удельная площадь поверхности SiO<sub>2</sub> составляет от 120 до 980 м<sup>2</sup>\*г<sup>-1</sup>. Емкость обоих материалов более 400 мАч/г, но SiO<sub>2-1</sub> показал более стабильную цикличность. Данная работа показывает, что очень простым и недорогим способом полученные материалы (SiO<sub>2-1</sub>) из РШ могут быть использованы в качестве анодного материала в ЛИБ.

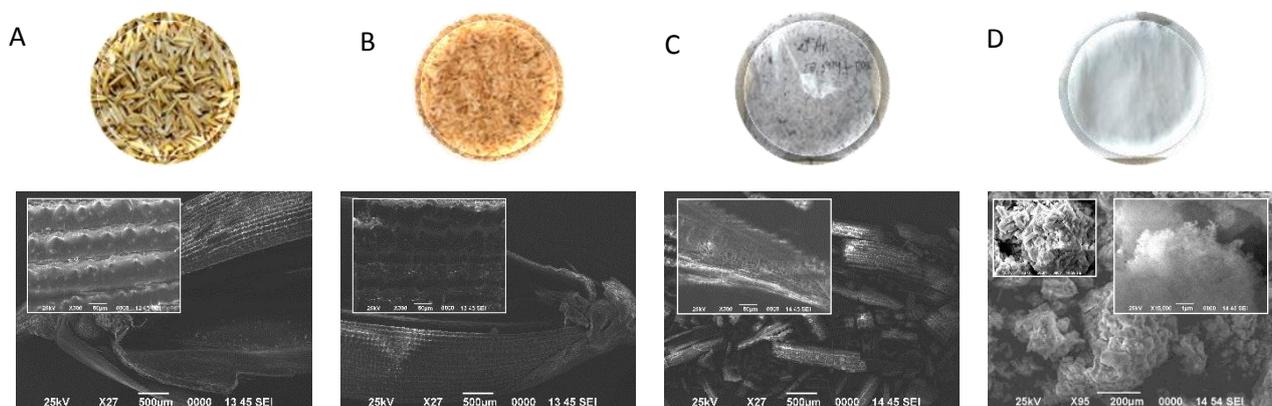
**Ключевые слова:** ЛИБ, кремнезем, заряд, емкость, анод, SiO<sub>2</sub>.

**Введение.** В последнее время одним из перспективных материалов для анода в ЛИБ являются кремниевые материалы, обладающие очень высокой емкостью [1]. Теоретическая емкость, стабильность, кулоновская эффективность ЛИБ зависят от анодного материала, а также от структуры и тд. [2]. Традиционные ЛИБ изготавливаются из графитовых элементов и очень устойчивы, но имеют очень малую емкость по сравнению с диоксидом кремния [3]. Теоретическая емкость SiO<sub>2</sub> составляет 1965 мАч/г. Ученые пытаются модифицировать диоксид кремния: например, нанопровода, нанопорошки, тонкие пленки для стабилизации и увеличения срока службы батареи [4]. Кремний в различных формах вызвал значительный интерес во многих областях применения, таких как примеру, как электроника, фотоэлектричество, биомедицина, а также инновационным образом в качестве анодов в литий-ионных батареях. Простая подготовка четко определенного композитного анода SiO<sub>2</sub> и SiO<sub>2</sub>+C до сих пор является сложной задачей. Большинство общих методов имеют различные ограничения, такие как высокотемпературный или высокоэнергетический пиролиз предшественников силана/полисилана/галосилана. Более того, контроль однородной границы раздела C/SiO<sub>2</sub> остается сложной задачей [5,6]. Различные композиты C/SiO<sub>2</sub> широко изучались разными учеными.

При пиролизе РШ под действием инертного газа получается трехмерная структура композитов C/SiO<sub>2</sub> без сложных методов нанесения покрытий [8]. Учитывая простоту методов приготовления, а также изобилие и нетоксичность сырья, многие исследователи изучали композиты C/SiO<sub>2</sub> на основе РШ, также готовили эти композиты C/SiO<sub>2</sub> методом двухступенчатой карбонизации и использовали их в ЛИБ [9,10].

**Экспериментальные методы** 2.1. **Материалы.** РШ получены из Кызылординской области (Казахстан). Все химические реактивы приобретены у местной компании. С45 (сажа), связующее вещество (PVDF) и 1-Метил-2-пирролидон были приобретены у Sigma-Aldrich. Электролит был 1 М LiPF<sub>6</sub> в смеси 1:1:1 v/v/v этиленкарбоната (EC), метилэтилкарбоната (EMC) и диметилкарбоната (DMC).

Процедура синтеза. 1-й метод. РШ была привезена из Кызылординской области, расположенной в Казахстане. Схема 1 - показывает последовательные этапы получения  $\text{SiO}_2$  из РШ. Для удаления пыли и ненужных материалов с поверхности РШ мы промываемся дис. водой. Далее обработка РШ 2М  $\text{HCl}$  для удаления тяжелых элементов. Для удаления органических элементов из РШ сжигаем в муфельной печи температуре  $650^\circ\text{C}$  в течение 4 ч. Полученный лужга остался около 20% от общей массы РШ. Чистота получения  $\text{SiO}_2$  составляет 89,6% (табл. 1).



Промывка дис. водой - Сушка при  $120^\circ\text{C}$  в 8 ч. - Промывка с 2М  $\text{HCl}$  - Промывка деис. водой - Сушка при  $120^\circ\text{C}$  в 8 ч. - Пиролиз  
 Смешивание с 2М  $\text{NaOH}$  - Фильтрация - Отделит  $\text{SiO}_2$  - Промывка - Сушка

Рисунок 1 -  $\text{SiO}_{2-1,2}$  из РШ и SEM снимки  $\text{SiO}_2$

2-й метод. Второй метод является продолжением первого. Полученная по первому способу  $\text{SiO}_2$  очищается по второму способу для получения более чистой  $\text{SiO}_2$ . Для растворения диоксида кремния смешиваем его с 2М  $\text{NaOH}$  при  $90^\circ\text{C}$  2 часа, а затем фильтруем, чтобы отделить твердые частицы или материалы, которые не удалось удалить по первому способу, затем отделяем чистый  $\text{SiO}_2$  и из полученного материала делаем анод. Чистота получения диоксида кремния составляет 99,1% (таблица 1).

Электрохимия. Приготовление электродов или суспензии выполняли путем растворения 68% +  $\text{SiO}_{2-1}$  и  $\text{SiO}_{2-2}$  + 20% + сажи и 12% + PVDF в N-метил-2-пирролидоне (для растворения PVDF Ф использовался NMP). Суспензии наносили на медный токосемник (медная фольга толщиной 30 мкм, d-8-мм), высушивали в печи в течение 4 часов при температуре  $120^\circ\text{C}$ . Полуэлементные батареи собирали в перчаточном ящике, заполненный аргоном.

Циклическая вольтамперометрия (CV) и гальваностатная циклическая зарядка/разрядка собранных батарей проводилась при температуре окружающей среды с использованием POTENTIOSTAT-GALVANOSTAT R-40X. Скорость сканирования для CV составляла 0,1 мВ/с при диапазоне напряжений 0,01-3,0 и 2,0 В. Все электрохимические измерения проводились после того, как собранная батарея оставалась неподвижной в течение 12 часов.

Результаты и обсуждение. Рис. 1 - иллюстрирует SEM-изображения  $\text{SiO}_{2-1}$ , полученные из РШ. Видно, что поверхность очень пористая и очень хорошо соединена друг с другом. На рисунке 2 видны куски  $\text{SiO}_{2-2}$ , которые не связаны друг с другом.

Наблюдаемое широкое поле (рис. 2) с максимумом интенсивности при  $2\theta = 20 - 24^\circ$ , соответствует значению d-диапазона 0.36 нм и подтверждает аморфную структуру полученного  $\text{SiO}_2$ . Изотермы (Рис. 3.) образца  $\text{SiO}_2$  близки к образцу III типа со слабым контуром гистерезиса и кривизной в низких давлениях, что указывает на мезопористо-макропористые материалы.

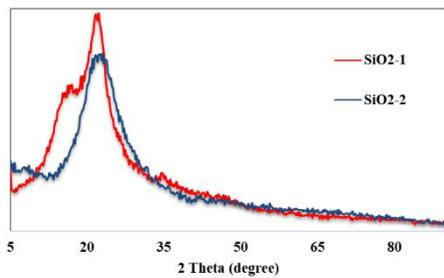


Рисунок 2 - Рентгеновская дифракционная картина SiO<sub>2</sub>-1 и SiO<sub>2</sub>-2, полученная из РШ

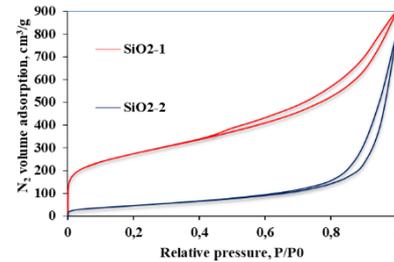
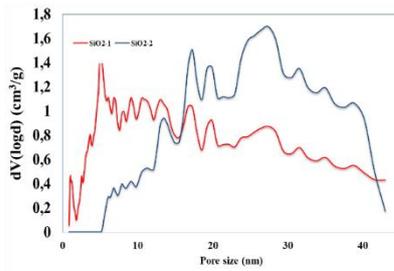


Рисунок 3 - а) Распределение пор по размерам образцов SiO<sub>2</sub> -1,2) изотермы адсорбции-сорбции азота SiO<sub>2</sub> -1,2

Изотерма SiO<sub>2</sub>-2 ближе к типу II с более интенсивным контуром гистерезиса и кривизной в низких давлениях, указывающей на мезопористо-макропористый материал с некоторой микропористостью.

Таблица 1 - Результаты рентгенофлуоресцентного анализа SiO<sub>2</sub>-1 и SiO<sub>2</sub> -2

Элементы	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CuO	ZnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
SiO <sub>2</sub> -1	89.6	—	—	—	—	6.1	—	—	0.2	3.7	0.3	—	0.01
SiO <sub>2</sub> -2	99.1	—	—	—	—	0.8	—	—	—	0.02	—	0.1	—

Электрохимическая характеристика. На рис. 4 представлены кривые CV и схема заряда-разряда обоих полученных SiO<sub>2</sub> из РШ, где были изучены электрохимические характеристики в течение 1-3 циклов. Широкий катодный пик в CV от (SiO<sub>2</sub>-10.5 В до 1.5 В и SiO<sub>2</sub>-2 0.01 В до 2.5 В) появился только в 1-м цикле, что связано с образованием на поверхности электрода слоя SEI и необратимых реакций.

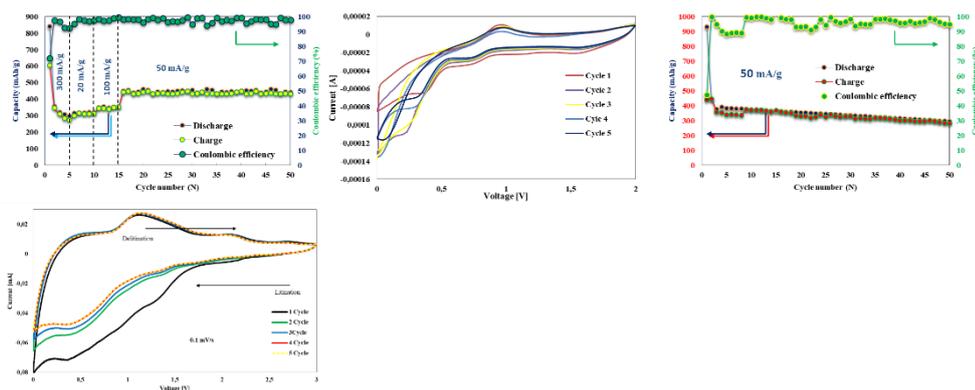


Рисунок 4 - Схема заряда-разряда (а) и циклическая вольтамперометрия (b) SiO<sub>2</sub>-1 (b) SiO<sub>2</sub>-2

Цикловые характеристики 2 различных образцов также оценивались для 50 циклов при плотности тока 50 мАг<sup>-1</sup> в диапазоне 0,01-3,0 и 2 В, как показано на рис. 4 . На аноде SiO<sub>2</sub>-1 представлены 1-я разрядная и зарядная емкости г<sup>-1</sup> 841 и г<sup>-1</sup> 606 мАч и г<sup>-1</sup> SiO<sub>2</sub>-2 937 и г<sup>-1</sup> 440 мАч/г соответственно. По сравнению с кривыми разряда и заряда SiO<sub>2</sub>-1 и SiO<sub>2</sub>-2, SiO<sub>2</sub>-1 более

стабилен, чем  $\text{SiO}_{2-2}$ . Высокую циклическую устойчивость электрода  $\text{SiO}_{2-1}$  можно объяснить введением в композит других элементов.

**Заключение.** Данное исследование показывает, что диоксид кремния, полученный из рисовой шелухи, может использоваться в качестве анодного материала в литий-ионных батареях. Взаимосвязанная нанопористая структура может решить важные проблемы в работе анода кремнезема, обеспечивая отличную цикличность и производительность. Диоксид кремния, полученный по первому методу, показал хорошую циклическую устойчивость по сравнению со вторым. Скорее всего, это связано с хорошей поровой структурой диоксида кремния. Разрядная способность  $\text{SiO}_{2-1}$  при токе 50 мА/г показала 841 мАч/г в первом цикле и 606 мАч/г во втором. Начиная с третьего цикла показана стабильность цикличности. Разрядная способность  $\text{SiO}_{2-2}$  при токе 50 мА/г показала 937 мАч/г в первом цикле и 440 мАч/г во втором. Мощность первого цикла больше, чем первого цикла  $\text{SiO}_{2-1}$ , это связано с чистотой второго материала, так как емкость диоксида кремния в начале 1985 мАч/г, но быстро ухудшается, начиная третий цикл, емкость батареи постепенно уменьшается.

### Литература

- 1 W.S. Chang, C.M. Park, J.H. Kim, Y.U. Kim, G. Jeong, H.J. Sohn, *Energy & Environmental Science*, 5(5), (2012) 6895-6899.
- 2 Z. Liu, Q. Yu, Y. Zhao, R. He, M. Xu, et al., *Chemical Society Reviews*, 48(1), (2019), 285-309.
- 3 L. Wang, Z. Schnepfb and M. M. Titirici, *Journal of materials chemistry a*, 1(17), (2013), 5269-5273.
- 4 Z.Favors, W.Wang, H.H.Bay, A.George, M. Ozkan & C. S. Ozkan, *Scientific reports*, 4,(2014): 4605.
- 5 Pang H, Zhang W, Yu P, Pan N, Hu H, Zheng M, Xiao Y, Liu Y, Liang Y. *Nanomaterials*. 2020 Mar;10(3):513.
- 6 Liu, N., Huo, K., McDowell, M. et al. . *Sci Rep* 3, 1919 (2013). <https://doi.org/10.1038/srep01919>
- 7 Bhatt, M. D., & O'Dwyer, C. (2015), 17(7), 4799–4844. doi:10.1039/c4cp05552g
- 8 J.L.Cui, Y.F.Cui, S.H. Li, et al., *ACS. Appl.Mater.Interfaces*. 8(44),30239 (2016)
- 9 Y.M. Ju, J.A. Tang, K.Zhu, Y.Meng, C.Z. Wang, G. Chen, Y.J. Wei, and Y. Gao, *Electrochim. Acta* 191, 411 (2016).[10] Guo, Y., Chen, X., Liu, et al. *Journal of Elec Materi* 49, 1081–1089 (2020).
- 10 K. Askaruly, S. Azat, Z. Sartova, M. Yeleuov, A. Kerimkulova, K. Bekseitova, *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 55(1), (2020), 88-97

**К. Хасенова, Қ. Асқарұлы, С. Азат, М. Елеуов, Б. Сүйеш**

**Литий-иондық батареяға арналған анод материалы ретінде күріш қауызынан  $\text{SiO}_2$  синтездеу**

**Аннотация.** Бұл жұмыста аморфты кремний диоксиді ( $\text{SiO}_2$ ) күріш қабығынан (КҚ) екі кезеңде алынды, ол кейіннен анод материалы ретінде пайдаланылды. Бірінші кезеңге Жуу, кептіру, пиролиз және алынған материалды қоспалардан екінші тазарту кіреді. Материалдың тазалығы бірінші жағдайда 89,6% және тазалаудан кейін 99,1% құрайды.  $\text{SiO}_2$  бетінің нақты ауданы 120-дан 980 м<sup>2</sup>\*г<sup>-1</sup> құрайды. Екі материалдың сыйымдылығы 400 мАч/г-дан асады, бірақ  $\text{SiO}_{2-1}$  тұрақты циклді көрсетті. Бұл жұмыс КҚ-нан алынған материалдарды ( $\text{SiO}_{2-1}$ ) өте қарапайым және арзан түрде ЛИБ-де анод материалы ретінде пайдалануға болатындығын көрсетеді.

**Түйінді сөздер:** ЛИБ, кремний, заряд, сыйымдылық, анод,  $\text{SiO}_2$ .

**K. Khasenova, K. Askaruly, S. Azat, M. Eleuov, B. Suyesh**

**Synthesis of  $\text{SiO}_2$  from rice husk as an anode material for lithium-ion batteries**

**Annotation.** In this work, amorphous silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ ) was synthesized from rice husk (RH) in two stages, which was subsequently used as an anode material. The first stage includes a sequence of washing, drying, pyrolysis and the second purification of the resulting material from impurities. The purity of the material is 89.6% in the first case

and 99.1% after purification. The specific surface area of  $\text{SiO}_2$  is from 120 to 980  $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ . The capacity of both materials is over 400 mAh / g, but  $\text{SiO}_{2-1}$  showed more stable cycling. This work shows that in a very simple and inexpensive way the obtained materials ( $\text{SiO}_{2-1}$ ) from RS can be used as an anode material in LIB.

**Key words:** LIB, silica, charge, capacity, anode,  $\text{SiO}_2$ .

УДК 546, 538.9

**Н.А. Чучвага, Н.М. Кислякова, Н.С. Токмолдин, Б.А.Рақыметов**  
*Satbayev University, ТОО «Физико-технический институт», Казахстан, г. Алматы*  
[nikolay.chuchvaga@gmail.com](mailto:nikolay.chuchvaga@gmail.com), [n.chuchvaga@satbayev.university](mailto:n.chuchvaga@satbayev.university)

## ПОИСК И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТОВ ВЛАЖНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН

**Аннотация.** В ходе выполнения работ были проведены эксперименты по влажной химической обработке монокристаллических кремниевых пластин. Были получены образцы монокристаллических кремниевых пластин после различных этапов влажной химической обработки и измерены времена жизни неосновных носителей в данных образцах. Результаты исследований показали, что увеличение времени жизни ННЗ в пластинах начинается со стадии травления нарушенного слоя, в то время как само обезжиривание на время жизни ННЗ влияния не оказывает. Также, было показано, что важную роль играет очищение поверхности от металлов и финальная обработка в плавиковой кислоте. Выявлено, что для достижения лучших результатов травления гораздо эффективнее увеличивать время обработки пластин в растворе нежели концентрацию щёлочи. Также, в результате исследований были определены оптимальные параметры технологии текстурирования для исследуемых образцов, а также определен основной вид травителя для процессов текстурирования, представляющий собой раствор КОН с изопропанолом.

**Ключевые слова.** Фотовольтаика, кристаллический кремний, НИТ, фотоэлемент, текстурирование, влажная химия.

В ходе эксперимента [1] образцы коммерческих кремниевых пластин n-типа проводимости с заявленным поверхностным сопротивлением 1-50 Ом/квadrat погружали в ёмкости с растворами кислот, щелочей, деионизированной водой для проведения влажной химической обработки согласно выбранной технологии. Результаты этой обработки исследовались на приборе для измерения времени жизни неосновных носителей заряда методом Синтона.

Методов влажной химической очистки подробно описан в работе [1] и [2].

На стадии обезжиривания коммерческие кремниевые квадратные подложки со стороной квадрата 7 см загружали в авторский фторопластовый держатель образцов. Затем, держатель образцов погружался в раствор гидроксида калия малой концентрации и перекиси водорода. После этого процесса образцы промывались бидистиллированной деионизированной водой и производилась сушка в сушильном шкафу фирмы «BINDER». Вода для растворов была получена на «комбинированной мембранной установке серии ДВС-М/1Н(5Н). На следующей стадии удалялся нарушенный слой с поверхности кремниевых пластин методом травления в щелочной среде. Образцы опускались в сильно концентрированный раствор гидроксида калия, а затем промывались в воде, аналогично предыдущему этапу обработки пластин. Далее, производилась сушка пластин в сушильном шкафу. После каждой стадии производились измерения времени жизни неосновных носителей заряда в образцах. Перед каждым измерением пластины опускались в слабый раствор плавиковой кислоты для снятия оксидного слоя, образованного в естественной среде.

Результаты измерений показали, что после этапа травления нарушенного слоя описанной методикой время жизни неосновных носителей заряда (ННЗ) в пластинах кремния увеличивается в два-три раза (Таблица 1). Как видно из таблицы 1 каждый из этапов очистки, начиная с травления увеличивает время жизни ННЗ. В целях экономии места в таблице приведены не все эксперименты, так как результаты остальных экспериментов совпадают с приведёнными в таблице. Данные СЭМ подтверждают, что с увеличением времени травления поверхность исследуемых пластин становится более гладкой [1, с. 113].

Таблица 1 – Данные времени жизни ННЗ. Initial – исходный образец. Degreased – обезжиренный. Etched – протравленный. Sample Name – название образца. Lifetime at Spec. MCD – время жизни ННЗ, измеренное при определённом значении концентрации носителей заряда в секундах. Ohm-cm – удельное сопротивление Ом-см. Lifetime/R – отношение времени жизни ННЗ к удельному сопротивлению [1, стр. 111]

Sample Name	Lifetime at Spec. MCD	Ohm-cm	Lifetime/R
initial	2,00E-06	1,17	1,7094E-06
initial	2,00E-06	1,25	0,0000016
initial	2,00E-06	1,25	0,0000016
degreased	2,00E-06	1,26	1,5873E-06
degreased	2,00E-06	1,12	1,78571E-06
Etched +HF	4,00E-06	1,40	2,85714E-06
Etched +HF	4,00E-06	1,42	2,8169E-06
cSC1+etched+cSC1+HCL+HF	8,00E-06	1,32	6,06061E-06
cSC1+etched+cSC1+HCL+HF	9,00E-06	1,29	6,97674E-06
cSC1+etched+HNO3+HF	11E-06	1,33	8,27068E-06
cSC1+etched+HNO3+HF	14E-06	1,30	1,07692E-05
cSC1+etched+HNO3+HF	11E-06	1,31	8,39695E-06

Результаты исследований показали, что увеличение времени жизни ННЗ в пластинах начинается со стадии травления нарушенного слоя, в то время как само обезжиривание на время жизни ННЗ влияния не оказывает. Также, важную роль играет очищение поверхности от металлов и финальная обработка в плавиковой кислоте. Так же было показано, что для достижения лучших результатов травления гораздо эффективнее увеличивать время обработки пластин в растворе нежели концентрацию щёлочи.

Важную роль при получении однородной пирамидальной текстуры с низкими значениями отражения играет время процесса травления. Но не только время травления значительно влияет на формирование пирамиды на Si-пластинах, но также и все компоненты раствора травления. Следовательно, все параметры травления должны быть тщательно исследованы, чтобы получить желаемую оптимальную пирамидальную текстуру и, таким образом, уменьшить общее отражение кремниевых пластин. Здесь необходимо упомянуть важность IPA (изопропанол) для формирования пирамид. Отсутствие IPA в этом растворе также означает отсутствие пирамид, так как изопропанол значительно влияет на скорость травления. Другими словами, высокие скорости травления означают отсутствие анизотропии в растворе травления [3]. Минусом использования технологии текстуризации пластин с использованием раствора КОН-IPA можно назвать испарение и загрязнение DI воды и IPA для долгих процессов, когда через одну ванну с раствором проходят сотни пластин кремния. Чтобы нивелировать этот отрицательный эффект, необходимо с течением времени, повторно доливать рассчитанное количество раствора в ванну. В фотоэлектрической промышленности этот метод представляет собой недорогой метод текстурирования Si-пластин. Альтернативными методами травления можно назвать методы с использованием растворов, в которых в качестве окислителей используют карбонат натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  [4] или тетраметиламмоний гидроксид ТМАН [5]. Хороших результатов можно достичь, используя

заменители IPA с более высокой температурой кипения для раствора травления в KOH, что позволяет, с одной стороны, текстурировать пластины при более высоких температурах и, следовательно, за более короткое время, и, с другой стороны, иметь более низкие потери испарения для спирта и, следовательно, более низкие затраты. Однако альтернативные изопропанолу добавки являются более дорогими химическими реагентами. Исходя из этого, наша исследовательская группа попыталась найти оптимальный рецепт травления с использованием раствора KOH-IPA для имеющихся у нас коммерческих монокристаллических кремниевых пластин (фирма АТЕСОМ) ориентации <100> толщиной 200 мкм, так как процесс влажной химической обработки монокристаллических кремниевых пластин, включающий текстурирование, представляет собой одну из ключевых стадий технологии изготовления высокоэффективных солнечных элементов.

Суть эксперимента заключается в оптимизации рецепта текстурирования пластин из монокристаллического кремния с применением раствора щелочи KOH с добавлением IPA. Было проведено текстурирование пластин при различных временах процесса и концентрациях KOH. Контроль качества осуществлялся при помощи измерения коэффициента отражения на образцах, также проводилось исследование поверхности пластины с помощью сканирующего электронного микроскопа. Изменение толщины пластин после химической обработки определялось, исходя из площади пластины и плотности кремния, путем взвешивания.

В ходе экспериментов была выбрана технологическая схема поэтапного проведения текстурирования, которая подробно описана в работе [2].

В настоящей работе концентрации растворов приведены в весовых процентах. Из наших наблюдений через 1 ч и 25 минут в 6%-ом растворе IPA концентрация спирта уменьшается до 4%. В связи с этим для каждого эксперимента изготавливались свежие растворы. В ходе экспериментов IPA добавлялся в раствор KOH+H<sub>2</sub>O, нагретый до 80°C. В процессе текстурирования IPA больше не добавлялся. Более подробно вопрос испарения IPA не исследовался. После каждого этапа обработки пластин в растворах проводилась промывка пластин деионизированной водой 2 раза по 2 минуты. После процесса текстурирования измерялся коэффициент отражения каждой пластины на установке QEX10 компании «PV Measurements, Inc.». Данный прибор работает в диапазоне длин волн 300–1100 нм. Изучение зависимости отражательной способности пластины от длины волны является важной характеристикой при определении эффективности пластин.

Для исследования морфологии кремниевой пластины использовался сканирующий электронный микроскоп JEOL (SEM) с высоким пространственным разрешением.

Данных представленных в работах можно сделать вывод, что при увеличении времени текстуризации при 1%-ом KOH уменьшается процент отражения света от поверхности кремния. Однако начиная с времени травления в 45 минут, коэффициент отражения начинает увеличиваться. При увеличении концентрации KOH процент отражения света от поверхности кремниевых пластин увеличивается. Увеличение концентрации травителя при 6% IPA приводит к увеличению скорости травления, вследствие чего поверхность покрывается пирамидами больших размеров (6–7 мкм высоты и 10 мкм ширины) при малой плотности [2, стр. 1761]. На изображениях можно заметить наличие дефектов и ступенек у основания пирамидок, которые оказывают негативное влияние на эффективность ФЭП. Такие дефекты могут образовываться вследствие образования геля — силиката калия K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. При больших концентрациях силиката калия пленка оксида кремния SiO<sub>2</sub>, образующаяся на поверхности пластины, приводит к разбросу по скоростям на различных участках кремния [6].

Увеличение времени процесса при малых концентрациях приводит к медленному росту пирамидок. Однако при времени травления более или равном 45 min наблюдается

увеличение размера пирамидок и увеличение процента отражения света от поверхности [2, стр. 1762].

В ходе исследований выявлено, что при использовании технологии текстурирования пластин монокристаллического кремния ориентации (100) в растворе КОН с добавлением IPA оптимальной концентрацией щелочи является 1%, и время процесса при температуре 80°C составляет 20 минут. Было выявлено, что увеличение времени процесса при малых концентрациях приводит к медленному росту пирамидок. Однако при времени травления более или равном 45 минут наблюдается увеличение размера пирамидок и увеличение процента отражения света от поверхности.

Исследование поддержаны Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан ИРН АР09259279.

### Литература

1 Chuchvaga N. A. et al. Исследование влияния влажной химической обработки на поверхность кремниевых монокристаллических пластин //Recent Contributions to Physics (Rec. Contr. Phys.). – 2018. – Т. 67. – №. 4. – С. 108-114.

2 Chuchvaga N. A. et al. Problems Arising from Using КОН–IPA Etchant to Texture Silicon Wafers //Technical Physics. – 2020. – Т. 65. – №. 10. – С. 1685-1689.

3 S. Olibet, E. Vallat-Sauvan, L. Fesquet, Ch. Monachon, A. Hessler-Wyser, J. Damon-Lacoste, S. De Wolf, Ch. Ballif. Properties of interfaces in amorphous/crystalline silicon heterojunctions // Phys. Status Solidi Appl. Mater. Sci., 2010. Vol. 207. P. 651–656. DOI: 10.1002/pssa.200982845

4 I. Melnyk, E. Wefringhaus, M. McCann, A. Helfricht, A. Hauser, P. Fath Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> as an alternative to NaOH/IPA for texturisation of monocrystalline silicon. Proc. 19th EU PVSEC, 1090 (2004).

5 P. Papet, O. Nichiporuk, A. Kaminski, Y. Rosier, J. Kraiem, J.-F. Lelievre, A. Chaumartin, A. Fave, M. Lemiti et al., Pyramidal texturing of silicon solar cell with TMAH chemical anisotropic etching, Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2006. Vol. 90. N 15. P. 2319–2328, DOI: 10.1016/j.solmat.2006.03.005

6 С.Е. Никитин, А.В. Бобыль, Н.Р. Аvezова, Е.И. Теруков. Новые технологические подходы к созданию текстур и согласованию термического расширения в дизайне высокоэффективных кремниевых солнечных фотопреобразователей // Физика и техника полупроводников. 2018. Т. 52. № 13. С. 1675–1682. DOI: 10.21883/FTP.2018.13.46886.8938

**Н.А. Чучвага, Н.М. Кислякова, Н.С. Токмолдин, Б.А.Ракыметов**

#### **Кремний пластиналарын дымқыл химиялық өңдеу рецептерін іздеу және оңтайландыру**

**Аннотация.** Жұмыс барысында монокристалды кремний пластиналарын дымқыл химиялық өңдеу бойынша тәжірибелер жүргізілді. Монокристалды кремний пластиналарының үлгілері ылғалды химиялық өңдеудің әр түрлі кезеңдерінен кейін алынды және осы үлгілердегі қосымша тасымалдаушылардың өмір сүру уақыты өлшенді. Зерттеу нәтижелері пластиналардағы қосымша тасымалдаушылардың қызмет ету мерзімінің ұлғаюы зақымдалған қабатты ойып алу сатысынан басталады, ал майсыздандырудың өзі ҚЗТ қызмет ету мерзіміне әсер етпейтінін көрсетті. Сондай-ақ, бетін металдан тазарту және фторлы сутек қышқылында соңғы өңдеу маңызды рөл атқаратыны көрсетілген. Өңдеудің жақсы нәтижесіне жету үшін сілтінің концентрациясына қарағанда пластинаның ерітіндідегі өңдеу уақытын көбейту тиімді екендігі анықталды. Және, зерттеу нәтижесінде зерттелетін үлгілер үшін текстуралау технологиясының оңтайлы параметрлері анықталды, және текстуралық процестерге арналған қышқылдандырудың негізгі түрі анықталды, бұл изопропанолмен КОН ерітіндісі.

**Кілтті сөздер:** Фотовольтаика, кристалды кремний, НІТ, фотоэлемент, текстуралау, дымқыл химия.

**N.A. Chuchvaga, N.M. Kislyakova, N.S. Tokmoldin, B.A. Rakymetov**

#### **Search and optimization of recipes for wet chemical processing of silicon wafers**

**Annotation.** In the course of the work, experiments were carried out on wet chemical processing of monocrystalline silicon wafers. Samples of single-crystal silicon wafers were obtained after various stages of wet chemical treatment, and the lifetimes of minority carriers in these samples were measured. The research results have

shown that an increase in the lifetime of the minority carriers in the wafers begins with the stage of etching the damaged layer, while the degreasing itself does not affect the lifetime of the minority carriers. It has also been shown that metal removal from the surface and final treatment in hydrofluoric acid play an important role. It was found that to achieve better etching results, it is much more efficient to increase the processing time of the plates in the solution than the alkali concentration. Also, as a result of the research, the optimal parameters of the texturing technology for the samples under study were determined, and the main type of etchant for texturing processes was determined, which is a KOH solution with isopropanol.

**Keywords:** Photovoltaics, crystalline silicon, HIT, solar cell, texturing, wet chemistry.

## **СЕКЦИЯ «ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РК»**

УДК 556.551

**Б. Е. Абдикерим, Б.К. Кенжалиев, Т.Ю. Суркова,  
А.Н. Беркинбаева, З.Д. Досымбаева**

*Научный руководитель: Б.К. Кенжалиев – д-р техн. наук, профессор.*

*Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы, Казахстан.  
abdikerim-2030@mail.ru*

### **СОРБЦИЯ УРАНА ОРГАНОМИНЕРАЛОМ НА ОСНОВЕ ШУНГИТА**

**Аннотация.** На сегодняшний день вопрос экологической безопасности является приоритетным, ввиду того, что возрастает угроза загрязнения окружающей среды радионуклидами, в частности ураном. В Казахстане, вследствие гидрометаллургической переработки урансодержащего сырья возникает большое количество жидких техногенных отходов – сбросных растворов, которые требуют утилизации. Сорбционные методы – одни из самых эффективных способов очистки жидкостей от загрязнений радионуклидами. Для утилизации данных отходов сорбцией необходимы недорогие сорбенты комплексного действия. Сорбенты такого типа могут быть получены на основе отечественного природного сырья. Основным недостатком природных сорбентов является их низкая сорбционная емкость, повысить которую можно путем разработки эффективных и недорогих способов их модифицирования. В работе рассмотрен способ модифицирования природного угольно-минерального сырья Казахстана. Для исследований выбран шунгит месторождения Коксу. Проведена флотация исходного сырья. Представлены данные физико-химических исследований исходного сырья и полученного концентрата. На основе концентрата получен модифицированный сорбент, исследована его сорбционная способность.

**Ключевые слова:** угольно-минеральное сырье, физико-химические исследования, флотация, концентрат, синтез органополимер, сорбция урана.

Существует целый ряд способов получения модифицированных сорбентов для извлечения радионуклидов. В основе многих из них лежит введение в структуру сорбента дополнительных функциональных групп, что приводит к формированию новых адсорбционных центров, увеличивая сорбционную емкость и избирательность сорбента. С этой целью применяют неорганические материалы, модифицированные амидоксимными или иминодиацетатными группами, а также солями гетерополикислот [1-3]. Сорбенты с амидоксимными группами на различных носителях показали высокую эффективность при извлечении радионуклидов, а также хорошие кинетические свойства [4-7].

Для выделения радионуклидов из сложных по составу технологических растворов разработаны сорбенты с дифисфирильными, аминфосфинатными, карбамоилметилфосфинатными и другими фосфорсодержащими функциональными группами, которые способны давать стабильные комплексы с радионуклидами [8-12].

Особое место в получении модифицированных сорбентов занимает синтез органополимеров. Так синтезирован органоцеолит на основе природных цеолитсодержащих туфов и водорастворимого полимера полигексаметилгуандина, а также и эпихлоргидрина как сшивающего агента, который проявляет одновременно катионообменные, анионообменные и бактерицидные свойства [13]. Сорбент высокоселективен к кислородсодержащим анионам и карбонатным комплексам урана.

Все описанные способы разработаны с использованием зарубежного сырья. На основе казахстанского сырья синтезированы органополимеры для сорбции ионов меди (II), свинца, молибдена [14], данные о синтезе органополимеров на основе казахстанского сырья для извлечения урана в научной литературе отсутствуют. А между тем, в современных экономических условиях разработка эффективных и недорогих сорбционных материалов для сорбции урана с использованием дешевого местного сырья остается актуальной.

В ходе исследований был синтезирован органополимер на основе шунгита согласно описанной выше методике. Исходным сырьем служил шунгита месторождения Коксу после предварительной флотации. Флотацию также вели по описанной методике. Схема флотации приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 Схема флотации шунгита

В таблице 1 представлен элементный состав исходного шунгита и полученного концентрата согласно данным рентгенофлуоресцентного анализа.

Таблица 1 -Элементный исходного шунгита и концентрата после флотации

Наименование продукта	Выход, %	Содержание, %							Извлечение, %						
		C	O	Al	Si	S	K	Fe	C	O	Al	Si	S	K	Fe
концентрат	43,2	<b>21,03</b>	40,88	3,29	14,8	0,052	0,772	3,099	<b>50,50</b>	40,84	40,34	42,91	47,90	39,96	46,07
хвосты	56,8	10,44	45,036	3,7	14,97	0,043	0,882	2,759	39,49	59,15	59,65	57,08	52,09	50,03	53,92
руда	100	15,01	43,21	3,522	14,896	0,046	0,834	2,905	100	100	100	100	100	100	100

Из таблицы 1 следует, что в результате флотации в полученном концентрате повысилось содержание углерода до 21%.

Результаты рентгенофазового анализа пробы шунгита месторождения Коксу показали, что основными фазами являются кварц, сидерит, мусковит, альбит и клинохлор.

Модифицирование шунгита вели с помощью ортофосфорной кислоты, а также оксиэтилдифосфоновой (ОЭДФ) в 1,4-диоксане.

Проба органоминерала была исследована методом рентгеноспектрального микроанализа на электронно-зондовом микроанализаторе SUPERPROBE –733, фирмы JEOL. Поверхность синтезированного органоминерала представлена на рисунке 2.

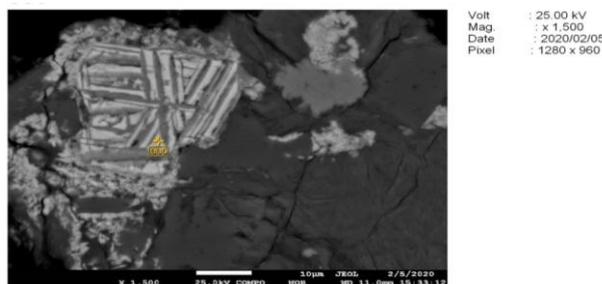
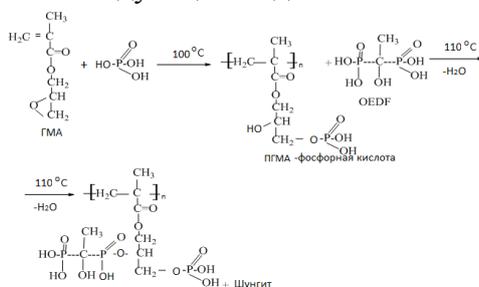


Рисунок 2 - Поверхность органоминерала.

Предполагаемая структурная формула фосфорсодержащего сополимера для модифицирования шунгита имеет следующий вид:



Механизм образования органоминерального фосфорсодержащего катионита происходит за счет взаимодействием химически активных гидроксильных и кислотных групп и молекулы шунгита. На поверхности молекулы шунгита образуются химически активные хелатообразующие фосфорсодержащие группы. Эти функциональные фосфорсодержащие группы хорошо сорбируют из водных растворов ионы уранила согласно донорно - акцепторной связи и координационному механизму.

Сорбцию урана из технологического раствора вели в статическом режиме. Степень извлечения урана на органоминерал на основе шунгита составляет 98,7%, сорбционная емкость 2,27. Для сравнения: сорбционная емкость немодифицированного шунгита составляет 0,130.

Предложен способ получения органоминерала на основе углеминерального сырья Казахстана – шунгита месторождения Коксу. Исследован элементный и фазовый состав исходного сырья. Опробован способ флотации шунгита, в результате которого получен концентрат. Содержание углерода в концентрате выше, чем в исходном сырье. Сделано предположение относительно структурной формулы фосфорсодержащего сополимера для модифицирования шунгита и механизма его образования. Проведена сорбция урана из технологических растворов. Показано, что органоминерал на основе шунгита практически полностью извлекают уран из продуктивных растворов в описанных условиях эксперимента. Сорбционная емкость органоминерала заметно выше по сравнению с исходным шунгитом.

## Литература

1. Kenzhaliev B.K., Surkova T.Yu., Berkinbayeva A.N. To the question of the intensification of the processes of uranium extraction from refractory raw materials // *Journal Metalurgija*. – 2019. - №1-2. ISSN 0543-5846.
2. Милютин В.В. Гелис В.М, Пензин Р.А. Сорбционно-селективные характеристики неорганических сорбентов и ионообменных смол по отношению к цезию и стронцию // *Радиохимия*. 1993. Т.35. №3. С.76-82.
3. Дунаева А.Н., Мироненко М.В. Сорбция цезия некоторыми глинистыми минералами // *Геохимия*. 2000. №2. С213-221.
4. Мясоедова Г.В., Никашина В.А., Молочникова Н.П., Лилеева Л.В. Свойства новых типов волокнистых сорбентов с амидоксимиными и гидразиновыми группами // *Журнал аналитической химии*. 2000, т.55, №6, с.611-615
5. Donald, I. W. The immobilization of high level radioactive waste using ceramics and glasses (Review) / I. W.Donald, R. N. Metcalfe, R. N. J. Taylor // *J. Mater. Sci.* – 1997. – V. 32. – P. 5851–5887.
6. Дружинина Т.В., Смоленская Л.М., Струганова М.А. Сорбция тяжелых металлов из модельных растворов аминоксодержащим хемосорбционным полиамидным волокном // *Журнал прикладной химии*. 2003. Т. 76, №12. С. 1976–1980
7. Ma W. P., Brown P. W., Komarneni S. Characterization and cation exchange properties of zeolite synthesized from fly ashes // *J. Mater. Res.* – 1998. – V. 13. – P. 3–7.
8. Kosanovic, C., Subotic C., Ristic B. A., [et al.] Kinetic analysis of non-isothermal transformation of zeolite 4A into low- carnegieite // *Croat. Chem. Acta.* – 2004. – V. 77, № 4. – P. 553–560.
9. Subramanian, M. A. Zeolites as precursors to aluminosilicate-based ceramics for microelectronic packaging / M. A. Subramanian, D. R. Corbin, U. Chowdhry // *Adv. Ceram. Key Eng. Mat.* – 1989. – V. 26. – P. 239–247.
10. Cruciani, G. Zeolites upon heating: Factors governing their thermal stability and structural changes / G. Cruciani // *J. Phys. Chem. Solids.* – 2006. – V. 67, № 9–10. – P. 1973–1994.
11. Dell'Agia, G. Thermal transformation of Ba-exchanged A and X zeolites into monoclinic celsian / G. Dell'Agia, C. Feronea, M.C. Mascolob [et al.] // *Solid State Ionics.* – 2000. – V. 127, № 3–4. – P. 309–317.
12. Мясоедова В.Г., Никашина В.А. Сорбционные материалы для извлечения радионуклидов из водных сред. *Рос. хим. ж.*, 2006, т.1, №5, - С. 55-61.
13. Панасюгин А.С., Трофтменко Н.Е., Машерова Н.П., Ратько А.И., Голикова Н.И. Сорбция радионуклидов *Радиохимия*, 1993. Т. 66. №9, стр. 2119-2122.
14. Е.Е. Ергожин, А.М. Акимбаева *Органоминеральные сорбенты и полифункциональные системы на основе природного и угольно-минерального сырья – Алматы*, 2007, с. 307.

**В. Е. Abdikerim, В.К. Kenzhaliev, Т. Yu. Surkova,  
А.Н. Berkinbaeva, Z.D. Dossymbaeva.**

### **Uranium sorption by organomineral based on shungite.**

**Abstract.** Today, the issue of environmental safety is a priority, due to the fact that the threat of environmental pollution by radionuclides, in particular uranium, is increasing. In Kazakhstan, as a result of the hydrometallurgical processing of uranium-containing raw materials, a large amount of liquid man-made waste is generated - waste solutions that require disposal. Sorption methods are one of the most effective ways to remove radionuclide contamination from liquids. For the disposal of this waste by sorption, inexpensive sorbents of complex action are required. Sorbents of this type can be obtained on the basis of domestic natural raw materials. The main disadvantage of natural sorbents is their low sorption capacity, which can be increased by developing effective and inexpensive methods for their modification.

The paper discusses a modifying method applicable to natural coal and mineral raw materials in Kazakhstan. The Koksuu deposit shungite was selected for the research. Source raw materials were subjected to flotation. The paper

introduces data obtained from physical and chemical studies of the source raw materials and the derived concentrate. A modified sorbent was derived based on the concentrate, and its sorption capacity was studied.

**Key words:** coal and mineral raw materials, physical and chemical research, flotation, concentrate, synthesis of organopolymer, uranium sorption.

**Б. Е. Абдикерим, Б.К. Кенжалиев, Т.Ю. Суркова,  
А.Н. Беркинбаева, З.Д. Досымбаева.**

#### **Шунгит негізінде органоминералмен уранды сорбциялау**

**Анатпа.** Бүгінгі күні қоршаған ортаның радионуклидтермен, атап айтқанда уранмен ластану қаупі артып келе жатқандығына байланысты экологиялық қауіпсіздік мәселесі бірінші кезектегі мәселе болып табылады. Қазақстанда құрамында уранды бар шикізатты гидрометаллургиялық өңдеу нәтижесінде көп мөлшерде сұйық техногендік қалдықтар - жоюды қажет ететін қалдық ерітінділері пайда болады. Сорбция әдістері сұйықтықтардан радионуклидті ластануды жоюдың тиімді әдістерінің бірі болып табылады. Осы қалдықтарды сорбция арқылы шығару үшін күрделі әсер ететін арзан сорбенттер қажет. Осы түртегі сорбенттерді отандық табиғи шикізат негізінде алуға болады. Табиғи сорбенттердің басты жетіспеушілігі – олардың төмен сорбциялық сыйымдылығы, олардың модификациясын тиімді және арзан әдістерін жасау арқылы жоғарылатуға болады.

Жұмыста Қазақстанның табиғи көмірі мен минералды шикізатын өзгерту әдісі қарастырылған. Зерттеу үшін Көксу кен орнынан шунгит таңдалды. Шикізатты флотациялау жүргізілді. Шикізат пен алынған концентраттың физико-химиялық зерттеулерінің мәліметтері келтірілген. Концентрат негізінде модификацияланған сорбент алынды және оның сорбциялық қабілеті зерттелді.

**Түйінді сөздер:** көмір және минералды шикізат, физикалық-химиялық зерттеулер, флотация, концентрат, органополимер синтезі, уранды сорбциялау.

УДК 669.334.6

**Н.Н. Абдылдаев<sup>1</sup>, А.К. Койжанова<sup>1</sup>, Е. Магад<sup>2</sup>, Д.Р. Магомедов<sup>1</sup>**

*Научный руководитель – А.К. Койжанова, заведующая лабораторией, к.т.н.*

<sup>1</sup>*Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения» Казахстан, г. Алматы*

*aigul\_koizhan@mail.ru*

<sup>2</sup>*ТОО «Эдванс Майнинг Технолоджи» Казахстан, Алматы*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО МЕТОДА ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ УПОРНЫХ РУД**

**Аннотация.** В данной работе исследована возможность переработки медьсодержащего сырья, гидрометаллургическим методом извлечения меди из отвальных низкосортных руд. По результатам рентгенофазового анализа установлено, что основными фазовыми составляющими являются  $\alpha$ -кварц – 20 %, андрадит – 13,5 %, волластонит – 11,6 %. Рентгенофлуоресцентный анализ выявил силикатную природу (53,5 % O, 20 % Si) исследуемой пробы, кроме того было обнаружено значительное содержание алюминия 5% которые составляют основу кварца, андрадита и волластонита, что подтверждено рентгенофазовым анализом. Содержание основного извлекаемого компонента меди составила 0,24 %. В результате гидрометаллургическим методом установлено, что наиболее интенсивное выщелачивание меди наблюдается при концентрации серной кислоты 20 г/дм<sup>3</sup>, с учетом остаточной меди в растворе рафината (8%) общий показатель извлечения меди за 120 суток достигает 78,6%.

**Ключевые слова:** отвальные медные руды, выщелачивание, серная кислота, экстракция, рекстракция

В последнее время в производстве меди все заметнее стала проявляться тенденция интенсивного развития гидрометаллургических способов как существенно более дешевых и экологически чистых по сравнению с традиционными способами. На современном этапе экономического развития проблема эффективного и рационального освоения меднорудной

сырьевой базы Республики Казахстан имеет исключительно важное народнохозяйственное значение. Актуальность этой проблемы заключается в ограниченности и невозможности запасов медьсодержащих месторождений, удорожание добычи, ухудшение качественного состава добываемых руд, негативное влияние отходов производства на окружающую среду и т.д. Решение этой задачи лежит в освоении и внедрении современных методов геотехнологии и гидрометаллургии в промышленную практику на основе отвального кучного выщелачивания новых низкосортных руд или довыщелачивание отработанных месторождений, экстракционного извлечения меди из продуктивных растворов выщелачивания и электрохимическим получением комплексного (товарного) металла из резкстрактов [1-10].

Медные руды Саякского месторождения (Центральный Казахстан) являются отвальным низкосортным окисленным сырьем. Среднее содержание меди по данным химического анализа составило 0,24 %. По результатам рентгенофазового анализа установлено, что основными фазовыми составляющими являются  $\alpha$ -кварц – 29,5 %, кальция железа силикат – 12,4 %, альбит– 11,2 % (таблица).

Для проведения технологических испытаний были выбраны следующие оптимальные концентрации сернокислотного выщелачивающего раствора: 10; 15 и 20 г/дм<sup>3</sup>. На рисунке 2 показан процесс выщелачивания меди в перколяторах.

На основании данных по концентрации меди в продуктивном растворе выщелачивания и экспериментальных результатов по определению емкости экстрагента LIX 984 по меди концентрация экстрагента в органической фазе для проведения работ по экстракционному извлечению меди составила 10 об. % в керосине марки КО. Соотношение при экстракции O:B = 1/5:1.

Таблица – Рентгенофазовый анализ исходной пробы Саякского месторождения

Compound Name	Formula	S-Q
Quartz, low	SiO <sub>2</sub>	29.5
Calcium Iron Silicate	Ca <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	12.4
Albite	Na(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	11.2
Calcite	Ca(CO <sub>3</sub> )	8.4
Hercynite, syn	FeAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	7.4
Microcline, intermediate	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	7
Magnetite	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	6.6
Clinocllore	(Mg,Fe) <sub>5</sub> Al(Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>	6
Orthoclase	K(AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	5.7
Magnesium Aluminum Silicate	Mg <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>18</sub>	5.7

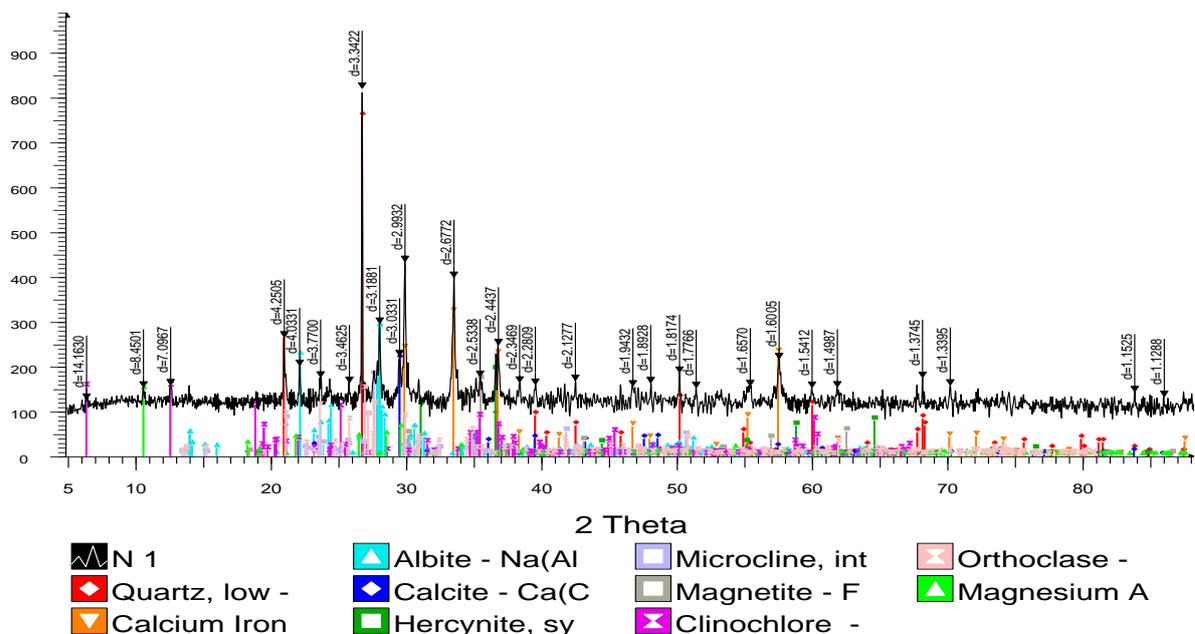


Рисунок 1 - Дифракционные данные рентгенофазового анализа

Дальнейшее выщелачивание меди из руды Саякского месторождения, с введением в процесс экстракции и реэкстракции, представлен в виде технологической схемы на рисунке 3. Схема включает гидрометаллургический передел, состоящий из двухступенчатой экстракции раствора выщелачивания 10%-м раствором экстрагента LIX 984 в керосине и одной стадии реэкстракции. Показано, что вследствие оптимизации технологических параметров выщелачивания и экстракции - реэкстракции на стадии гидрометаллургической переработки обеспечивается высокая степень извлечения меди.

Научно-исследовательские работы в области гидрометаллургии меди могут быть направлены на усовершенствование и модификацию одной или нескольких технологических стадий представленных на рисунке 3.

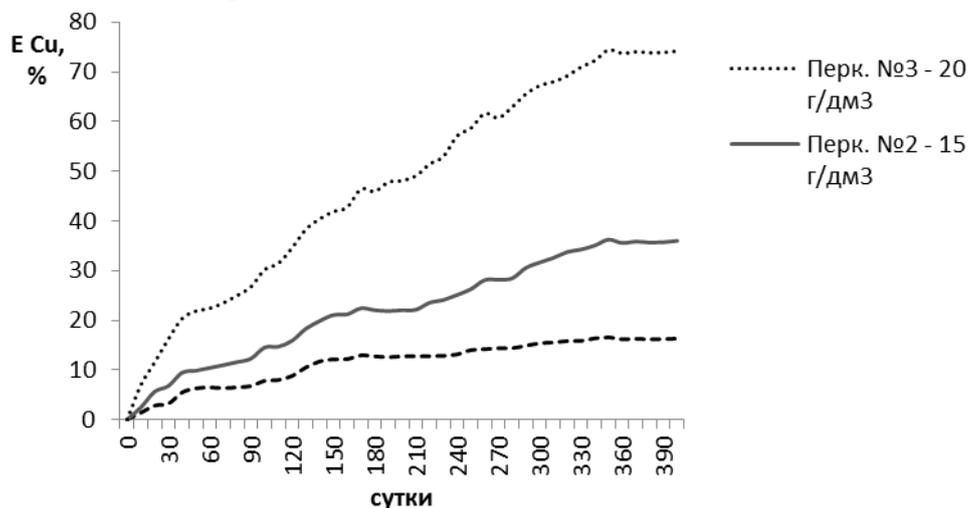


Рисунок 2 - График извлечения меди при различных концентрациях кислоты

Так, разработки и исследования процессов выщелачивания ориентированы на повышение степени извлечения меди в продуктивный раствор, сокращение расхода серной кислоты, снижение концентраций примесей затрудняющих процесс экстракции, а также

возможные методы по очистке и переработке рафината, повторно подаваемого на рошение [5, 6].

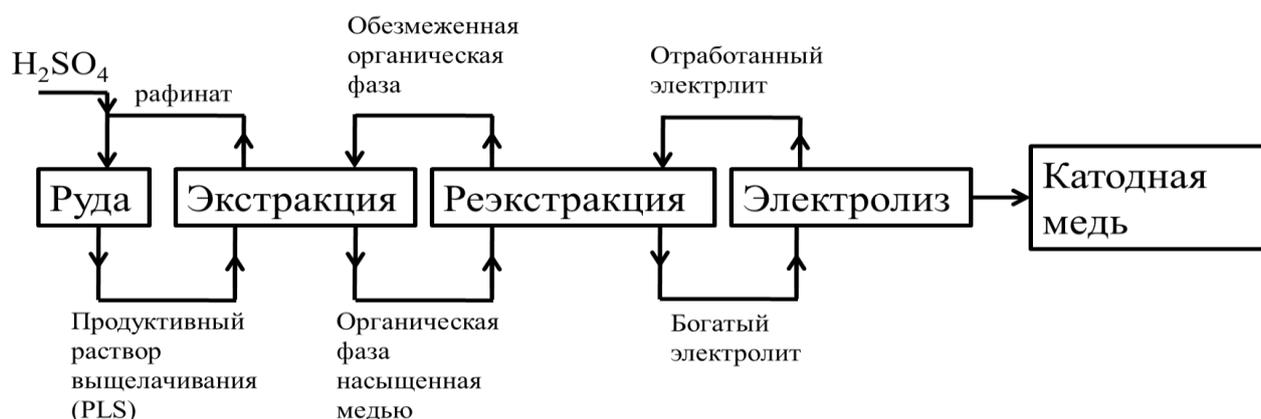


Рисунок 3 – Технологическая схема

В результате гидрометаллургическим методом установлено, что наиболее интенсивное выщелачивание меди наблюдается при концентрации серной кислоты  $20 \text{ г/дм}^3$ , с учетом остаточной меди в растворе рафината (8%) общий показатель извлечения меди за 120 суток достигает 78,6%. В ходе проведения экстракции, производилась систематическая промывка органической фазы 20% раствором серной кислоты – реэкстракция. В итоге было наработано 6,3 л раствора реэкстракта (электролита) с концентрацией меди  $52,4 \text{ г/дм}^3$ , пригодного для проведения электролиза. На основании полученных данных составлена технологическая схема и разработана технология отвального выщелачивания меди.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках грантового финансирования AP09258789 МОН РК.*

### Литература

1. Бейсембаев Б.Б., Кунаев А.М., Кенжалиев Б.К. Теория и практика кучного выщелачивания меди. -1998. -250 с.
2. Бейсембаев Б.Б., Кенжалиев Б.К. Теория и практика использования методов геотехнологии для переработки забалансовых и некондиционных медных руд // Комплексное использование минерального сырья. – 1999. – №4. – С. 93-98.
3. Абубакриев А.Т., Магад Е., Игнатъев М.М., Койжанова А.К., Есимова Д.М. Отработка оптимальных параметров и режимов выщелачивания медьсодержащих руд Байского месторождения // Ресурсосберегающие технологии в обогащении руд и металлургии цветных металлов: матер. Междунар. конф. – Алматы, 2015. – С. 172-175.
4. Есимова Д.М., Магад Е., Койжанова А.К., Игнатъев М.М., Камалов Э.М., Магомедов Д.Р. Проведение исследований по перколяционному выщелачиванию меди из руды месторождения Байтемир // 14-ая Междунар. конф. "Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр" 14-20 сентября 2015 г. Россия, Кыргызстан. - С.195-199.
5. Патент № 32300. Способ извлечения меди из техногенных продуктов //Куанбай А., Магомедов Д.Р., Койжанова А.К., Арыстанова Г.А., Абишева З.С., Игнатъев М.М., Бюл. № 15 от 15.08.2017.
6. Патент № 32656. Способ переработки отходов некондиционных медьсодержащих руд // Койжанова А.К., КенжалиевБ.К., Суркова Т.Ю., Юлусов С.Б., Игнатъев М.М., Магад Е., Абдылдаев Н.Н. Бюл. № 6 от 12.02.2018.

7. Лабораторное и полупромышленное испытание перколяционного выщелачивания меди из отвальных руд месторождений Саяк. Отчет о НИР/ АО «ИМиО» – Алматы, 2016. - 33 с.

8. Magomedov D. R., Magad Ye., Ignatyev M. M., Koizhanova A. K., Zhanabay Zh. Extraction of copper and precious metals from depleted copper dumps of Sayak deposit. //Complex Use of Mineral Resources - 2016. - No. 4. – P.30-34.

9. Kenzhaliyev B.K Innovative technologies providing enhancement of nonferrous, precious, rare and rare earth metals extraction //Complex Use of Mineral Resources - 2019. - No. 3. - P. 69-77 (In Eng.) DOI: 10.31643/2019/6445.30

**N.N Abdyldaev<sup>1</sup>, A.K Koizhanova<sup>1</sup>, E. Magad<sup>2</sup>, D.R. Magomedov<sup>1</sup>**

**Investigation of the hydrometallurgical method for extracting copper from refractory ores**

**Annotation.** In this work, the possibility of processing copper-bearing raw materials by the hydrometallurgical method of extracting copper from dump low-grade ores has been investigated. According to the results of X-ray phase analysis, it was found that the main phase components are  $\alpha$ -quartz - 20%, andradite - 13.5%, wollastonite - 11.6%. X-ray fluorescence analysis revealed the silicate nature (53.5% O, 20% Si) of the test sample, in addition, a significant content of aluminum was found 5% which form the basis of quartz, andradite and wollastonite, which was confirmed by X-ray phase analysis. The content of the main extractable component of copper was 0 As a result, it was found by the hydrometallurgical method that the most intense copper leaching is observed at a sulfuric acid concentration of 20 g/dm<sup>3</sup>, taking into account the residual copper in the raffinate solution (8%), the total copper extraction rate for 120 days reaches 78.6%.

**Key words:** leaching, waste copper ores, sulfuric acid, extraction, re-extraction.

**Н.Н. Әбділдаев<sup>1</sup>, А.К. Койжанова<sup>1</sup>, Е. Магад<sup>2</sup>, Магомедов Д.Р.<sup>1</sup>**

**Төзімді кендерден мыс алудың гидрометаллургиялық әдісін зерттеу**

**Аннотация.** Бұл жұмыста үйіндісі төмен кендерден мыс алудың гидрометаллургиялық әдісімен құрамында мыс бар шикізатты өңдеу мүмкіндігі зерттелген. Рентгендік фазалық талдау нәтижелері бойынша негізгі фазалық компоненттер  $\alpha$ -кварц - 20%, андрадит - 13,5 %, волластонит - 11,6% екені анықталды. Рентгендік флуоресценция анализінде сынақ үлгісінің силикат табиғаты (53,5 % O, 20% Si) анықталды, сонымен қатар алюминийдің едәуір мөлшері табылды 5% кварц, андрадит және волластонит негізін құрайды, бұл расталды) Мыстың негізгі алынатын компонентінің мазмұны 0 болды, нәтижесінде гидрометаллургиялық әдіспен мыстың ең қарқынды сілтіленуі күкірт қышқылының 20 г/дм<sup>3</sup> концентрациясында байқалатындығы анықталды. рафинат ерітіндісіндегі мыстың қалдықтарын есепке алсақ (8%), 120 күн ішінде мыс алудың жалпы жылдамдығы 78,6% жетеді.

**Түйінді сөздер:** сілтілеу, мыс кендерінің қалдықтары, күкірт қышқылы, экстракция, реэкстракция

УДК 669

**С.Б. Дюсенова<sup>1</sup>, Л.М. Имангалиева<sup>2</sup>, А.И. Манапова<sup>2</sup>, А.Қ. Несіпбай<sup>1</sup>**

*Научный руководитель – Дюсенова С.Б., Ph.D, Сениор лектор кафедры «Институт  
Металлургии и промышленной инженерии»*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Казахстан, г. Алматы*

*<sup>2</sup>АО «Институт металлургии и обогащения», Казахстан, г. Алматы*

*[s.dyussenova@satbayev.university](mailto:s.dyussenova@satbayev.university)*

**СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ГИББСИТ-КАОЛИНИТОВЫХ БОКСИТОВ ПЕРЕД  
ОБОГАЩЕНИЕМ**

**Аннотация:** В работе приведены исследования на представительной пробе Красногорского боксита, представленной АО Алюминий Казахстана. При проведении исследований были использованы физико-химические методы анализа: рентгенофлуорисцентный, химический, ИКС-анализ, термический и электронно – микроскопический. Проведены исследования по изучению механизма химической активации бокситов. Химическую активацию пробы гиббсит - каолинитового боксита Красногорского

месторождения проводили в растворе, содержащем  $120 \text{ г/дм}^3 \text{ NaHCO}_3$  при отношении Ж:Т = 10,0 и температурах  $90 - 200 \text{ }^\circ\text{C}$  с использованием термостатированной установки при продолжительности активации 60 минут. Определена зависимость изменения химического и фазового состава проб боксита от температуры химической активации. Определена зависимость состава раствора при одинаковой продолжительности процесса, которая показала разные фиксированные состояния замкнутой в автоклаве системы, полученные в результате взаимодействия компонентов жидкой, твердой и газообразной фазы.

**Ключевые слова:** гиббсит-каолинитовые бокситы, химическая активация, фазовый состав.

Используемые в настоящее время на Павлодарском алюминиевом заводе АО «Алюминий Казахстана» в производстве по последовательно-комбинированному способу Байер-спекание бокситы Красногорского месторождения, отличаются низким кремниевым модулем и повышенным содержанием вредных компонентов: сидерита, шамозита, гематита, пирита, органических и прочих примесей, причем качество их ухудшается, что приводит к резкому ухудшению состава растворов, промпродуктов и снижению технико-экономических показателей [1, 2]. Это обстоятельство является основанием для выполнения комплекса теоретических и технологических исследований для разработки эффективной технологии.

Для вовлечения в сферу переработки большинства бокситов месторождений Казахстана является предлагаемая нами технология переработки низкокачественных гиббсит – каолинитовых бокситов с предварительным двухстадийным обогащением, включающая инновационные технические решения, позволит удалить вредные примеси, трансформировать фазовый состав, удалить кремний при последующей щелочной обработке и получить материал, пригодный для производства глинозема наиболее простым и эффективным способом Байера [3].

Были проведены исследования на представительной пробе Красногорского боксита, представленной АО Алюминий Казахстана. При проведении исследований были использованы физико-химические методы анализа: рентгенофлуорисцентный, химический, ИКС-анализ, термический и электронно – микроскопический.

Проведенный химический анализ показал, что представленная проба боксита состоит из, масс. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  42,0;  $\text{SiO}_2$  11,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  19,5;  $\text{CaO}$  1,08;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,22;  $\text{MgO}$  0,18;  $\text{K}_2\text{O}$  0,03;  $\text{TiO}_2$  2,05;  $\text{SO}_3$  0,24;  $\text{Cl}$  – 0,04;  $\mu\text{Si}$  3,65.

Рентгенофазовый состав боксита представлен на рисунке 1.

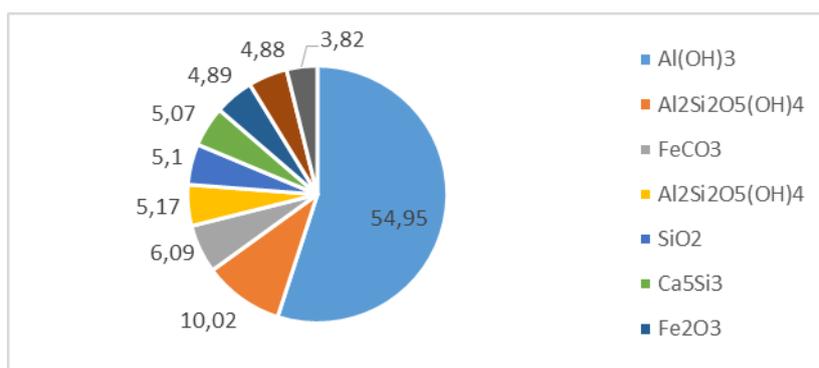


Рисунок 1 – Фазовый состав боксита Красногорского месторождения

Микрофотография и электронно-микроскопический анализ пробы Красногорского боксита представлены на рисунке 2.

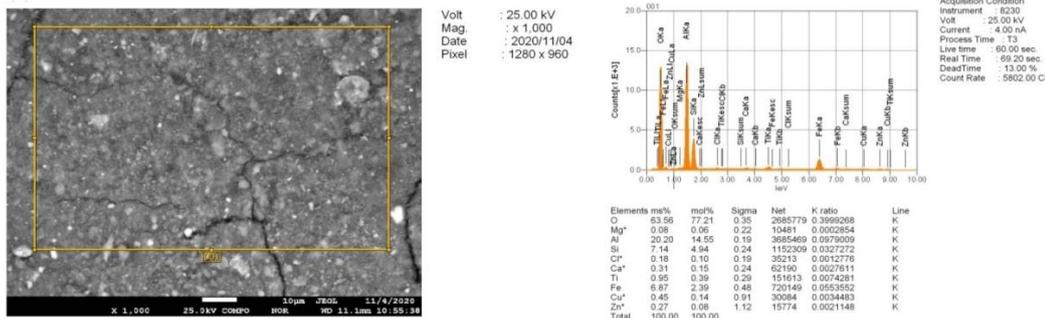


Рисунок 2 - Микрофотография и электронно-микроскопический анализ пробы Красногорского боксита

На микрофотографии видно, что минеральные образования боксита плотно запрессованы мелкой фракцией, это вызовет затруднения при дальнейшей гидрохимической переработки.

Инфракрасный спектр пробы представлен на рисунке 3.

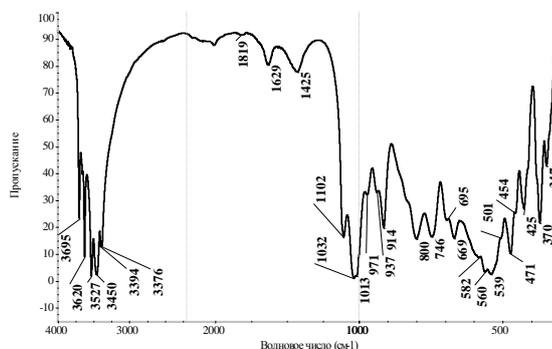


Рисунок 3 - Инфракрасный спектр боксита Красногорского месторождения

Методами рентгенофазового и ИК спектрального анализов определено, что фазовый состав пробы боксита представлен: % гиббситом, каолинитом, сидеритом, гидроалюмосиликатом, кварцем, силикатом кальция, гематитом, оксидом титана, оксидом ферротитана.

Проведены исследования по изучению механизма химической активации бокситов.

Химическую активацию пробы гиббсит-каолинитового боксита Красногорского месторождения проводили в растворе, содержащем  $120 \text{ г/дм}^3 \text{ NaHCO}_3$  при отношении Ж:Т=10,0 и температурах  $90 - 200^\circ \text{C}$  с использованием термостатированной установки при продолжительности активации 60 минут [4].

Химический состав проб боксита после химической активации представлен на рисунке 4.

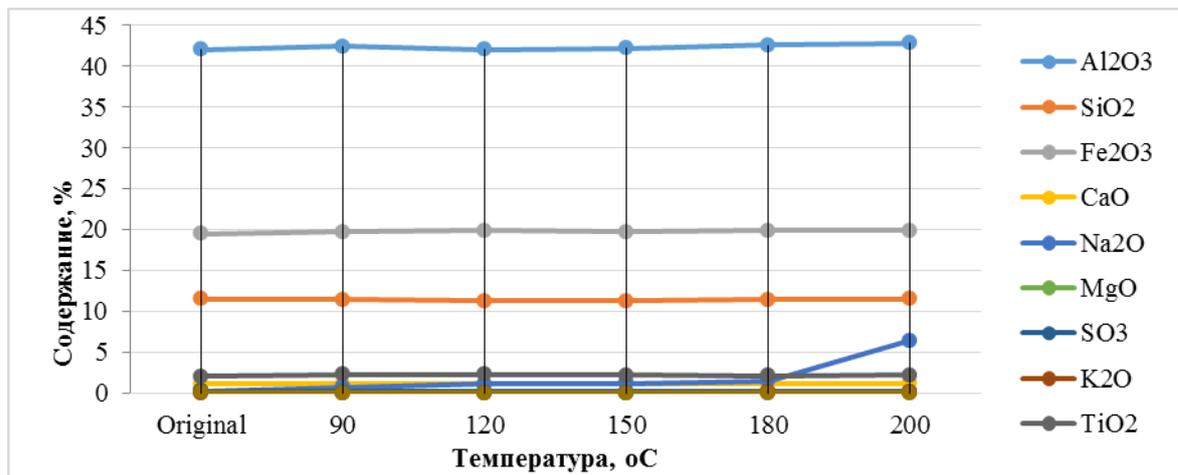


Рисунок 4 - Химический состав проб боксита в зависимости от температуры активации

В результате химической активации получено, что содержание элементов в пробах, кроме оксида натрия, осталось на прежнем уровне.

При температуре активации выше 180 °С получили густую пульпу.

Фазовый состав проб боксита в зависимости от температуры химической активации представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Фазовый состав проб боксита в зависимости от температуры химической активации

°С	Наименование									
	Гибсит Al(OH)3	Каолинит-1A Al2Si2O5(OH)4	Сидерит FeCO3	Кварц SiO2	Силикат кальция Ca2Si3	Гематит Fe2O3	Оксид титана TiO11	Оксид ферро титана FeTiO3	Кальцит CaCO3	
Исх.	54,95	15,19	6,09	5,1	5,07	4,89	4,88	3,82	-	
90	51,08	12,11	11,52	4,8	-	5,09	4,69	3,67	2,53	
120	56,45	10,14	9,77	4,91	-	5,89	4,59	3,70	2,26	
150	54,7	10,44	6,69	5,4	-	6,23	4,57	3,80	4,37	
180	53,38	10,6	6,82	7,63	-	6,99	4,51	3,76	3,21	
200	55,34	10,86	5,1	8,04	-	7,22	4,64	3,41	3,20	

Проведен анализ растворов химической активации который определил зависимость изменения состава растворов в зависимости от температуры при продолжительности 60 минут (рисунок 5).

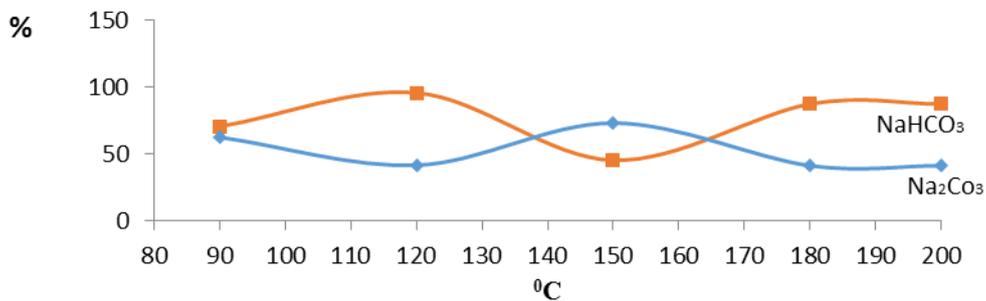


Рисунок 5 – Изменение содержания раствора в зависимости от температуры активации и продолжительности 60 минут: 1 – NaHCO<sub>3</sub>, 2 – Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Определенная зависимость состава раствора химической активации от температуры при одинаковой продолжительности процесса указывает на разные фиксированные состояния

замкнутой в автоклаве системы, полученной в результате взаимодействия компонентов жидкой, твердой и газообразной фазы.

Таким образом, определена зависимость изменения химического и фазового состава проб боксита от температуры химической активации:

- в фазовом составе исчезла фаза силиката кальция с образованием кальцита; с увеличением температуры активации уменьшается содержание каолинита и сидерита, увеличивается содержание кварца и гематита;

- определена зависимость состава раствора при одинаковой продолжительности процесса, которая показала разные фиксированные состояния замкнутой в автоклаве системы, полученные в результате взаимодействия компонентов жидкой, твердой и газообразной фазы.

### **Литература:**

1. Ибрагимов А.Т., Будон С.В. Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана. – Павлодар: ТОО «Дом печати», - 2010. – 299 с.

2. Дубовиков О.А. Яскеляйнен Э.Э. Переработка низкокачественного бокситового сырья способом термохимия-Байер // Записки Горного института. - 2016. Т.221. - С.668-674. DOI 10.18454/PMI.2016.5.668.

3. Патент №32333 РК. Способ подготовки алюмосиликатного сырья перед выщелачиванием/ Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Позмогов В.А., Имангалиева Л.М. опубл.31.08.2017, Бюл. №16.

4. Пат. 33583 РК. Способ получения хромитового концентрата из бедных хромитсодержащих руд / Кенжалиев Б.К., Дюсенова С.Б., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Омарова С.А., Манапова А.И., Имангалиева Л.М.; опубл. 19.04.19, Бюл. №16. – 4 с.

### **S.B. Dyussenova, L.M. Imangaliyeva, A.I. Manapova, A.K. Nessipbay The Method for Preparing Gibbsite-Kaolinite Bauxites before Beneficiation**

**Abstract:** The paper presents studies on a sample of Krasnogorsk bauxite, presented by JSC «Aluminum of Kazakhstan». During the research, physicochemical methods of analysis were used: X-ray fluorescence, chemical, IR-analysis, thermal and electron microscopic. Research has been carried out to study the mechanism of chemical activation of bauxite. Chemical activation of the gibbsite - kaolinite bauxite sample from the Krasnogorsk deposit was carried out in a solution containing  $120 \text{ g / dm}^3 \text{ NaHCO}_3$  at a ratio of W: T = 10.0 and temperatures of 90-200 °C using a thermostatted installation with an activation duration of 60 minutes. The dependence of the change in the chemical and phase composition of bauxite samples on the temperature of chemical activation was determined. The dependence of the composition of the solution at the same duration of the process was determined, which showed different fixed states of the system closed in the autoclave, obtained as a result of the interaction of the components of the liquid, solid and gaseous phases.

**Keywords:** gibbsite-kaolinite bauxite, chemical activation, phases composition.

### **С.Б. Дюсенова, Л.М. Имангалиева, А.И. Манапова, А.Қ. Несіпбай Гиббит-каолинитті бокситтерді байытуға дейін дайындау әдісі**

**Аңдатпа:** Жұмыста «Қазақстан алюминийі» АҚ ұсынған Красногорск бокситінің үлгісі бойынша зерттеулер ұсынылған. Зерттеу барысында физикалық және химиялық талдау әдістері қолданылды: рентгендік флуоресценция, химиялық, ИҚ-анализ, термиялық және электронды микроскопия. Бокситті химиялық активтендіру механизмі бойынша зерттеулер жүргізілді Красногор кен орнынан алынған гиббит - каолинитті боксит сынамасын химиялық активтендіру W: T = 10,0 қатынасында және 90-200 °C температурада  $120 \text{ г / дм}^3 \text{ NaHCO}_3$  бар ерітіндіде активтендіру 60 минут ұзақтығы бар термостатталған қондырғыны қолдану арқылы жүргізілді. Боксит сынамаларының химиялық және фазалық құрамының өзгеруінің химиялық активтену температурасына тәуелділігі анықталды. Сұйық, қатты және газ тәрізді фазалардың компоненттерінің өзара әрекеттесуі нәтижесінде алынған, автоклавта тұйықталған жүйенің әр түрлі тұрақты күйлерін көрсеткен, ерітіндінің құрамының процестің бірдей уақыттағы тәуелділігі анықталды.

**Түйін сөздер:** гиббит-каолинитті боксит, химиялық активация, фазалық құрам.

**А.М. Есенгазиев, А.А. Ультаракова, К.К. Касымжанов, О.Х. Улдаханов**  
*Научный руководитель: Б.К. Кенжалиев – д-р техн. наук, профессор*  
*Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения» Казахстан, г. Алматы*  
*E-mail: a.esengaziev@satbayev.university.*

## **ФТОРОАММОНИЙНАЯ ПЕРЕРАБОТКА КЕКА ОТ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ШЛАМОВ ТИТАНОМАГНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ДИОКСИДА ТИТАНА**

**Аннотация.** В данной работе показаны исследования по переработке кека от выщелачивания шлама титаномagneвского производства азотной кислотой. Фтороаммонийная переработка кеков от выщелачивания шламов позволила вначале выделить фториды кремния в виде возгонов, а затем возгонять фториды титана. Установлены оптимальные параметры фтороаммонийной переработки кека: отгонка кремния в возгоны при 300 °С в течение 6 часов, возгонка титана в виде тетрафторида титана при 800 °С в течение 2-х часов. Определены оптимальные параметры щелочного гидролиза возгонов и конечного огарка. Щелочным гидролизом аммиачной воды фториды кремния перевели в диоксид кремния, а фториды титана в диоксид титана. Сушкой и прокалкой был получен диоксид титана по химическому составу, приближенному к пигментному диоксиду титана.

**Ключевые слова:** кек, диоксид титана, бифторид аммония, возгоны, огарок

**Введение.** На АО «УКТМК» при максимальной загрузке мощностей ежегодно образуется до 76 тыс. т хлоридных отходов, общий объем отходов на трех хвостохранилищах составляет более 1,5 млн. тонн [1-4].

Создание комплексной технологии переработки хлоридных отходов позволит получить дополнительные продукты в виде диоксида титана и кальциевой селитры. Диоксид титана будет возвращен в производство на хлорирование титановых шлаков, кальциевая селитра будет использоваться в качестве удобрения и составляющего компонента в цементной промышленности, поэтому эти продукты будут иметь потребителей, как в Казахстане, так и на мировом рынке.

Основной целью настоящей работы являлось изучение физико-химических свойств ранее полученного кека [5] от азотнокислотного выщелачивания шлама АО «УКТМК»; переработка кека от выщелачивания шлама фтороаммонийным способом.

**Экспериментальная часть и обсуждения результатов.** В последнее время все большее внимание привлекают способы переработки минерального сырья фторидными методами. Особенно выгодно использовать такой подход в процессах переработки полиметаллического сырья, поскольку он позволяет расширить ассортимент и глубину извлечения ценных компонентов [66]. Взаимодействие кислородсодержащих соединений титана и других металлов с бифторидом аммония представляют интерес со стороны технологической привлекательности способа извлечения компонентов из сырья посредством образования фторометаллатов аммония. Побочные продукты фторирования (пары воды и аммиака) не содержат фтора, что обеспечивает экологическую безопасность производства и позволяет использовать их в конденсированном состоянии в обороте в процессах аммиачного гидролиза. Кроме того, для гидродифторидного способа переработки сравнительно легко осуществима регенерация фторирующего агента.

Все это является предпосылкой для разработки и создания более прогрессивной и перспективной фторидной технологии по переработке титаносодержащего сырья. В настоящей работе в качестве сырьевого источника предлагается использовать кек от

азотнокислотного выщелачивания шламов АО «УКТМК», фазовый состав которого приведен в таблице 1. По результатам рентгенофлуоресцентного (спектрального) и химического анализов определен элементный состав кека, мас. %: 19,7 Ti, 3,1 Fe, 1,2 Ca, 3,3 Al, 0,4 S, 20,5 Si, 0,1 V, 3,6 Nb, 51,03 O, 0,4 F, 0,7 Zr, 0,2 Cr, 0,06 Mn, 0,4 W.

Таблица 1 – Фазовый состав кека

Наименование фазы	Формула	S-Q
Кварц	SiO <sub>2</sub>	37,78
Рутил	TiO <sub>2</sub>	25,50
Альбит	(Na,Ca)Al(Si,Al) <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	13,16
Ниобий-алюминий-титановый оксид	Ti <sub>0,8</sub> Al <sub>0,1</sub> Nb <sub>0,1</sub> O <sub>2</sub>	10,06
Силлиманит	(Al <sub>1,98</sub> Fe <sub>0,02</sub> )SiO <sub>5</sub>	5,7
Оксид железа	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,2
Силикат натрия и алюминия	Na(AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> )	3,6

Состав минеральных фаз кека изучался на электронно-зондовом микроанализаторе марки JEOL JXA 8230 Electron Probe Microanalyses. В кеке обнаружены оксиды титана в виде рутила и анатаза, оксидные соединения титана с ниобием. На рисунке 1 при увеличении в 1000 раз можно обнаружить титанониобиевые минералы.

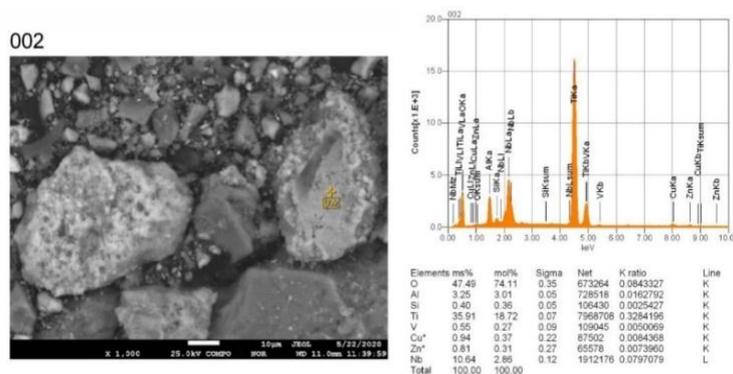


Рисунок 1 – Титанониобиевый оксид, ×1000

Результаты физико-химических исследований показали, что весь кремний находится в форме кварца, полевого шпата в виде альбита, силлиманита, алюмосиликате натрия. В сумме эти минералы составляют большую часть кека 60,24 %. Титан представлен в виде рутила, титаноалюмониобиевого оксида, которые в сумме составляют 35,56 %. Железо входит в состав силлиманита и гематита, общее содержание которых составляет около 4,2 %.

Были проведены опыты по фтороаммонийной обработке кека от выщелачивания шламов. Для взаимодействия бифторида аммония с кеком, проведено предварительное спекание. Кек в количестве 20 г смешивали с бифторидом аммония, взятого на 20 % больше от стехиометрического и спекали при 200 °С в вертикальной печи в течение 60 мин. Выход спека составил 85,3%. Спек имел следующий состав, мас. %: 7,65 Ti, 0,98 Fe, 0,15 Ca, 1,25 Al, 8,1 Si, 1,43 Nb, 0,07 Cr, 0,23 P, 0,7 Na. Полученный спек поместили во фторопластовую лодочку, которую разместили в стальную трубу, установленную в горизонтальной печи и нагревали до 300 °С с выдержкой при данной температуре в течение 360 мин. Возгонку кремния проводили при подаче воздуха со скоростью 2,2 дм<sup>3</sup>/мин. Выход возгонов составил 36,3 %, выход огарка в лодочке 22,7 %. Извлечение кремния в возгоны составило 94 %, титана – 1,4 %. Содержание кремния в возгонах составляло 22,27 %, титана – 0,47 %. Состав огарка, мас. %: 33,2 Ti, 4,2 Fe, 0,55 Ca, 4,7 Al, 1,4 Si, 57,4 F. В огарке фтор связан с примесными компонентами, и довольно значительное его количество пошло на возгонку фторидов кремния. Для лучшего взаимодействия бифторида аммония с титаном, который находится в комплексах с ниобием, по-видимому, необходимо было проводить

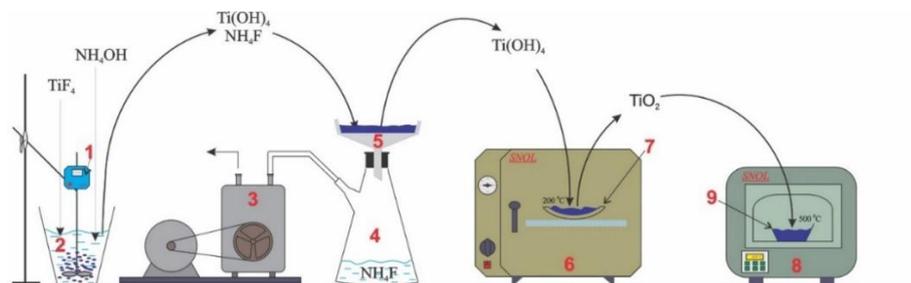
дополнительное спекание, аналогичное перед возгонкой кремния. Было осуществлено спекание полученного огарка с бифторидом аммония при соотношении 1:1 и температуре 200 °С с выдержкой при этой температуре в течение 60 мин. Выход спека составил 90,6 %.

Возгонку фторидов титана из спека проводили при 800 °С в течение 120 мин при подаче аргона со скоростью 1,2 дм<sup>3</sup>/мин. Выход возгонов фторидов титана в холодильнике-конденсаторе составил 47,8 %, выход огарка – 24,6 %. В титановых возгонах извлечение титана составило 90,8 %, извлечение кремния – 0,3 %, в огарке извлечение титана составило 7,4 %. Содержание кремния в возгонах составило 0,01 %, когда как в огарке его было 0,1 %. Состав огарка, мас. %: 18,4 Fe, 17,3 Al, 2,84 Ti, 6,1 Nb, 3,5 Na, 1,05 Ca, 0,1 Si, 48,5 F. Состав возгонов, мас. %: 34,8 Ti, 0,017 Fe, 0,15 Al, 0,01 Si, 59,5 F.

Проведены опыты по щелочному гидролизу фторидов титана для удаления фтора и получения диоксида титана. Навеску 20 г возгонов, поместив в стакан, добавили 10 % аммиачной воды при соотношении Т:Ж=1:20, смесь при перемешивании нагревали до 50 °С. Щелочной гидролиз тетрафторида титана проходит по реакции:



Выдержка при данной температуре осуществлялась в течение 60 мин. Смесь остывала и отстаивалась в течение 30 мин, осветленную часть раствора сливали, а к донной части добавляли воды при Т:Ж=1:20, перемешивали 10 мин и фильтровали. Осадок сушили при 200 °С в течение 120 мин, затем его прокаливали в камерной печи при 500 °С в течение 120 мин. Был получен диоксид титана, состава, мас. %: 55,5 Ti, 1,5 Si, 1,15 Al, 0,69 Fe, 0,1 Nb, 0,03 Ca (92,5 TiO<sub>2</sub>, 3,2 SiO<sub>2</sub>). Схема получения диоксида титана из тетрафторида титана продемонстрировано на рисунке 2.

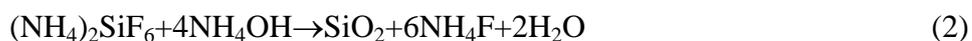


1 – перемешивающие устройства; 2 – стакан с раствором тетрафторида титана; 3 – вакуумный насос для фильтрации гидроксида титана от раствора аммония; 4 – колба Бюхнера; 5 – воронка Бунзена; 6 – лабораторный сушильный шкаф; 7 – выпарительная чаша; 8 – муфельная печь; 9 – тигель для прокаливания

Рисунок 2 – Схема получения диоксида титана из тетрафторида титана

По аналогичной схеме проведен щелочной гидролиз возгонов кремния и конечного огарка. Дополнительно получено, аморфный кремнезем состава, мас. %: 41,8 Si, 4,2 Ti, 0,075 Ca, 0,054 Al, 0,027 P, 0,08 Fe, 0,16 F (88,07 SiO<sub>2</sub>, 7 TiO<sub>2</sub>) и ниобийсодержащий продукт, следующего состава, мас. %: 6,7 Ti, 0,35 Si, 20,5 Fe, 19,3 Al, 8,1 Nb, 4,2 Na, 0,7 Ca, 0,1 F. (11,17 TiO<sub>2</sub>, 0,75 SiO<sub>2</sub>, 29,32 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 36,45 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 11,6 Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 5,7 Na<sub>2</sub>O).

Гидролиз гексафторсиликата аммония проходит по следующей реакции:



**Выводы.** По результатам исследованных физико-химических свойств кека от выщелачивания азотной кислотой шлама титанового производства установлено, что весь

кремний в кеке находится в кварце, полевоом шпате в виде альбита, силлиманита, алюмосиликате натрия, в сумме эти минералы составляют большую часть кека 60,24 %. Титан представлен в виде оксидов анатаза, титаноалюмоиниобиевого оксида и рутила, в сумме составляют 35,56 %.

Для селективного извлечения кремния и титана был выбран фтороаммонийный метод переработки кека. Установлены оптимальные параметры фтороаммонийной переработки кека: отгонка кремния в возгоны при 300 °С в течение 6 часов, возгонка титана в виде тетрафторида титана при 800 °С в течение 2-х часов.

Определены оптимальные параметры щелочного гидролиза возгонов и конечного огарка. Получен диоксид титана по составу приближенный к пигментному диоксиду титана. Дополнительно получено, аморфный кремнезем и ниобийсодержащий продукт.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках грантового финансирования МОН РК по проекту № AP05130436.*

### Литература

1. Худайбергенов Т.Е., Шаяхметов Б.М., Жаксыбаев А.Н., Несипбаев Р.Р. Эколого-экономическая оценка использования хлоридных отходов производства на УКТМК // Сборник научных трудов КазНИПИцветмет: Переработка полупродуктов и отходов химико-металлургических производств. – Алматы, – 1994. – С. 17–28.
2. Байбеков М.К., Попов В.Д., Чепрасов И.М. Производство четыреххлористого титана - Москва: «Металлургия», 1987. – С. 108-110.
3. Новое в теории и практике металлургии цветных и редких металлов //ИМиО АН КазССР, -Алма-Ата. 1988. – 230 с.
4. Теплоухов А.С. Предотвращение загрязнения водных объектов отходами титано-магниевого производства / автореферат дисс. канд. техн. наук. 2005. – 143 с.
5. Ultarakova A., Kenzhaliyev B., Onayev M., Yessengaziyev A., Kasymzhanov K. Investigations of waste sludge of titanium production and its leaching by nitric acid // 19th International Multidisciplinary Scientific Geoconference & Expo SGEM 2019, Albena. – 2019. – P.861–868.
6. Крысенко Г.Ф., Эпов Д.Г., Медков М.А., Николаев А.И. Комплексная переработка нетрадиционного титансодержащего минерального сырья по фторидной технологии // Комплексное использование минерального сырья, – Алматы. – 2016. – №2. – С. 26–32.

**A.M. Yessengaziyev, A.A. Ultarakova, K.K. Kassymzhanov, O.Kh. Uldakhanov**

#### **Fluorine ammonium processing of cake from leaching of slimes of titanium-magnesium production with extraction of titanium dioxide**

**Annotation.** This paper shows research on the processing of cake from leaching sludge from titanium-magnesium production with nitric acid. Ammonium fluoride processing of cakes from sludge leaching made it possible to first isolate silicon fluorides in the form of fumes, and then sublimate titanium fluorides. The optimal parameters of fluorine-ammonium cake processing were established: silicon distillation into sublimates at 300 ° C for 6 hours, titanium sublimation in the form of titanium tetrafluoride at 800 ° C for 2 hours. The optimal parameters of alkaline hydrolysis of fumes and final cinder have been determined. By alkaline hydrolysis of ammonia water, silicon fluorides were converted into silicon dioxide, and titanium fluorides into titanium dioxide. By drying and calcining, titanium dioxide was obtained in chemical composition close to that of pigment titanium dioxide.

**Key words:** cake, titanium dioxide, ammonium bifluoride, fumes, cinder.

**A.M. Есенгазиев, А.А. Ультаракова, К.К. Касымжанов, О.Х. Улдаханов**

#### **Титан-магний өндірісі шламдарын шаймалау барысында алынған кекті фтороаммонийлік өңдеу арқылы титан диоксидің алу**

**Аннотация.** Бұл жұмыста титан-магний өндірісі шламын азот қышқылымен шаймалау барысында алынған кекті өңдеу бойынша зерттеулер келтірілген. Шламды шаймалау барысында алынған кекті фтороаммониялық өңдеу, алдымен кремний фторидтерін возгон түрінде окшаулауға, содан кейін титан

фторидтерін возгондауға мүмкіндік берді. Кекті фтор-аммонийлік өндеудің оңтайлы параметрлері анықталды: кремнийді возгонға 300 ° С температурада 6 сағат ішінде айдау, титанды тетрафторид түрінде 2 сағат ішінде 800 ° С температурада возгондау. Возгондардың және соңғы огароктын сілтілік гидролизінің оңтайлы параметрлері анықталды. Аммиак суымен сілтілі гидролиздеу арқылы кремний фторидтері кремний диоксидіне, ал титан фторидтері титан диоксидіне айналды. Кептіру және күйдіру арқылы титан диоксиді, пигментті титан диоксидіне шамалас химиялық құрамда алынды.

**Түйін сөздер:** кек, титан диоксиді, аммоний бифториді, возгондар, огарок.

УДК 621.078

**Оралганова Д.Е., Кадылбекова М.Н.**

*Ғылыми жетекші – Комбаев К.К., к.т.н., доцент ШҚТУ*  
*Д.Серікбаев атындағы ШҚТУ, Қазақстан, Өскемен қ.*  
*danaoralganova@mail.ru*

## **ҮЗДІКСІЗ ҚҰЮ МАШИНАЛАРЫНЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЕКІНШІ ҚАЙТАЛАМА САЛҚЫНДАТУ АЙМАҒЫНДА ДАЙЫНДАМАНЫ РАДИАЛДЫ-ЫҒЫСТЫРЫП ЖҰМСАҚ ҚЫСУМЕН ЖЕТІЛДІРУ**

**Аңдатпа.** Мақалада болат пен қорытпалардан жасалған үздіксіз дөңгелек дайындамалардың сапасын арттыруды қамтамасыз ететін радиалды-ығысып қысылуына байланысты дайындамаларды үздіксіз құю машинасының (ДҮҚМ) екінші салқындату аймағында үздіксіз құйылатын дайындаманы қалыптастыруға әсер ететін қондырғы ұсынылған. Үздіксіз құйылған дайындаманың радиалды-ығысу түйінінің бөлшектерінің дизайны ДҮҚМ екінші салқындату аймағында негізделген. Агрегат құрамында болат құю шөміші, аралық шөміш, роликті кристаллизатор, батыру әйнегі, инертті газды жеткізуге арналған тесік, тартқыш роликтер, индукциялық жылытқыш, бойлық-сына диірмені, салқындату учаскесі, дұрыс тартқыш құрылғы, тартқыш роликтер, "ұшатын қайшылар", катушкалар.

**Түйінді сөздер:** дайындамаларды үздіксіз құю машиналары, құбыр илектену қондырғылары, кристаллизатор, шелек, дайындама, дұрыс тартқыш құрылғы.

### **Негізгі бөлім**

Үздіксіз құйылған дайындамалар мен блюмдардағы беткі ақаулардың саны құймақалыптарға құйылғаннан әлдеқайда аз.

Үздіксіз құйылатын блюмдерді қолданумен салыстырғанда үздіксіз құйылатын дөңгелек дайындаманы пайдаланудың мынадай артықшылығы бар:

- дайындамалардың дөңгелек пішіні осьтік аймақта пайда болатын кеуектіліктің таралуына, орталық ликвацияның төмендеуіне және ішкі жарықтардың жойылуына ықпал етеді;

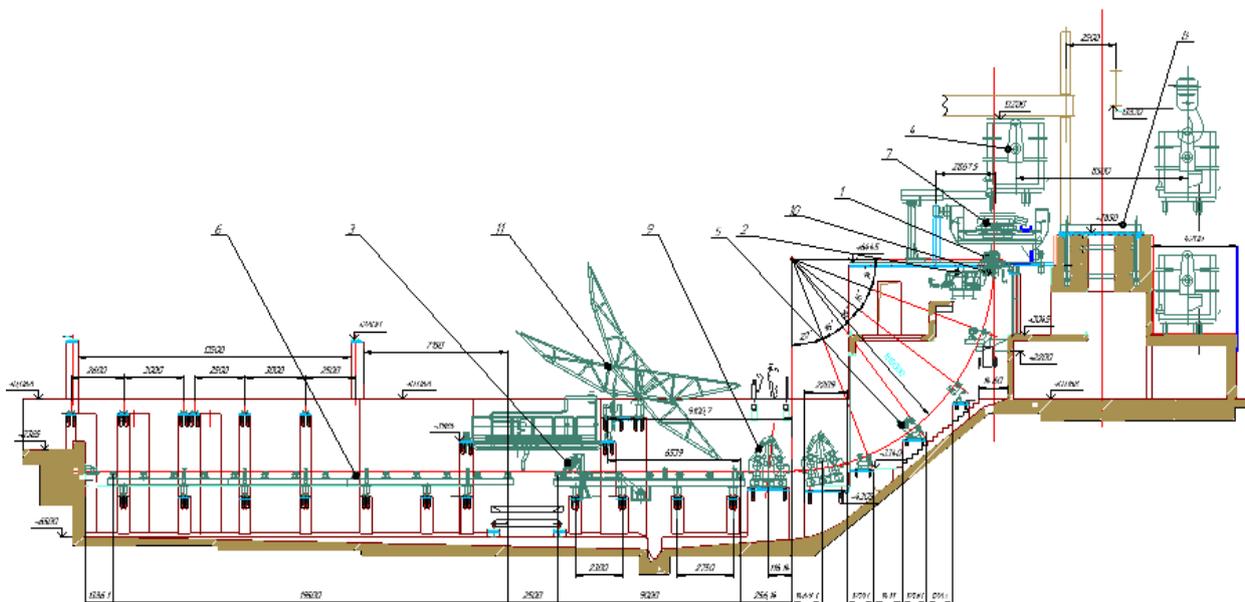
- дайындамалардың беті жоғары сапалы (ойықтарсыз, раковиналарсыз, бойлық және бұрыштық жарықтарсыз), бұл дайындамаларды алдын-ала тазартусыз термопластавтоматта (ТПА) өндеуге мүмкіндік береді;

- дайындамалардың осьтік аймағындағы эквивалентті құрылымның тығыздығының жоғарылауы, орталық кеуектіліктің болуына байланысты, құбырдың ішкі бетінде пайда болатын микродефекттер санының төмендеуін қамтамасыз етеді [1].

Отандық және шетелдік тәжірибеде қисық сызықты типтегі ДҮҚМ қолдану басым бағыт болып табылады (1-сурет).

Процесс металды кристаллизаторға үздіксіз жеткізумен және құйманы бір уақытта тартумен бірге жүреді. Құбыр дайындамасын өндіру үшін қазіргі заманғы ДҮҚМ-да ауа-жылыту (АЖА) немесе шөміш-пеш сияқты агрегаттарда алдын ала пештен тыс өндеуден өткен металл құйылады [2]. Қондырғыда металл беруді дәл басқаруға мүмкіндік беретін

шибер жапқыштары бар үлкен сыйымдылықтағы аралық шөміш 7 бар. Бұл ретте болатты құю 4 аралық шөміште 7 және кристаллизаторда 1 балқыманың айнасында шлак түзуші қоспалардың көмегімен сұйық металды тотығудан толық қорғау қамтамасыз етіледі. Дайындаманың жоғары сапалы бетін қалыптастыру үшін кристаллизатордың жоғары жиілікті тербелісі, шлак түзетін қоспалардың тиісті құрамы, "жұмсақ" сулы-ауа салқындату жүйесі қолданылады 10 [3]. Тығыз ақаусыз құрылымды қалыптастыру үшін бүкіл ДҮҚМ-ның металлургиялық ұзындығының бойымен электромагниттік араластыру, құйманың әлсіз қысылуы, жоғары қаттылық роликтерін 5 қолдана отырып, қатаң қолдау жүйесі қолданылады.



1-кристаллизатор; 2-тербеліс механизмі; 3-ұшпа қайшы; 4-болат - құю шөміші; 5-роликті сымдар; 6-аралық рольганг; 7-аралық шөміш; 8-көтеру-бұрау стенді; 9-дұрыс тарту машинасы; 10-қайталама салқындату аймағы; 11-электр-механикалық қайшылар

1 Сурет - Дайындамаларды үздіксіз құю машинасының жалпы схемасы [4]

Құю технологиясы тұрғысынан ДҮҚМ-ның максималды өнімділігі, дайындаманың тиісті сапасымен, диаметрі 220 мм шеңберді (немесе шаршы 220 мм) құю кезінде қол жеткізіледі. Бұл ретте шаршы және дөңгелек дайындаманың көлденең қимасының шамасындағы айырмашылыққа байланысты шаршы дайындама шығару кезіндегі өнімділік 20% - ға жоғары болады [5]. Құйылатын дайындамалардың стандартты өлшемдерінің санын таңдағанда, бір өлшемнен екіншісіне ауысу кезінде қайта конфигурацияның ұзақтығы маңызды болып табылады.

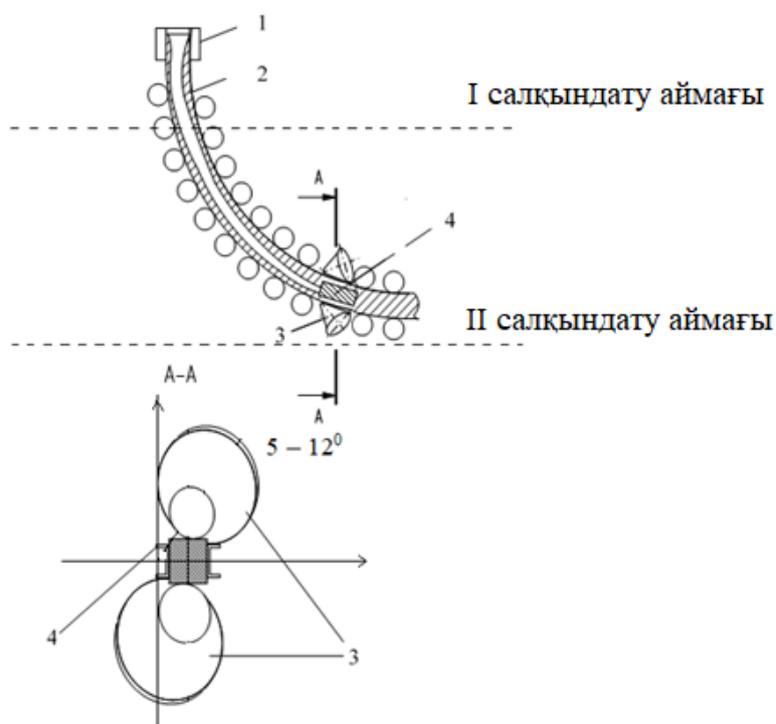
Құбыр дайындаманың үздіксіз құю қолдану келесі артықшылықтарды қамтамасыз етеді:

- металдың төмен шығыс коэффициенті (1,037 – шаршы үшін; 1,112-дөңгелек дайындама үшін) [6];
- өнімділікті арттыру және еңбек жағдайларын жақсарту;
- прокатты қайта бөлуге ең жақсы сәйкес келетін өлшемдері бар дайындаманы алу мүмкіндігі;
- болаттың қажетті өлшеміне немесе маркасына жылдам өту мүмкіндігі есебінен электр болат балқыту цехы (ЭСЦ) мен құбыр илектеу және нығыздау цехтарының бірлескен жұмысының икемді, үнемді кестесі;

Қалыптасқан үздіксіз дайындамада сұйық металдың терең тесігінің болуына байланысты, қатаю кезеңінің соңында осьтік шөгу ақаулары болады.

Сұрыптық дайындамалардың (“блюмдердің”) ішкі көлеміне динамикалық әсер ету үшін “жұмсақ” қысу әдісін қолдану, ең алдымен, дайындаманың геометриялық пішінімен байланысты белгілі бір ерекшеліктерге ие. Біріншіден, қатайтатын “блюмның” қатты жақтауы, әрине, “слябтарға” қарағанда едәуір қаттылыққа ие, бұл қажетті қысу күшін едәуір арттырады. Бұл өз кезегінде дендриттердің шекараларында ішкі жарықтардың пайда болу ықтималдығын арттырады. Екіншіден, екі бетті қысу міндетті түрде басқа екі беттің иілуіне (булануына) әкеледі, бұл сұйық өзектегі металдың қозғалыс жағдайын өзгерте алады және осьтік сұйықтықты басу әсерін азайтады [8].

Ұсынылған құрылғыда қысу (2-сурет) сұйық тесіктің аяқталу аймағында орналасқан ДҰҚМ-ның екінші салқындату аймағында ұсынылған әдіспен үздіксіз құйылған дайындаманы қысу жүзеге асырылады. Алайда, ұсынылған әдіс бойынша, қарапайым әдіске қарағанда, қысуды бірнеше арнайы роликтер жүзеге асырады. Роликтер бір бағытта айналады және жұмыс беті дайындаманы тарту сызығына  $5-12^\circ$  бұрышпен бекітілген кесілген конус түрінде болады. 2-суретте осы әдісті қолдануға арналған құрылғы көрсетілген. Құрылғы кристаллизатордан 1, құймадан 2, арнайы роликтерден 3 тұрады. Олар кесілген конустың пішініне ие, дайындаманы тарту сызығына  $5-12^\circ$  бұрышымен дайындаманы тарту сызығы және тірек құрылғысы 4 бойымен орнатылады.



2 Сурет – Үздіксіз құйылған дайындаманы радиалды-ығысу сығуға арналған құрылғы [7]

Құрылғы келесідей жұмыс істейді, сұйық металл жоғарыдан кристаллизаторға 1 түседі, онда құйманың бастапқы қатаюы 2 жүреді. Содан кейін қатайтылған құйма кристаллизатордан екінші салқындату аймағына шығарылады. Онда құйманың соңғы қатаюы жүреді. Екінші салқындату аймағының соңында үздіксіз құйылған дайындама (құйма) арнайы роликпен 3 ұсталып, қысу дәрежесі 2-ден 7% - ға дейін қысылады [9]. Бұл жағдайда дайындаманың осьтік аймағының ақауларын жою (“қайнату”) жүзеге асырылады. Әрі қарай, тартылған құйманы дұрыс тарту құрылғымен 9 (1 сурет) тартып алады, ол оның орамдары арасында қысылады. Нәтижесінде дайындаманың көлденең қимасының геометриясы (пішіні) қалпына келтіріледі. Бұл жағдайда металды бұрау арқылы қосымша

деформациялау, дайындаманың көлденең қимасының өлшемдерін өзгертпестен, көлденең-бұрандалы илектеу клетінің арнайы орамалары мен дайындамаларды үздіксіз құю машинасының дұрыс тарту құрылғысы арасындағы аралықта жүзеге асырылады.

**Қорытынды:** Мақалада ДҮҚМ екінші салқындату аймағында үздіксіз құйылған дайындамалардың процестерін зерттеу үшін, 5-12° бұрышпен орнатылған арнайы конустық роликтермен радиалды-ығыстырып жұмсақ қысуды орнату схемасы келтірілген.

Ұсынылған құрылғыны пайдалану және дайындамаларды үздіксіз құю машинасында дайындамаларды алу әдісі осьтік кеуектілікті төмендету және ішкі құрылымның біркелкілігін арттыру арқылы үздіксіз құйылған дайындамалардың сапасын арттыруды қамтамасыз етеді. Сондай-ақ прокатты қайта бөлуге ең жақсы сәйкес келетін өлшемдері бар дайындаманы алу мүмкіндігін, дайындамалардың қаттылығын жоғарлату мүмкіндігін береді.

### **Қолданылған әдебиеттер тізімі**

1 Bykov P. O. Foundry. Methodological recommendations for laboratory classes / comp. Bykov P. O. - Pavlodar PSU. S. Toraiyrov, 2005-34 p.

2 Efimov V. A., Anisovich G. A., Babich V. N. et al. special methods of casting: handbook / General Ed. V. A. Efimova. Moscow: Mechanical Engineering, 1991. - 436 P.

3 Isin D.K., Kanunnikova S. G., Isagulov A. Z. methodological recommendations for practical classes on the course "quality control of cast workpieces". Karaganda: Karstu, 2003. - 54 p.

4 Rudoy L. S., Baptismansky V. I. productivity of continuous casting machines for workpieces. - Kiev: Technologiya publ., 2002. – 152 P.

5 Inkin S. V., Mazalov I. F., Pikunov M. V., Ten E. B., Shugol B. M. engineering calculations on the theory of casting processes. Pod. Almaty: Rauan publ., 1991. - 224 P.

6 Genie E. Ch. foundry technology. Special types: textbook for higher educational institutions- Moscow. Academy, 2005. - 350 P.

7 Esman R. I. calculation of Foundry processes – Minsk: Higher School, 1977. -263 P.

8 Kukui D. M. automation of foundry production: a textbook for universities. Minsk: new knowledge, 2008. - 240 P.

9 Kuzelev M. Ya. Handbook of the foundry worker-3rd edition. Moscow: Mashgiz, Ural-Siberian Branch, 1961. - 584 P.

### **Оралганова Дана Ержановна, Кадылбекова Меруерт Нурланкызы**

#### **Совершенствование технологии машин непрерывного литья с радиально-сдвиговым мягким обжатием заготовки в зоне вторичного охлаждения**

**Аннотация.** В статье предложена установка, влияющая на формирование непрерывнолитой заготовки во второй зоне охлаждения машины непрерывного литья заготовок (ДУП) за счет радиально-сдвигового сжатия, обеспечивающая повышение качества непрерывных круглых заготовок из стали и сплавов. Конструкция деталей радиально-сдвигового узла непрерывнолитой заготовки основана на вторичной области охлаждения. Агрегат содержит сталелитейный ковш, промежуточный ковш, роликовый кристаллизатор, погружное стекло, отверстие для подачи инертного газа, тяговые ролики, индукционный нагреватель, продольно-клиновое мельница, участок охлаждения, правильное тяговое устройство, тяговые ролики, "летающие ножницы", катушки.

**Ключевые слова:** машины непрерывного литья заготовок, трубопрокатные установки, кристаллизатор, ковш, заготовка, правильное натяжное устройство.

### **Oranganova Dana Yerzhanovna, Kadylbekova Meruert Nurlankyzy**

#### **Improving the technology of continuous casting machines with radial-shear soft compression of the workpiece in the secondary cooling zone**

**Abstract.** The article presents an installation that affects the formation of a continuous casting workpiece in the secondary cooling zone of a continuous casting machine (CCM) due to radial shear compression, which provides an increase in the quality of continuous round workpieces made of steel and alloys. The design of the parts of the radial-shear node of a continuously cast workpiece is based on the second cooling zone of the CCM. The unit includes a steel

casting bucket, an intermediate bucket, a roller Crystallizer, a immersion glass, a hole for the supply of inert gas, traction rollers, an induction heater, a longitudinal wedge Mill, a cooling section, a proper traction device, traction rollers, "flying Scissors", a coil.

**Keywords:** machines of non-filling design, pipe installations, Crystallizer, bucket, design, correct tension installation.

УДК 669

**Т.Е. Рымканова, С.Б. Дюсенова, Л.М. Имангалиева, А.К. Касымжанова**  
*Научный руководитель – Дюсенова С.Б., Ph.D, сениор лектор кафедры «МиОПИ»  
Satbayev University, Казахстан, г. Алматы  
s.dyussenova@satbayev.university*

## **ПЕРЕРАБОТКА ЖЕЛЕЗИСТЫХ ПЕСКОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ ЖЕЛЕЗООКСИДНЫХ ПИГМЕНТОВ**

**Аннотация:** *Повышенное содержание железа в боксите приводит к резкому повышению плавкости спека и соответственно к серьезным нарушениям при спекании. Поэтому необходимо предварительно максимально отделить железистые соединения – железистые пески от основной массы боксита. Продуктами комплексной переработки железистых песков могут быть чугуны, редкие металлы, редкоземельные элементы и железозоксидные пигменты. Исследования проводились на представленной АО «Алюминий Казахстана» усредненной пробе железистых песков глиноземного производства Павлодарского алюминиевого завода. Для получения железосодержащего кека – гидрогранатового шлама железистые пески выщелочили в высокомолекулярном растворе в присутствии СаО. Целью выщелачивания являлось максимальное удаление  $Al_2O_3$  из железистых песков и получение железозоксидного гидрогранатового кека. Условия выщелачивания: температура – 240 °С; концентрация высокомолекулярного раствора –  $Na_2O$  240 г/дм<sup>3</sup> ( $\alpha_k - 30$ ); продолжительность – 90 мин.*

**Ключевые слова:** *технология, красный шлам, железистые пески, выщелачивание.*

Известные способы переработки железосодержащих материалов глиноземного производства относятся только к утилизации красных шламов методом восстановительной плавки [1,2,3]. В работе рассмотрена возможность переработки железистых песков глиноземного производства с получением железозоксидных пигментов.

Основные технологии производства синтетических железозоксидных пигментов (прежде всего красных и красно – коричневых) предусматривают переработку железного купороса и растворов солей железа [3-5]. Недостаток известных способов – образование сернистых выбросов и большого количества отработанных растворов без утилизации. При обжиге купороса спекаются частицы  $Fe_2O_3$ , что серьезно ухудшает качество получаемых пигментов и требует отдельных затратных технических решений для диспергирования полученного агломерата.

Для получения железозоксидных пигментов в работе предлагается применить способ производства железозоксидных гидрогранатовых пигментов, основой которых являются железистые гидрогранаты.

Исследования проводились на представленной АО «Алюминий Казахстана» усредненной пробе железистых песков глиноземного производства Павлодарского алюминиевого завода.

При проведении исследований были использованы физико-химические методы анализа с использованием спектрометра PANalytical B.V. (Голландия) и оптического эмиссионного спектрометра PerkinElmer (США).

Проведена гранулометрическая характеристика пробы железистого песка. Химический анализ железистых песков, разделенных на фракции и усредненной пробы приведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что содержание основных компонентов - оксида алюминия и оксида железа с уменьшением крупности материала изменяется разнонаправлено: содержание первого уменьшается, а второго возрастает.

В исследованиях для переработки была использована усредненная проба железистых песков, предварительно измельченная до крупности – 0,1 мм.

Таблица 1 – Химический состав фракций железистых песков, %

Наименование	Na <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	CO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Усредненная проба	0,40	13,41	4,12	56,31	4,63	10,31	4,25	0,10
(-3+1)	0,44	22,31	2,60	39,65	5,40	12,60	3,20	0,13
(-1+0,63)	0,44	16,00	3,41	46,50	5,51	14,10	3,80	0,09
(-0,63+0,25)	0,40	11,50	4,12	54,70	5,52	12,11	4,31	0,09
(-0,25+0,15)	0,40	9,80	4,50	60,40	4,13	8,30	4,21	0,13
(-0,15)	0,50	10,40	3,10	60,90	4,05	8,62	4,50	0,12

Результаты рентгенофазового анализа усредненной пробы железистого песка приведены на рисунке 1.

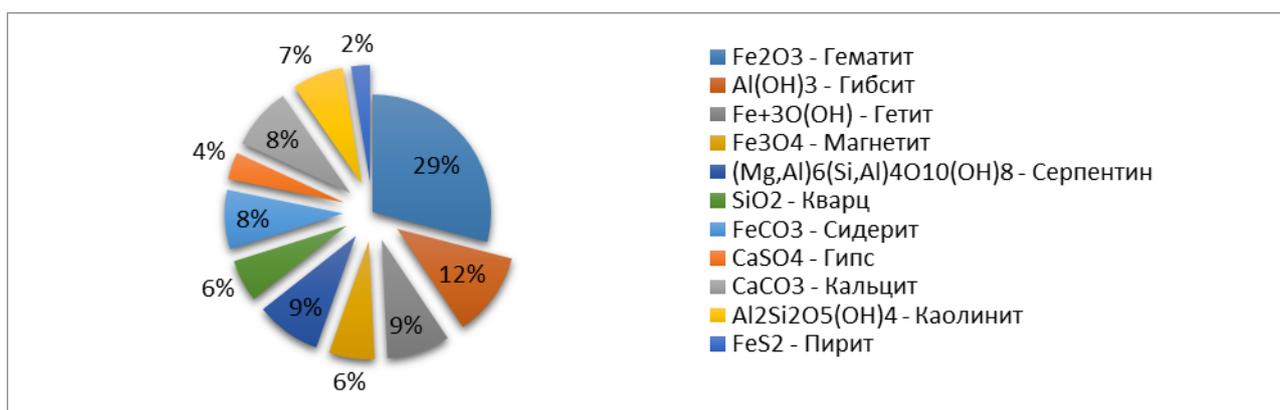


Рисунок 1 – Рентгенофазовый состав усреднённой пробы железистых песков

Для получения железосодержащего кека – гидрогранатового шлама железистые пески выщелочили в высокомодульном растворе в присутствии CaO. Целью выщелачивания являлось максимальное удаление Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> из железистых песков и получение железоксидного гидрогранатового кека. Условия выщелачивания: температура – 240 °С; концентрация высокомодульного раствора – Na<sub>2</sub>O 240 г/дм<sup>3</sup>; t – 90 мин.

Результаты проведенных опытов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты переработки железистых песков в высокомодульном щелочном растворе.

№	Условия	Состав							
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Na <sub>2</sub> O	CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
		%	ε, %	%	ε, %	%	%	%	ε, %
1	CaO:SiO <sub>2</sub> = 0,5	10,40	48,00	6,10	9,20	13,20	48,50	0,071	41,50
2	CaO:SiO <sub>2</sub> = 1	9,21	50,20	3,90	13,10	11,90	44,60	0,070	37,40
3	CaO:SiO <sub>2</sub> = 2	9,11	42,80	2,50	20,60	10,30	36,60	0,072	25,20

4	CaO:SiO <sub>2</sub> = 3	10,23	25,00	1,19	25,10	9,20	34,80	0,081	1,65
---	--------------------------	-------	-------	------	-------	------	-------	-------	------

Исходя из полученных результатов следует, что оптимальным отношением при выщелачивании железистых песков является CaO:SiO<sub>2</sub> = 1 (опыт 2, таблица2). Однако кек содержит большое количество щелочи – 3,9 %.

Фазовый состав кека выщелачивания железистых песков представлен в таблице 3 и на рисунке 2.

Таблица 3 – Фазовый состав кека

Наименование	Формула	%
<b>Magnetite</b>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	17,9
<b>Calcite</b>	Ca(CO <sub>3</sub> )	17,8
<b>Aluminum-calcium hydro-garnet</b>	(CaO) <sub>3</sub> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>1.75</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>3.75</sub>	14,0
<b>Andradite</b>	Ca <sub>3</sub> (Fe <sub>0.87</sub> Al <sub>0.13</sub> ) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>1.65</sub> (OH) <sub>5.4</sub>	13,6
<b>Calcium Hydroaluminosilicate</b>	Ca <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> )(OH) <sub>8</sub>	12,9
<b>Iron (II) hydroxide</b>	Fe <sub>1.833</sub> (OH) <sub>0.5</sub> O <sub>2.5</sub>	12,5
<b>Portlandite</b>	Ca(OH) <sub>2</sub>	11,4

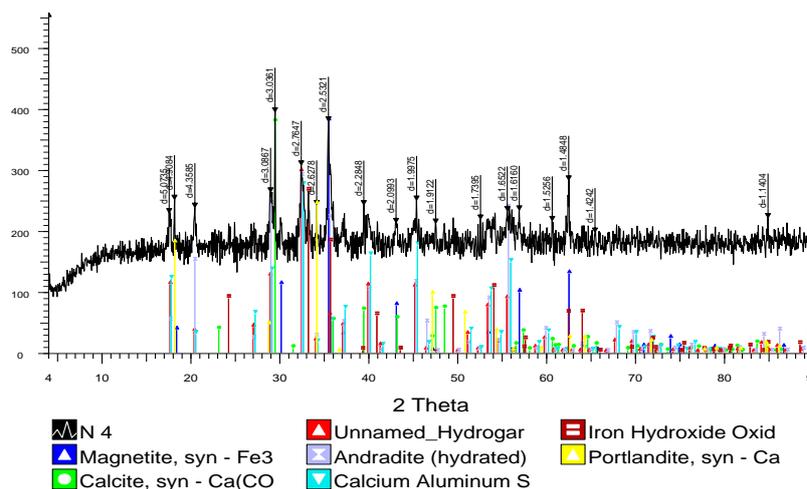


Рисунок 2 – Рентгенограмма кека выщелачивания железистых песков

Таким образом, в результате выщелачивания железистых песков в высокомолекулярном щелочном растворе, в присутствии CaO, получен железосодержащий кек для получения железоксидных пигментов.

После репульсации полученного кека выщелачивания железистых песков выделена мелкодисперсная фракция черного цвета с размером частиц 0,21 мк. Количество мелкодисперсной фракции - 40 % от массы кека (рисунок 3).



Рисунок 3 – Мелкодисперсная фракция железосодержащего кека выщелачивания железистых песков

Полученная мелкодисперсная фракция была проанализирована. В таблице 4 приведен полный элементный состав мелкодисперсной фракции железосодержащего кека.

Таблица 4 – Элементный состав мелкодисперсной фракции железосодержащего кека

Точка	Мелкодисперсная фракция									
	Элементы, вес. %									
	O	Na	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Mn	Fe	Итого
1	42,88	0,41	0,31	6,97	5,48	23,17	1,15	0,20	19,44	100,00
2	42,80	0,38	0,31	6,84	5,55	22,59	1,17	0,28	20,09	100,00
3	43,83	0,43	0,28	7,38	5,51	23,38	1,16	0,17	17,86	100,00
Среднее	43,17	0,41	0,30	7,06	5,51	23,05	1,16	0,22	19,13	100,00

Мелкодисперсная фракция кека выщелачивания железистых песков может быть использована в качестве железооксидного гидрогранатового пигмента черного цвета.

#### Литература:

1. А.И. Иванов, Г.Н. Кожевников, Ф.Г. Ситдииков, Л.П. Иванова. Комплексная переработка бокситов. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2003. - 180 с.
2. Шморгуненко Н.С., Корнев В.И. Комплексная переработка и использование отвальных шламов глиноземного производства. – М.: Металлургия, 1982. – 128 с.
3. Самченко С.В., Земскова О.В., Козлова И.В. «Технология пигментов и красителей». Учебное пособие для ВУЗов. Москва, НИУ МГСУ, 2015. - С 151.
4. Ермилов П.И., Индейкин Е.А., Толмачев И.А. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы: Учебное пособие для ВУЗов. – Л.: Химия, 1987. – 240с.
5. Орлова О.В., Фомичева Т.Н. Технология лаков и красок. М.: «Химия». 1990. - С. 298 - 299.

#### S.B.Dyussenova, L.M. Imangaliyeva, A.K. Kassymzhanova, T.Ye. Rymkanova Processing of Ferruginous Sands of Alumina Production to Obtain Iron Oxide Pigments

**Abstract:** Increased iron content in the bauxite results in a sharp increase in the melting agglomerate and accordingly to serious disturbances during sintering. Therefore, it is necessary to preliminarily separate as much as possible ferruginous compounds - ferruginous sands from the bulk of bauxite. The products of complex processing of ferruginous sands can be cast iron, rare metals, rare earth elements and iron oxide pigments. The studies were carried out on the averaged sample of ferruginous sands of the alumina production of the Pavlodar aluminum plant presented by JSC "Aluminum of Kazakhstan". To obtain iron-containing cake - hydro-garnet sludge, ferruginous sands were leached in a high-modulus solution in the presence of CaO. The purpose of leaching was to maximize the removal of  $Al_2O_3$  from ferruginous sands and obtain iron oxide hydro-garnet cake. Leaching conditions: temperature - 240 °C; concentration of high-modulus solution -  $Na_2O$  240 g /  $dm^3$ ; duration - 90 min.

**Keywords:** technology, red mud, ferruginous sands, leaching.

**С.Б. Дюсенова, Л.М. Имангалиева, А.К. Касымжанова, Т.Е. Рымканова**  
**Темір-тотықты пигменттерді алу үшін глинозем өндірісінің темірлі құмдарын өңдеу**

**Аңдатпа:** Боксит құрамындағы темірдің жоғарылауы агломерат балқымалылығының күрт өсуіне және тиісінше агломерация кезінде қатты бұзылуларға әкеледі. Сондықтан бокситтің негізгі бөлігінен темірлі қосылыстарды - темірлі құмдарды мүмкіндігінше бөліп алу қажет. Темірлі құмдарды кешенді өңдеу өнімдері шойын, сирек металдар, сирек жер элементтері және темір-тотықты пигменттері бола алады. Зерттеулер «Қазақстан алюминий» АҚ ұсынған Павлодар алюминий зауыты глинозем өндірісінің темірлі құмдарының орташаланған үлгісі бойынша жүргізілді. Құрамында темір бар гидро-гранат шламын алу үшін темірлі құмдар СаО қатысуымен жоғары модульді ерітіндіде шайылды. Сілтілеудің мақсаты темірлі құмдардан  $Al_2O_3$ -ті барынша кетіру және темір оксидінің гидро-гранат қатысын алу болды. Сілтілеу шарттары: температура - 240 °С; жоғары модульді ерітінді концентрациясы -  $Na_2O$  240 г /  $dm^3$ ; ұзақтығы - 90 мин.

**Түйін сөздер:** технология, қызыл шлам, темірлі құмдар, шаймалау.

УДК 669.21/.23

**Р.С. Сейсембаев, С.М. Кожахметов, С.А. Квятковский,**  
**Л.В. Соколовская, А.С. Семенова**

*Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения», Казахстан, г. Алматы*  
*r.seisembayev@gmail.com*

**ИЗВЛЕЧЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ШТЕЙНОВ,  
ПОЛУЧЕННЫХ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ПИРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ СЕЛЕКЦИЕЙ**

**Аннотация.** Объектом исследований явились коллекторные для золота штейны, огарки и летучие составляющие – сера, мышьяк и углерод, золото- и серебросодержащие штейны, шлаки, новые коллекторы-расплавы золота, пирометаллургически обогащенные благородными металлами штейновые расплавы.

*Цель работы:* исследования и получение технологических параметров процессов восстановления коренных руд золота, обжига коллекторных для золота штейнов и жидкофазного восстановления золотосодержащих огарков с получением медно-железистых штейнов, обогащенных золотом и серебром.

*Новизна работы* заключается в том, что были установлены основные параметры процесса жидкофазного восстановления золотосодержащих огарков с получением медно-железистых сплавов и штейнов, обогащенных золотом и серебром.

*Полученные результаты* будут использованы для подготовки технологических параметров переработки упорных золотосодержащих руд золота способом СПС-процесса с полной пирометаллургической схемой извлечения золота из коллекторных сульфидных штейнов.

**Ключевые слова:** золотосодержащие руды, золотосодержащий штейн, обжиг, шлак, металлизированная фаза, золото, серебро.

В течение последних лет снизилась доля золота, извлекаемого из легковскрываемых золотосодержащих руд. Поэтому возрастает доля золота, извлекаемого из руд, обработка которых требует значительно более сложных технологических схем, включающих операции гравитационного обогащения, обжига, флотации, выщелачивания, плавки и т. д. Руды и концентраты, обработка которых в условиях существующих схем не обеспечивает достаточного извлечения благородных металлов или сопровождается повышенными расходами на отдельные технологические операции являются упорными.

Ранее были проведены краткий анализ существующих и разрабатываемых способов пирометаллургического вскрытия упорного сырья золота, а также физико-химическое и технологическое обоснование разрабатываемого нами процесса сократительной пирометаллургической селекции (СПС-процесс) упорных руд и концентратов золота [1-6].

Как известно, в условиях СПС-процесса пирометаллургической плавки упорного сырья золота извлекающей фазой для благородных и ряда цветных металлов является сульфидный штейн.

Поскольку СПС-процесс разрабатывается и испытывается в настоящее время лишь в Казахстане учеными АО «ИМиО» работы по дальнейшей переработке железистых золотосодержащих штейнов также были выполнены в РК.

Были испытаны и предложены следующие варианты извлечения золота и других металлов из коллекторных штейнов путем:

- передачи их на передел конвертирования медных штейнов и извлечения благородных и цветных металлов по существующей на медеплавильных заводах республики;
- измельчения и обжига штейнов с дальнейшим извлечением благородных металлов методом классического цианирования из полученных золотосодержащих огарков и возвратом хвостов этого процесса в голову процесса – в шихту электроплавки;
- другого способа, когда полученный золотосодержащий огарок подвергается восстановительной переработке с концентрацией благородных и цветных металлов в металлическом сплаве железа и меди, направляемого на аффинажное производство;
- разработки и лабораторные испытания метода электромембранного оксигидрохлорирования.

В настоящей работе приведены результаты прямой восстановительной плавки упорных руд золота и одного из перспективных методов переработки коллекторных штейнов золота способом их обжига с удалением из них серы, мышьяка и углерода, с дальнейшей восстановительной плавкой огарков. В принципе, для имеющихся в труднодоступных и безводных районах ряда стран, крупных особоупорных месторождений золота (ЮАР, Россия, Китай, США, Киргизия и др.), может оказаться перспективной полная пирометаллургическая их плавка методом СПС-процесса и извлечения золота и других металлов из штейнов.

По материалам представленного заключительного отчета можно выделить отдельные положения и основные результаты исследований по изучению процессов прямого восстановления металлов из упорных руд золота, пирометаллургического обогащения по благородным металлам коллекторных для них штейнов, обжига последних и жидкофазного восстановления золотосодержащих огарков.

Для проведения экспериментов были подготовлены следующие исходные материалы:

- упорная коренная руда золота месторождения Саяк IV «золото-кобальтовый»;
- штейн, полученный при опытных плавках богатой золотом бақырчикской коренной руды золота, и содержащий 57,2 г/т золота и 43,0 г/т серебра;
- золотосодержащий огарок, полученный при окислительном обжиге коллекторного штейна и содержащий 56,6 г/т золота, 43,1 г/т серебра;
- шлаки, полученные при укрупненных балансовых плавках золотосодержащей руды месторождения Саяк IV с добавкой в качестве сульфидизатора жезкентского медного концентрата, с содержанием  $\text{SiO}_2$  свыше 54 %.

Экспериментально установлено, что при прямой восстановительной плавке коренных руд золота месторождения Саяк IV с подшихтовкой оксидов железа, меди и кокса устойчиво получились металлические сплавы и шлаки, содержащие 0,38-0,50 г/т золота. Определено распределение металлов в сплавы, %: 88,62-90,98 золота и до 90,94 серебра.

В процессах пирометаллургического обогащения коллекторных штейнов показана возможность повышения содержания золота в них до 218,80 г/т.

Исследованиями влияния температуры и содержания кислорода в газовой фазе на степень окисления коллекторных для золота штейнов показано, что оптимальная температура обжига находится в пределах 700-800 °С, а сростом содержания концентрации кислорода достигается максимальная степень процесса окисления штейнов.

Результаты экспериментов по изучению влияния температуры на степень восстановления огарков показали, что наиболее полное восстановление протекает в интервале температур 1400 – 1450 °С, с выходом металлизированной фазы в пределах 13-15 %, а содержание железа при этом составляет в окло 71 %. Извлечение благородных металлов в металлизированную фазу в зависимости от степени восстановления огарка изменяется незначительно и составляет для золота 99,71-99,75 %, для серебра – 89,25-91,0 %.

Опыты по изучению влияния расхода восстановителя на выход металлизированной фазы показало возможность регулирования содержаний металлов в продуктах плавки путем изменения общего содержания кокса в шихте. С уменьшением выхода металлизированной фазы она закономерно обогащается металлами в пределах: золота – 189,2-808,1 г/т, серебра 139,75-544,8 г/т и меди – 2,19-6,82 %. Извлечение благородных металлов в металлизированную фазу составило: Au – 93,7-99,69 %; Ag – 77,5-90,0 %.

В условиях опытных восстановительных плавок золотосодержащих огарков установлены оптимальные составы шлаков, содержащих, %: 33-35 SiO<sub>2</sub>, 20-25 CaO, около 10,0 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,10 г/т Au и около 2,0 г/т Ag и металлических сплавов, содержащих: 2,56 Cu %, 251,4 г/т Au и 184,21 г/т Ag. В этих условиях балансовых плавок извлечение металлов в коллекторный сплав составило, %: Au – 97,43-98,37; Ag – 72,38-85,08.

На основании приведенного выше комплекса пирометаллургических способов вскрытия упорных коренных руд золота предложена технологическая схема полной пирометаллургической переработки упорного золотосодержащего сырья (рисунок).

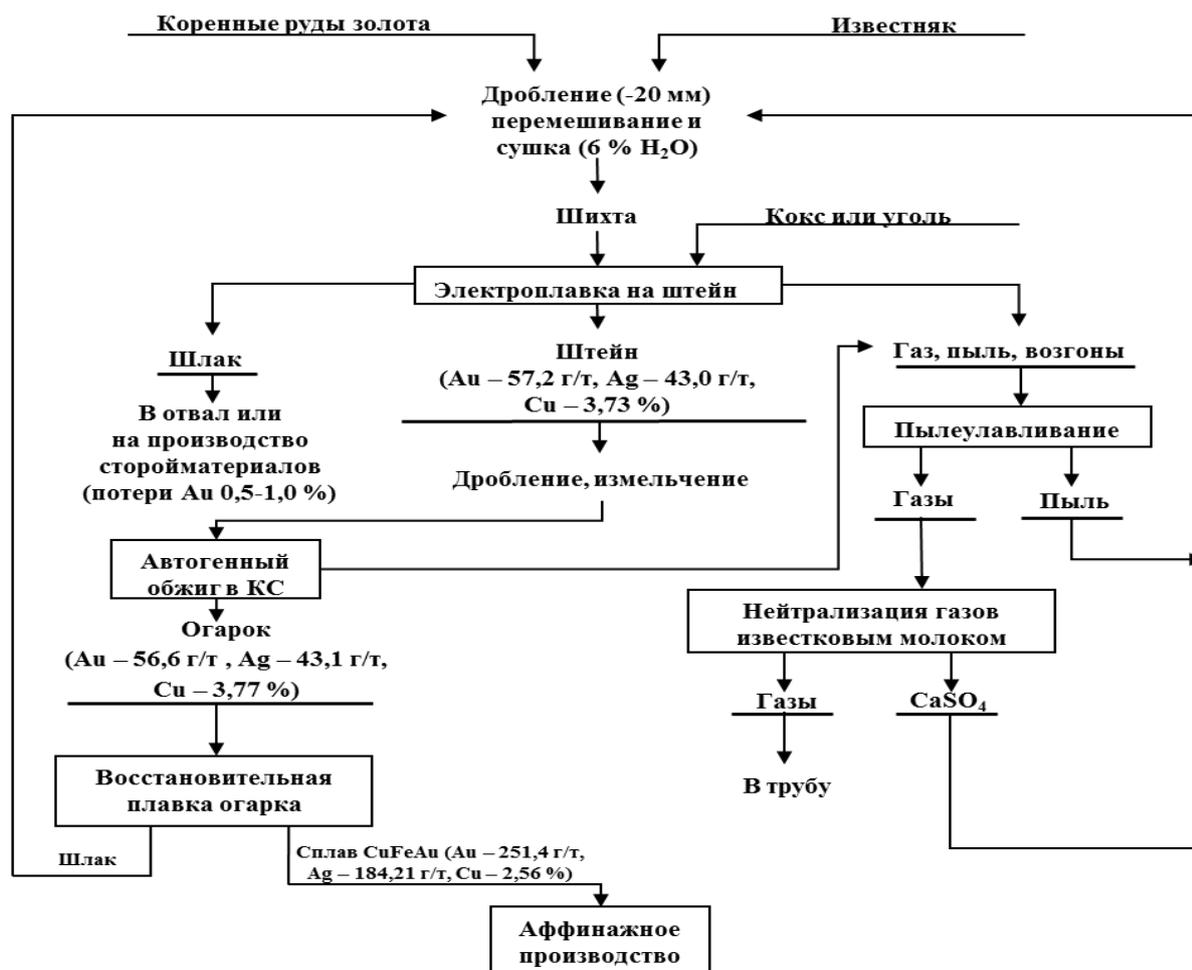


Рисунок - Технологическая схема СПС-процесса полной пирометаллургической переработки упорного золотосодержащего сырья

**Литература**

1 Квятковский С.А., Кожахметов С.М., Семенова А.С., Омирзаков Б.А., Есетов У.Е., Ким Л.П. Экспериментальные плавки коренных руд золота месторождения Бестюбе //Вестник КазНТУ. – 2015. - № 2. – С. 427-431.

2 Бектурганов Н.С., Кожахметов С.М., Квятковский С.А., Джумабаева З.Ш., Ким Л.П. Прямая пирометаллургическая переработка коренных руд золота ТОО «Терискей» //Вестник КазНАЕН. – 2015. - № 1. – С. 4-8.

3 Кожахметов С.М., Бектурганов Н.С., Омаров С.И., Квятковский С.А., Омарова Н.С. Сократительная пирометаллургическая селекция золото-мышьяк-кобальтовых концентратов месторождения Саяк-4 //Вестник КазНАЕН. – 2015. - № 1. – С. 51-55

4 Кожахметов С.М., Садыков С.Б., Квятковский С.А. Перспективы использования новых сократительных пирометаллургических процессов для извлечения цветных и благородных металлов из бедного и упорного сырья //Мат. IX Междунар. конф. «Эффективное использование ресурсов и охрана окружающей среды – ключевые вопросы развития горно-металлургического комплекса». – Усть-Каменогорск, 2015. – Т.4. – С. 210-215.

5 Зейнуллин А.А., Джумабаева З.Ш., Семенова А.С., Омирзаков Б.А., Ким Л.П. О прямой пирометаллургической переработке упорных руд золота месторождений Гагаринское и Шокпар //Ресурсосберегающие технологии в обогащении руд и металлургии цветных металлов: матер. Междунар. науч. конф. – Алматы, 2015. – С. 250-253.

6 Kozhakhmetov S.M., Kvyatkovskiy S.A., Semenova A.S., Sejssembaev R.S. Process of gold-collecting sulphide systems roasting with complete burning off sulfur, elimination of arsenium and carbon //Complex Use of Mineral Resources. – 2016. - № 4. – P. 25-30.

**Р.С. Сейсембаев, С.М. Қожахметов, С.А. Квятковский, Л.В. Соколовская, А.С. Семенова**

**Жиырылғыш пирометаллургиялық селекция арқылы алынған маталардан бағалы металдарды алу**

Алтын кендері және алтын үшін коллекторлы штейндер, өртенді және ұшып шығатын – күкірт, мышьяк және көміртегі, алтын және күмісті штейндер, кождар, жаңа коллекторлы балқыма алтын, штейнді балқыманы қымбат металдармен пирометаллургиялық байыту.

Алтын кендері және алтын күмісті байыту кезінде алынатын мысты-темірлі штейндердің сұйық құрылымды күйге өту процесінің технологиялық параметрлерін алу және оны зерттеу.

Жұмыстың жаңалығы алтын және күмісті байыту кезінде алынатын мысты-темірлі штейндердің сұйық құрылымды күйге өту процесінің технологиялық параметрлерін алу жағдайлары қойылған.

Алынған жұмыстың нәтижелері берік түпкі алтын кендерін СПС-процесі бойынша технологиялық сұлбаны дайындауға қолданатын болады.

**Түйін сөздер:** алтын құрамдас кендер, алтын құрамдас штейн, өртенді, металданған құрылым, кождар, алтын, күміс.

**R.S. Seissembaev, S.M. Kozhakhmetov, S.A. Kvyatkovskiy, L.V. Sokolovskaya, A.S. Semenova**

**Extraction of noble metals from mattes obtained by reducing pyrometallurgical selection**

**Annotation.** The objects of research were matte collectors for gold, cinders and volatile components - sulfur, arsenic and carbon, gold and silver-containing mattes, slags, new collector-melts of gold, matte melts pyrometallurgically enriched with noble metals. Purpose of the work - research and obtaining technological parameters of the processes of reduction of primary gold ores, roasting of collector mattes for gold and liquid-phase reduction of gold-bearing cinders to obtain copper-ferrous mattes enriched with gold and silver. The novelty of the work lies in the fact that the main parameters of the process of liquid-phase reduction of gold-bearing cinders with the production of copper-ferrous alloys and mattes enriched with gold and silver were established. The results obtained will be used to prepare technological parameters for the processing of refractory gold-bearing gold ores using the RPS process with a complete pyrometallurgical scheme for extracting gold from collector sulfide mattes.

**Key words:** gold-bearing ores, gold-bearing matte, roasting, slag, metallized phase, gold, silver.

**Н.Р. Тимирбаева<sup>1</sup>, А.С. Байсанов<sup>2</sup>, А.З. Исагулов<sup>1</sup>, О.В. Заякин<sup>3</sup>**

*Научный руководитель – А.З. Исагулов первый проректор, Карагандинский технический университет, доктор технических наук, профессор,*

*1 – Карагандинский Технический Университет, Казахстан, г. Караганда*

*2 – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Казахстан, г. Караганда*

*3 – Институт металлургии УрО РАН, Российская Федерация, г. Екатеринбург*

*nina.timirbaeva23@gmail.com*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ШИХТЫ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ ФЕРРОСПЛАВОВ КАРБОТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ**

**Аннотация.** *С целью исследования и разработки одностадийного бесшлакового карботермического способа получения комплексного титансодержащего ферросплава из ильменитового концентрата, а также с использованием высокозольных углей Казахстанских месторождений в качестве восстановителя в настоящей работе был проведен ряд исследований. Для разработки оптимальных условий выплавки нового сплава, прежде всего, необходимо учитывать физико-химические особенности исходных шихтовых материалов. Таким образом, исследования проведены для изучения возможности вовлечения данных материалов в процесс выплавки ферросплавов с титаном. В данной работе был изучен минералогический состав ильменитового концентрата методом рентгенофазового анализа. Также для изучения поведения шихты, состоящей из ильменитового концентрата и углеродсодержащего восстановителя, при нагреве был проведен термографический анализ на дериватографе Q-1000 системы F.Paulik, J.Paulik, L.Erdei.*

**Ключевые слова:** *титансодержащий ферросплав, ферротитан, ильменитовый концентрат, дифференциально-термический анализ, рентгенофазовый анализ*

На сегодняшний день одна из главных задач развития металлургической промышленности – значительное увеличение производства высококачественного металла и металлопродукции, что может быть обеспечено разработкой и внедрением новых видов ферросплавов, которые могут эффективно влиять на процесс рафинирования и модифицирования стали.

Теорией и практикой металлургического производства доказано, что эффективность рафинирования, модифицирования стали существенно возрастает при замене двойных сплавов тройными и более сложными по составу комплексными ферросплавами [1]. Применение комплексных сплавов позволяет достичь максимального эффекта обработки и снизить ее стоимость.

Основным материалом, применяемым для легирования и раскисления стали титаном, является ферротитан. Традиционно ферротитан выплавляют из ильменитовых концентратов алюмотермическим методом [2-3]. Практика использования составов шихтовых материалов, применяемых для получения ферротитана по известным технологиям, указывает на ряд недостатков: использование при шихтовке дефицитного сырья, требующего значительных материальных и энергетических затрат; наличие в компонентах шихты вредных примесей, что усложняет контроль безопасного ведения технологического процесса получения гарантированного качества титансодержащего ферросплава. В качестве титансодержащего сырья в основном используют ильменитовый, рутиловый концентраты, рудные композиты, отходы, которые кроме оксида титана содержат вредные примеси (P, S, цветные металлы), что усложняет и удорожает технологический процесс получения качественного ферротитана.

В связи с этим представляет интерес исследование производства титаносодержащих ферросплавов карботермическими методами.

Важным фактором разумного использования сырья является его комплексное применение и максимальное извлечение полезных элементов на всех стадиях переработки. Получение новых марок комплексных ферросплавов с высокими технико-экономическими показателями зависит в первую очередь от свойств применяемым шихтовых материалов.

Для получения более достоверной информации о минеральном составе и структурно – текстурных признаках исследуемых материалов, применяют комплекс минерального – аналитических методов, в который входят термический анализ и рентгенография.

Изучен фазовый состав ильменитового концентрата, который определяли методом рентгенофазового анализа. В результате выяснилось, что основная его фаза представлена обыкновенным ильменитом ( $\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$ ), или так называемым кричтонитом. Наличие фаз  $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 3\text{TiO}_2$  (аризонит) и  $2\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot 3\text{TiO}_2$ , а также отсутствие магнитной восприимчивости образцов, свидетельствует об измененности (лейкоксенизации) концентрата. Рентгенограмма концентрата изображена на рисунке 1.

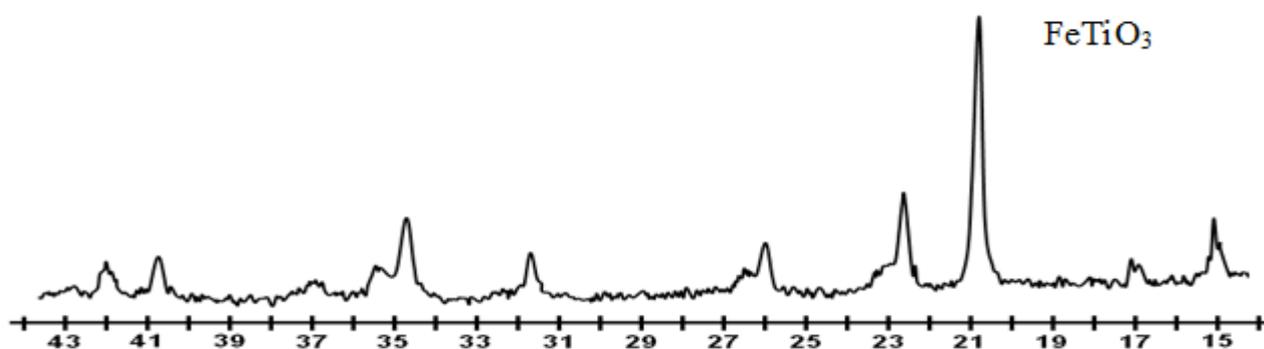


Рисунок 1 - Рентгенограмма концентрата

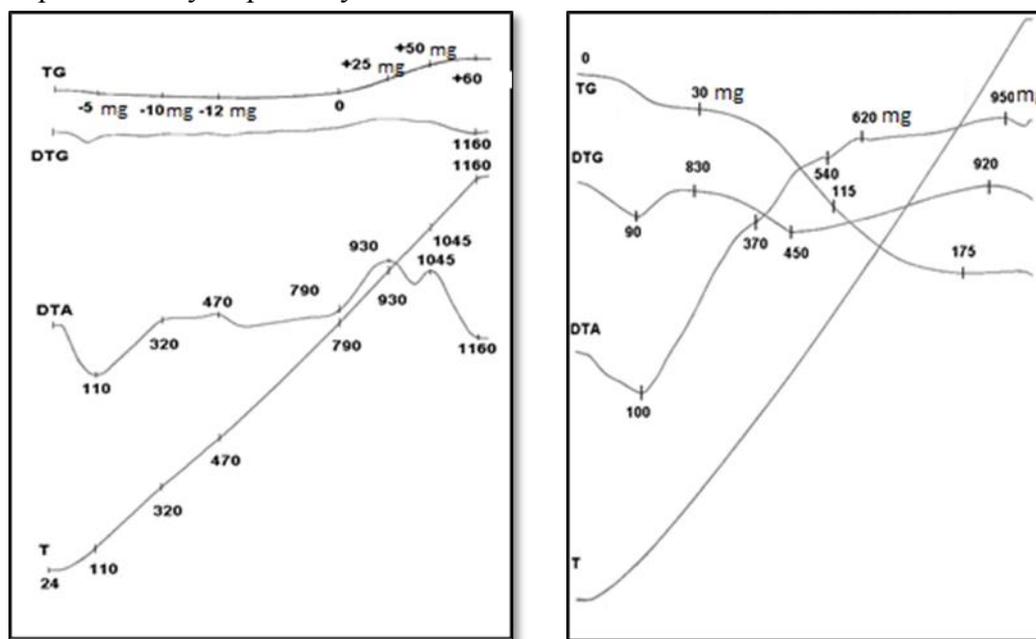
Перечисленные минералы, идентифицированные по результатам рентгенофазового анализа, могут быть использованы, как комплексные сырьевые источники соответствующих элементов.

В процессе плавления компоненты шихты подвергаются воздействию высоких температур, что приводит к ряду физико-химических превращений, существенно изменяющих их исходные свойства. Такие превращения можно зафиксировать на дериватограмме с помощью дифференциально-термического анализа.

Дериватограф системы L. Erdei Q-1000 в диапазоне температур 25-1000 °С при скорости нагрева 10 °С/мин, в нейтральной и инертной атмосфере позволяет регистрировать изменение массы (TG) и скорость изменения массы (DTG) образца, а также разницу температур (DTA) между исследуемым и инертным образцами при непрерывном нагреве с заданной скоростью [4]. Шихту для термографических исследований готовили из ильменитового концентрата и углеродсодержащего восстановителя (фракция 0-0,15 мм).

Физико-химические процессы, протекающие в концентрате при температурах 100-120 °С (рисунок 2 а), сопровождаются удалением гигроскопической влаги с небольшой 0,22 % убылью массы пробы. С повышением температуры до 550 °С происходит выделение гидратной влаги и летучих веществ с убылью массы пробы до 0,4 %. На кривой ДТА заметны слабые экзотермические эффекты окисления низших оксидов железа в интервале температур 320-470 °С. При температурах 800-1000 °С в концентрате происходит интенсивное окисление, увеличивается теплосодержание пробы и повышается ее масса на 1,55 %. При более высоких температурах происходит выделение  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  из состава ильменита.

На рисунке 2 б изображена дериватограмма шихты ильменитового концентрата с углем (14 % от массы концентрата). В интервале температур 100-540 °С наблюдается значительная 6,2 % убыль массы смеси, это связано с удалением гигроскопической, гидратной влаги и летучих веществ из концентрата и угля, а также диссоциацией сложных соединений в составе концентрата. Начиная с температуры 450 °С в пробе наблюдается увеличение скорости убыли массы, что сопровождается слабыми экзотермическими эффектами, и соответствует началу интенсивного окисления углерода угля. При более высоких температурах в смеси происходит диссоциация ильменита и выделение оксида Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, который вступает в реакцию с углеродом угля.



а) Ильменитовый концентрат                      б) Концентрат + уголь

Рисунок 2 - Данные термографического анализа

Таким образом, в лабораторных условиях показано, что восстановление ильменита углеродом заметно развивается при температурах выше 1000 °С. Это подтверждается проведенными термографическими исследованиями ильменит-угольной шихты в нейтральной и инертной атмосферах. В условиях высокотемпературного процесса восстановления такой показатель положительно влияет на распределение реакционного газа и его равномерный выход, что положительно влияет на выплавку титансодержащего ферросплава. Следовательно, при выплавке титансодержащих ферросплавов возможен карботермический метод.

*Данная работа выполнена в рамках исследования, финансируемого Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (грант № AP09058310).*

## Литература

1 Григорович К.В., Гарбер А.К., Шибяев С.С. и др. Совершенствование технологии выплавки рельсовой стали с применением современных методов контроля неметаллических включений //Улучшение качества и условий эксплуатации рельсов и рельсовых скреплений (по материалам Рельсовой комиссии 2008 г.): – Екатеринбург: ОАО «УИМ», 2009. – 150 с.

2 Лебедев В.А. Металлургия титана: учебное пособие. - Екатеринбург: Изд-во УМС УПИ. - 2015. - 194 с.

3 Akhmetova K., Kenzhaliyev B., Trebukhov S., Nitsenko A., Burabaeva N. Achievements in the titanium production development // Metalurgija. – 2020. Vol. 59. - No. 4. – P. 567-570.

4 Пилюян Г.О. Введение в теорию термического анализа. - М.: Наука, 1961. - 294 с.

**Н.Р. Тимирбаева, А.С. Байсанов, А.З. Исагулов, О.В. Заякин**  
**Құрамында титаны бар ферроқорытпаларды карботермиялық тәсілмен балқыту үшін шикіқұрамның қасиеттерін зерттеу**

*Аннотация.* Ильменит концентратынан кешенді титаны бар ферроқорытпаны алудың бір сатылы шлаксыз карботермиялық тәсілін зерттеу және әзірлеу мақсатында, сондай-ақ қазақстандық кен орындарының күлі көп көмірлерін қалпына келтіргіш ретінде пайдалана отырып, осы жұмыста бірқатар зерттеулер жүргізілді. Жаңа қорытпаны балқытудың оңтайлы жағдайларын жасау үшін, ең алдымен, бастапқы заряд материалдарының физика-химиялық ерекшеліктерін ескеру қажет. Осылайша, титанмен ферроқорытпаларды балқыту процесіне осы материалдарды тарту мүмкіндігін зерттеу үшін зерттеулер жүргізілді. Бұл жұмыста рентгендік фазалық талдау әдісімен ильменит концентратының минералогиялық құрамы зерттелді. Сондай-ақ, ильменит концентратынан және құрамында көміртегі бар тотықсыздандырғыштан тұратын зарядтың әрекетін зерттеу үшін F. Paulik, J. Paulik, L. Erdei жүйесінің Q-1000 дериватографында термографиялық талдау жүргізілді.

**Түйінді сөздер:** құрамында титаны бар ферроқорытпалар, ферротитан, ильменит концентраты, дифференциалды-термиялық талдау, рентгенофазалық талдау

УДК 669.712;669.21.8

**М.Т. Чукманова, А.В. Паничкин, А.А. Мамаева, Б.К. Кенжалиев, Ж.Ж. Алибеков**

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук А.А. Мамаева*  
*Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения»,*  
*Республика Казахстан, г. Алматы*  
*chukmanova\_m@mail.ru*

**ВЫБОР СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ИТТРИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ЛИТЬЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ**

*Аннотация.* Проведены исследования альфированного слоя и слоя пригара на поверхности отливок из титановых сплавов ВТ1-0 и ВТ6, получаемых в литейные формы на основе  $Y_2O_3$ , в которых использованы различные связующие. В качестве связующих применяли: водный раствор нитрата иттрия и ортофосфорной кислоты, образующие  $YPO_4$ ; оксид кальция; хлорид кальция.

**Ключевые слова:** формовочная смесь, связующее, титановый сплав, литье, альфированный слой

Изготовление титановых отливок при литье по выплавляемым моделям сопровождается окислением и насыщением титанового сплава атомами примесных элементов за счет взаимодействия с остаточным кислородом или из-за химических реакций с материалом оболочки. При этом, на поверхности отливки образуется обогащенный кислородом  $\alpha$ -слой с видоизмененной структурой, что приводит к ухудшению механических свойств отливок – увеличивается твердость и хрупкость, приводящие к появлению дефектов деталей, например, трещин, при их эксплуатации [1].

Исследованию  $\alpha$ -слоя посвящено достаточно много работ [2-4], направленных на выявление факторов, вызывающих его появление. Процесс насыщения расплава кислородом ограничен только длительностью контакта кислорода с расплавом и может дойти до 40 мас. % содержания кислорода. Процесс нарастания  $\alpha$ -слоя в твердом сплаве достаточно медленный и существенно зависит от температуры [1]. Снижение толщины альфированного слоя при получении отливок из титановых сплавов может быть обеспечено только при литье в формы, полностью или частично (лицевой слой) изготовленные из инертных по

отношению к титану материалов. Разработка таких материалов обеспечит требуемое качество поверхности отливки, что создаст возможность получения титановых отливок с рельефной поверхностью. Наиболее инертными по отношению к расплаву титана являются оксиды иттрия, циркония, магния, кальция и цирконат кальция [5-7]. Однако, необходима дальнейшая разработка формовочных смесей на их основе, обеспечивающих уменьшение дефектов отливок из титановых сплавов.

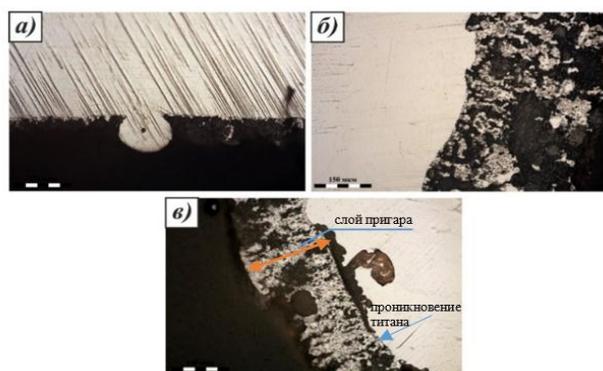
С целью поиска перспективных связующих материалов исследовали структуру слоя пригара и альфированного слоя отливок цилиндрической формы, полученных при использовании формовочной смеси на основе  $Y_2O_3$  с фосфатной связкой и связками из  $CaO$  и  $CaCl_2$ . Использование иттрия и его соединения в качестве лицевого покрытия позволяет получать отливки с наименьшей шириной альфа-слоя [8]. Это связано с тем, что при контакте титанового расплава с  $Y_2O_3$  происходит медленное взаимодействие между ними, поскольку при этом образуется жидкий иттрий, который плохо растворяется в титановом расплаве и не образует твердых растворов с титаном [9]. Оксид кальция, восстанавливаясь при контакте с титаном, и хлорид кальция испаряясь при высокой температуре, образуют инертные по отношению к расплаву пары, что может служить дополнительным барьером, сдерживающим реакционное взаимодействие с материалом литейной формы.

Для получения цилиндрических отливок из титановых сплавов подготовлены формовочные смеси из предварительно обожженного порошка оксида иттрия при  $1600^\circ C$  и водного раствора нитрата иттрия с концентрацией 167,0 г/л и ортофосфорной кислоты 28,7 г/л. Соотношение Ж/Т брали не более 1:2. Формы после отверждения подвергали выдержке в атмосфере аммиака и последующей сушке и термообработке при  $900^\circ C$  в условиях нагрева со скоростью 5 град/мин. Литье в форму на основе оксида иттрия с фосфатной связкой осуществляли без предварительного нагрева формы и в нагретую до  $550^\circ C$ .

Плавку и литье титана осуществляли в вакуумной индукционной плавильной печи УИПВ-0,001 при остаточном давлении газов 50 Па. Плавление титанового цилиндра  $\varnothing 40$  и высотой 40 мм происходило в течение 8-10 мин, затем, не позже чем через 10 с. расплав сливался через дно в подготовленную форму.

Исследование альфированного слоя проводили с использованием оптической и растровой электронной микроскопии, микрозондового анализа, измерения микротвердости. Микроструктура материала образцов представлена на рисунках 1 и 2. Анализ структуры показывает, что с увеличением температуры формы толщина пригара существенно увеличивается (от ~60 мкм до 300 мкм) (рис. 1). А также, при литье в разогретую литейную форму искажается и рельеф поверхности. Микрозондовый анализ зоны пригара свидетельствует, что при контакте расплава с материалом формы вследствие смачивания титан проникает по каналам и вступает в реакцию. При этом развивается восстановление оксида иттрия, и иттрий и кислород диффундируют в приповерхностный слой отливки. Кислород, растворяясь, образует альфированный слой, а иттрий после кристаллизации расплава выделяется в виде отдельной фазы по границам зерен.

Измерения микротвердости, которые были проведены на ПМТ-3 показали, что при литье титанового сплава ВТ6 в холодную и горячую формы и титана марки ВТ1-0 в холодную форму из оксида иттрия толщина альфированного слоя не превышает 550 мкм (рис. 2). Это говорит о незначительном изменении свойств отливки из титана вследствие реакционного взаимодействия с материалом формы.



а - VT6 форма нагрета до 25 °С; б - VT6 форма нагрета до 550°С; в - VT1-0 форма нагрета до 25 °С

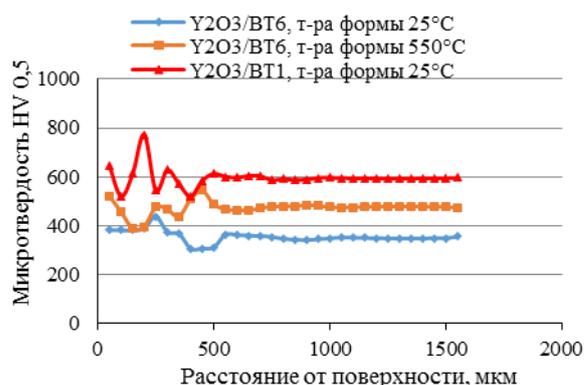


Рисунок 1 – Структура по сечению слоя пригара и приповерхностной области отливок из титана марки VT1-0 и VT6, сформировавшаяся при литье в формы из  $Y_2O_3$  с фосфатной связкой (x250)

Рисунок 2 – Изменение микротвердости по сечению альфированного слоя отливок из титана VT1-0 и титанового сплава VT6, полученных при литье в формы из оксида иттрия с фосфатной связкой

Однако основным недостатком литейных форм из формовочного материала на основе оксида иттрия со связкой из  $YPO_4$  является пористость получаемых отливок. Поры особенно формируются в центральной части отливки на удалении от стенок. Использование таких формовочных смесей позволяет получать отливки с малой толщиной альфированного слоя, при этом минимально повышается микротвердость на поверхности. Между тем большая толщина слоя пригара и высокая пористость не позволяют их рекомендовать для применения в промышленности. В качестве альтернативных варианты связки рассмотрены оксид и хлорид кальция. Предполагалось, что малые добавки этих веществ позволят создать паровую рубашку, минимизирующую реакционное взаимодействие расплава с материалом литейной формы.

Были получены формовочные массы путем смешивания  $Y_2O_3$  и 4 мас. % CaO с водой,  $Y_2O_3$  и 4 мас. % CaO с 0,1M раствором HCl, из которых подготовлены литейные формы. После сушки при 90 °C и термической обработки при 900 °C и последующего охлаждения до комнатной температуры в них заливали расплав титана VT1-0.

Исследование структуры отливок, полученных в формы из  $Y_2O_3$  с 4 мас. % CaO показали, что их поверхность характеризуется малой толщиной слоя пригара и не значительной пористостью (рис. 3). Однако в центральной части отливки формируется полость. Это свидетельствует об образовании большого количества паров кальция при взаимодействии титана с формовочной смесью. Измерение микротвердости отливки показало, что ее величина повышается на границе с материалом формы. Толщина альфированного слоя составляет ~500 мкм (рис. 4).

Исследование отливки, полученной в форму  $Y_2O_3 + 4$  мас. %  $CaCl_2$  показало, что образующийся слой пригара легко удаляется, отливка практически не имеет пористости. При этом расплав хорошо заливает полости и повторяет рельеф литейной формы. Определение микротвердости показало, что ширина альфированного слоя составляет ~500 мкм, а микротвердость (HVh 0,05/10) отливки на границе с литейной формой составляет 570 (рис. 4).



а- 4% CaO; б- 4% CaCl<sub>2</sub>

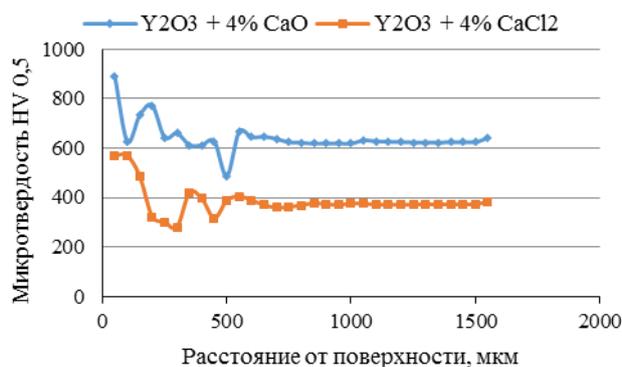


Рисунок 3 – Структура по сечению слоя пригара и приповерхностной области отливок из титана марки ВТ1-0, сформировавшаяся при литье в формы из Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со связками из CaO и CaCl<sub>2</sub> (форма нагрета до 25°C) (x250)

Рисунок 4 – Изменение микротвердости по сечению альфированного слоя отливок из титана ВТ1-0, полученных при литье в формы из оксида иттрия со связкой из CaO и CaCl<sub>2</sub>

В тоже время, литейные формы, полученные из смесей Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 4 мас.% CaO и Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 4 мас.% CaCl<sub>2</sub> характеризуются крайне низкой прочностью в отличие от форм с фосфатной связкой, что не позволит использовать их на практике. Это требует дальнейшего поиска инертных связок для оксида иттрия, но делает перспективным использование добавок из CaCl<sub>2</sub> для создания парового слоя, предотвращающего взаимодействие формы с титаном.

Таким образом, взаимодействие титана ВТ1-0 и сплава ВТ6 с поверхностью литейной формы из Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> со связкой YPO<sub>4</sub> при температуре формы близкой к комнатной не существенное и значительно повышается при нагреве формы до 550°C. Однако связка из YPO<sub>4</sub> вызывает формирование пористости в отливках из титана. Применение в качестве связующего Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4 мас.% CaO снижает толщину пригара на поверхности отливки, однако усиливает пористость отливок и увеличивает микротвердость альфированного слоя. Использование в качестве связующего Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 4 мас.% CaCl<sub>2</sub> позволяет существенно снизить пористость отливок, предотвратить формирование пригара на их поверхности и уменьшить толщину и микротвердость альфированного слоя. Это делает перспективным использование не больших добавок CaCl<sub>2</sub> к формовочным смесям на основе Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Между тем, низкая прочность литейных форм со связкой из CaCl<sub>2</sub> требует применения дополнительных связующих веществ, дальнейший поиск которых имеет важное практическое значение.

### Литература

1. Углев Н.П., Пойлов В.З., Каримов Р.А., Саулин Д.В., Селиванов А.М. Анализ особенностей образования α-слоя при литье сплавов титана // Вестник ПНИПУ. – 2018. – С. 82-98. doi: 10.15593/2224-9400/2018.2.07
2. Деменок А.О., Ганеев А.А., Деменок О.Б., Бакерин С.В., Кулаков Б.А. Разработка ресурсосберегающей технологии получения крупногабаритных отливок из титановых сплавов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2015. – Т. 15, № 2. – С. 20–25.
3. Myoung-Gyun Kim, Shae. K. Kim and Young-Jig Kim. Effect of Mold Material and Binder on Metal-Mold Interfacial Reaction for Investment Casting of Titanium Alloys // Material Transactions. – 2002. – Vol. 43, № 4. – P. 745–750.
4. Si-Young Sung, Young-Jig Kim. Alpha-case formation mechanism on titanium investment castings // Materials Science and Engineering A. 2005. – Vol. 405 – P. 173–177.

5. Jianglei Fan, Liubo Liang, Zhanyun Liu, Yuwen Li, Ying Li, Hongxia Gao, Shen Wu, Yan Wang, Xiao Wang. Recent research and development of mould materials for casting TiAl alloys // Materials Science and Technology. – 2019.

6. Galina I. Shcherbakova, Maxim S. Varfolomeev, Pavel A. Storozhenko. Solution to Technological Problems of Raising the Reliability and Quality of Castings Based on Titanium Alloys // Trans Tech Publications, Switzerland. Materials Science Forum. – 2019. – Vol. 946.

7. Hung C.C. Lai P.L. Tsai C.C. Pure titanium casting into titanium-modified calcia-based and magnesia-based investment molds // Mater. Sci. Eng., A. – 2007. – Vol. 454. – P. 178-182.

8. Branscomb T. Shell Materials and Casting Methods for Casting Titanium. Buntrock Industries. – P. 1-9.

9. Panichkin A. V., Imanbayeva A. B., Imbarova A. T. Titanium melt interaction with the refractory oxides of some metals // Kompleksnoe Ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a. – 2019. №2. P. 51-60. <https://doi.org/10.31643/2019/6445.16>

**М.Т. Чукманова, А.В. Паничкин, А.А. Мамаева, Б.К. Кенжалиев, Ж.Ж. Алибеков**

**Титан қорытпаларына қолданылатын иттрий оксиді негізіндегі құю қалыптарына байланыстырғыш таңдау**

**Аңдатпа.** Түрлі байланыстырғыш қолдану арқылы иттрий оксиді негізінде құю қалыптарында алынатын VT1-0 және VT6 титан қорытпаларынан жасалған құймалардың бетіндегі альфирленген қабат пен күйген қабат бойынша зерттеулер жүргізілді. Байланыстырғыш ретінде:  $YPO_4$  түзетін иттрий нитраты мен ортофосфор қышқылының сулы ерітіндісі; кальций оксиді; кальций хлориді қолданылды.

**Түйін сөздер:** қалыптау қоспасы, байланыстырғыш, титан қорытпасы, құю, альфирленген қабат.

**M.T. Chukmanova, A.V. Panichkin, A.A. Mamayeva, B.K. Kenzhaliyev, Zh.Zh. Alibekov.**

**The choice of binders for casting molds based on yttrium oxide, applied in casting titanium alloys**

**Abstract.** Research has been carried out of the alpha layer and the burn-on layer on the surface of castings from titanium alloys VT1-0 and VT6, obtained in casting molds based on  $Y_2O_3$ , in which various binders are used. The binders used were: an aqueous solution of yttrium nitrate and orthophosphoric acid, forming  $YPO_4$ ; calcium oxide; calcium chloride.

**Keywords:** molding mixtures, binders, titanium alloy, casting,  $\alpha$ -layer.

UDC 669.333

**M.A. Dyussebekova<sup>1</sup>, S.A. Kvyatkovskiy<sup>2</sup>, L.V. Sokolovskaya<sup>2</sup>, A.S. Semenova<sup>2</sup>**

*Scientific advisor – B.K. Kenzhaliyev, General Director of JSC "IMiO", Doctor of Technical Sciences, Professor*

*<sup>1</sup>Satbayev University, Kazakhstan, Almaty*

*<sup>2</sup>Institute of Metallurgy and Ore Beneficiation, Kazakhstan, Almaty*

*m.dyussebekova@stud.satbayev.university*

## **EFFECTIVE METHODS OF DEPLETION OF LIQUID SLAGS OF AUTOGENOUS SMELTING OF COPPER SULFIDE CONCENTRATES**

**Annotation.** *The work is devoted to improving the smelting of copper sulfide concentrates in the PV furnace (Vanyukov furnace), aimed at depletion of waste slag from the PV furnaces. The compositions of the slags after the reduction treatment have been determined, the phase composition of the slags and their melting point have been established. The optimal temperature parameters of the reductive depletion of slags are revealed, the depletion temperature (1300 °C) is set, at which the destruction of magnetite and the formation of fayalite occurs, and moreover the copper content in the slags decreases to 0.5-0.7%. It was found that an additional increase in the slag settling zone, in which depletion occurs when a reducing agent is introduced, is the most promising direction in optimizing the process of depletion of dump slags, which becomes possible*

when the reaction zone in the furnace is divided into an oxidizing and reducing zone using a water-cooled partition.

**Keywords:** sulfide copper concentrate, matte, dump slag, depletion, two-zone furnace, reduction zone.

In recent decades, autogenous processes such as suspended melting of Outokumpu, Mitsubishi, Noranda, El Teniente, Aizasmelt, Ausmelt and melting in the Vanyukov furnace (PV) have become increasingly popular in the pyrometallurgy of copper. Melting in PV has such advantages as high productivity, the use of high-oxygen blast, processing of raw materials of any granulometric composition, but there are also disadvantages, one of which is the loss of copper with waste slags. Today, the concentrates supplied to production are characterized by a low copper content and contain an average of 16-25%. In addition, the situation is aggravated by the increased content of iron, zinc and lead in them. All this negatively affects the technological regime, the process of separation of matte and slag proceeds unsatisfactorily, the volumes of dump slags and the loss of copper with them increase, which requires their further depletion [1-4].

There are two directions of the technology for depletion of copper slags: improvement of smelting process itself by optimizing the composition of the raw materials to obtain waste slags with a low copper content, and the use of separate units for depletion of slags. It is most economically feasible to deplete the slag in the same unit where the charge is melted, since by improving the process itself, by changing the design of the unit, it is possible to achieve the technologically complete production of matte and waste slag with a low copper content [5-7].

The influence of the content of copper and iron in the charge on obtaining slags of the optimal composition was studied, which made it possible to reveal the dependence of the copper content in the autogenous smelting slag on its composition and the conditions for separating the matte and slag. Copper losses increase with an increase in the volume of dump slag, which in turn increases with a decrease in the copper content in the charge. This is due to an increase in the proportion of slag-forming components in poor raw materials, as well as due to an increase in the volume of quartz flux required to maintain a given slag composition at a constant copper content in the matte. According to X-ray spectral analysis, the fluctuations in the content of copper and iron in the charge are, wt. %: 13.93-16.47 Cu, 25.90-28.10 Fe, and copper in slag: 0.86-1.18 Cu.

The dependences of the influence of the copper content in the charge on the required amount of quartz flux and the relative losses with slags are shown in Figure 1, a, the effect of copper in the charge on the amount of dump slag is shown in Figure 1, b.

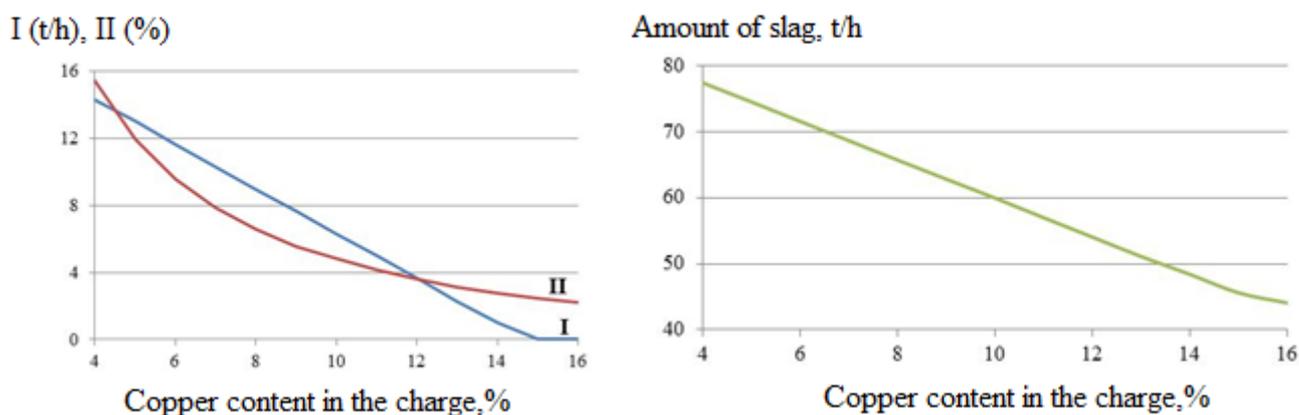


Figure 1 - Dependences of the consumption of quartz flux (a, I), the relative losses of copper (a, II) and the amount of dump slag (b) on the copper content in the charge

To optimize the process of depletion of PV dump slags, technological conditions for oxidative smelting of copper sulfide raw materials, reduction treatment of slag, and the design of a metallurgical unit were determined. An additional increase in the slag settling zone, in which depletion occurs with the introduction of a reducing agent, is the most promising direction. This is possible when dividing the reaction zone into oxidizing and reducing zones in the furnace using a water-cooled baffle, which is carried out using a two-zone furnace, the main advantage of which is the possibility of obtaining a matte of a satisfactory composition and the ability to reduce the copper content in slags [8-13].

Using the data of thermal analysis, it was possible to determine the optimal temperature of the reduction depletion of the slag, which is 1300 °C.

The study of the regularities of slag depletion under conditions of reduction melting was carried out for slags, the composition of which is given in Table 1.

Table 1 - Content of main components in slag before and after depletion process

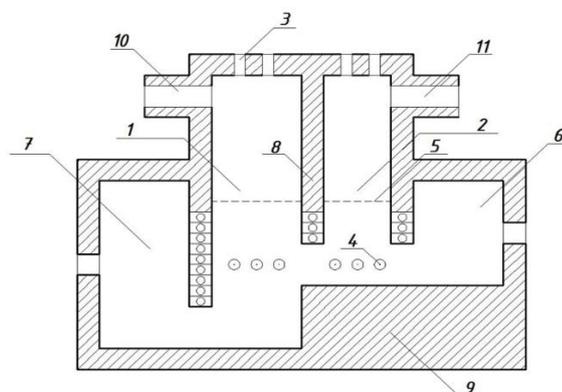
№ of test	Content in the slag, %						Coal consumption (74.3% C) by stoichiometry, g
	before processing			after processing			
	Cu	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Cu	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	
11	0,93	32,05	7,80	0,43	33,1	2,5	0,543
12	0,97	31,90	7,90	0,47	32,9	2,6	0,545
13	1,033	31,30	7,95	0,50	32,9	2,6	0,568
14	1,07	30,90	7,98	0,52	32,0	2,7	0,560
15	1,08	30,60	8,20	0,52	31,9	2,8	0,571
16	1,15	30,40	8,65	0,60	31,8	2,9	0,602
17	1,20	30,31	8,80	0,63	31,7	3,0	0,612
18	1,29	30,20	9,20	0,65	31,6	3,0	0,640
19	1,32	30,10	9,70	0,70	31,6	3,2	0,675
20	1,54	30,05	9,80	0,80	31,5	3,3	0,682

As a reducing agent was used activated carbon with a composition, wt. %: 74.3 C, 0.16 S, 0.025 P, 1.12 Fe, 0.93 SiO<sub>2</sub>, 1.56 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; oxygen-containing blast consumption was - 5 l / h. The slag was heated to a temperature of 1300 °C in the presence of activated carbon, after reaching a predetermined temperature, the melt was kept for 1 hour. The consumption of coal was 2.5 g per 100 g of slag, which was determined from the required amount for the reduction of magnetite with a fivefold excess. There were obtained products of smelting - slag and the bottom phase, which is a matte, similar in composition to the matte obtained during smelting, which simulates the oxidation zone of a two-zone PV furnace. The results of the chemical analysis of samples after depletion process are also shown in Table 1, which show that the destruction of magnetite took place during smelting, its content decreased by 5.3-6.5%, which influenced the decrease in the copper content in the slag after the depletion.

The data from Table 1 presents a decrease in the copper content in the range of 0.43–0.80%, in comparison with its content before the reduction treatment in the range of 0.93–1.54%. The content of magnetite in slag samples is reduced to 2.5–3.3% compared to the content of magnetite before reduction treatment in the range from 7.8 to 9.8%.

According to X-ray phase and mineralogical analyzes, the slag sample of smelting No. 12, containing 0.47% Cu, consist of more than 85% fayalite.

All these processes are possible at temperatures that allow melting all the components of the slag, the results of thermal studies indicate that all endo- and exothermic effects are recorded up to a temperature of 1300 ° C, which determines the optimal temperature of reduction depletion of slag. A diagram of a two-zone PV furnace is shown in Figure 2.



1 - melting chamber, 2 - reduction chamber, 3 - devices for charging the charge, 4 - tuyeres, 5 - caisson belt, 6 - siphon for slagging-off, 7 - siphon for matte discharge, 8 - partition, 9 - stepped bottom, 10 - flue for removing gases from the oxidation zone, 11 - flue for removing gases and lead-zinc fumes from the reduction zone.

Figure 2. Scheme of a two-zone PV furnace

## Conclusion

In comparison with similar developments, the proposed technology for smelting copper sulphide concentrates in a two-zone PV furnace will make it possible to obtain slags with a copper content of 0.7% or even less, with minimal costs for equipment reconstruction.

## References

1. Kenzhaliev B.K., Kvyatkovskij S.A., Kozhahmetov S.M., Sokolovskaya L.V., Semenova A.S. Obednenie otval'nyh shlakov Balhashskogo medeplavil'nogo zavoda // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya. 2018. – № 3. – S. 45-53. <https://doi.org/10.31643/2018/6445.16>.
2. Tozik V.M., Danilov M.P., Potancev V.A., Kozhanov A.L. Obednenie medeplavil'nyh shlakov v pechi Vanyukova mednogo zavoda ZF GMK «Noril'skij nikel'» // Cvetnye metally. – 2006. – № 11. – S. 19-22.
3. Martirosyan V.A., Sasuncyan M.E. Issledovanie shlakov metallurgicheskikh zavodov Armenii pri tonkom izmel'chenii // Izvestiya VUZov. Chernaya metallurgiya. –2019. – T. 62, № 1. – S. 8-14.
4. Knyazev M.V. Rasshirenie ispol'zovaniya pechi Vanyukova v tekhnologii metallurgicheskogo proizvodstva // Cvetnye metally. – 2000. – № 6. – S. 31-32.
5. Tarasov A.V., Zajcev V.I. Izvlechenie cennyh sostavlyayushchih iz shlakov mednogo proizvodstva // Cvetnaya metallurgiya. – 2011. – № 7-8. – S. 60-67.
6. Nus G.S. Obednitel'naya shlakovaya elektropech' – tekhnologicheskoe dolgoletie // Elektrometallurgiya. – 2009. – № 7. – S. 33-36.
7. Bekenov M.S., Sokolovskaya L.V., Kvyatkovskaya M.N., Semenova A.S. Pererabotka sul'fidnyh koncentratov v pechi Vanyukova s obedneniem shlakov po medi // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya. – 2010. – № 5. – S. 14-20.
8. Lazarev V.I., Spesivcev A.V., Bystrov V.P., Ladin N.A., Zajcev V.I. Razvitie plavki Vanyukova s obedneniem shlakov // Cvetnye metally. – 2000. – № 6. – S. 33-36.

9. Komkov A.A., Bystrov V.P., Fedorov A.N., Lazarev V.I., Bystrov S.V. Plavka medno-nikelevoj rudy na shtejn v pechi Vanyukova // Cvetnye metally. – 2006. – № 1. – S. 7-11.
10. Voskoboynikov V.G., Kudrin V.A., YAkushev A.M. Obshchaya metallurgiya. – M.: IKC «Akademikniga», 2002. – 768 s.
11. Cymbulov L.B., Kolosova E.YU., Knyazev M.V. Termodinamicheskij analiz ravnovesiya mezhdu shlakom i chernovoj med'yu v dvuhzonnoj konverternoj pechi Vanyukova // Cvetnye metally. – 2009. – № 7. – S. 30-35.
12. Komkov A.A., Bystrov V.P., Rogachev M.B. Raspredelenie primesej pri plavke mednogo sul'fidnogo syr'ya v pechi Vanyukova // Cvetnye metally. – 2006. – № 5. – S. 17-24.
13. Rusakov M.R. Konstrukciya obednitel'nogo agregata dlya processa vysokointensivnogo obedneniya shlaka // Cvetnye metally. – 2006. – № 10. – S. 28-33.

**М.А. Дюсебекова<sup>1</sup>, Б.К. Кенжалиев<sup>2</sup>, Л.В.Соколовская<sup>2</sup>, А.С. Семенова<sup>2</sup>**

**Эффективные методы обеднения жидких шлаков автогенной плавки медных сульфидных концентратов**

Работа посвящена совершенствованию плавки медных сульфидных концентратов в печи ПВ (печь Ванюкова), направленной на восстановительное обеднение отвальных шлаков печей ПВ. Определены составы шлаков после восстановительной обработки, установлен фазовый состав шлаков, температура их плавления. Выявлены оптимальные температурные параметры восстановительного обеднения шлаков, установлена температура обеднения (1300 °С), при которой происходит разрушение магнетита и образование фаялита, содержание меди в шлаках снижается до 0,5-0,7 %.

**Ключевые слова.** сульфидный медный концентрат, штейн, отвальный шлак, обеднение, двухзонная печь, восстановительная зона.

**М.А. Дюсебекова<sup>1</sup>, Б.К. Кенжалиев<sup>2</sup>, Л.В.Соколовская<sup>2</sup>, А.С. Семенова<sup>2</sup>**

**Мыс сульфидті концентраттарын автогенді балқытудың сұйық қождарын саркылудың тиімді әдістері**

Бұл жұмыс Ванюков пешінде (ПВ) мыс сульфидті концентраттарын балқытуды жетілдіруге және ПВ пештерінің қождарын қалпына келтіруге бағытталған. Қалпына келтіру өндеуден кейін қождардың құрамы анықталды, қождардың фазалық құрамы және балку температурасы анықталды. Қождардың қалпына келтірілетін саркылуының оңтайлы температуралық параметрлері анықталды, онда магнетит жойылып, фаялит пайда болатын және қождағы мыс мөлшері 0,5-0,7% дейін төмендететін саркылу температурасы 1300 °С болып анықталды.

**Түйінді сөздер** мыс сульфидті концентраты, штейн, үйінді қож, саркылу, екі аймақтық пеш, қалпына келтіру аймағы.

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Пленарные*

Е.А. Сдвижкова, К.В. Кравченко, Д.О.Сосна. Обоснование параметров геотехнологий на основе численного Моделирования геомеханических процессов	3
К.Н. Трубецкой Н.А. Милетенко, Е.В. Федоров. Обеспечение экологически сбалансированного освоения ресурсов земли как обязательная составляющая гармонии недр	7
И.В. Шадрунова, Н.Б. Рыспанов, Н.Н. Рыспанов. Экологические основания переработки лежалых цинксодержащих хвостов обогащения	12
<b><i>Секция «Повышение геологической изученности территории и восполнение минерально-сырьевого комплекса Республики Казахстан»</i></b>	
Н.Т. Абеннова, А.А. Жүнісов. Кварц-гематит-манганокальцит-манганит-браунит типті Қаратас кенорны	16
Е.Н. Адай, А.А. Жунусов. Минералогические особенности состава руд Кумдыкольского месторождения	17
А.Ж. Алпысбай, М.Н. Коккузова. Кемпірсай массивінің петрографиялық және минералогиялық ерекшеліктері	21
Б.С. Айдхожаев, М.Н. Коккузова, А.Б. Байсалова. Заречное кенорнындағы уранды кенденудің геологиялық ерекшеліктері	26
М.Қ. Әйткен, Е.В. Пономарева. Генетические условия локализации железорудных и марганцевых месторождений Атасуйского района	29
А.Д. Әнеш, Т.К. Шайыяхмет. Кен шоғырларын өндіру кезіндегі Мойынқұм кенорнының геологиялық ерекшеліктерін негізге алу	33
И.К. Балтабай, А.А. Жүнісов. Васильев кенорнының геологиялық құрылысы ерекшеліктері	37
А.Д. Базарбаева, А.О. Байсалова. Петрографические особенности месторождения Верхнее Эспе	39
Г.М. Бейсенбай, Я.К. Аршамов. Особенности геологического строения медно-порфирового месторождения Борлы	42
М.Б. Бейсенбекова, А.О. Байсалова. Особенности геологического строения медно-порфирового месторождения Озерное	46
Е.С. Далеева, А.А. Бекботаева. Особенности трехмерного моделирования медно-порфировых месторождений	50
А. Б. Даулеткелди, Т. К. Шайыяхмет. Геолого-структурные особенности урановых месторождений как основа оценки запасов	54
Н.К., Доскали Я.К. Аршамов. Об актуальности дальнейшего геологического изучения северного приаралья и ее перспективы на титан-циркониевые руды	58
Ж.Ж. Жаксылыкова, А.А. Жунусов. Минералогические особенности руд месторождения Балажал	60
Т.Б. Ишбобаев, Н.Э. Саитов. Особенности развития зон гипергенеза в Окжетпесском рудном поле	63
А. С. Қайырбек, Т. К. Шайыяхмет. База геологических данных как начало работы 3d моделирования в геологии	68
А.С. Калиева, А.Б. Байбатша. Проблематика тектоники в свете истории образования медно-порфирового месторождения Актогай	72
С.Н. Камзина, А.А. Бекботаева. Минералогические и петрографические особенности месторождения Кок-Тас	74
Ж.Ж. Қучқаров, А.Б. Байбатша. О геологическом строении и металлогении перспективной площади ушарал Жонгарско-Балхашской складчатой системы	78
М.М. Құрманғажина, К.С.Тогизов. Месторождения Сырымбет и Шок-Карагай - эталонные объекты редкометалльно-редкоземельного типа оруденения северного Казахстана	81
Т.Р. Медео, А.А. Бекботаева. Особенности рудной минерализации медно-колчеданного месторождения Акжал	86
Л.Н. Мейлиев, Б.Н.Урунов. Особенности геологического строения и перспективы горючих сланцев месторождения Дехканабад участок Кизилча	90
Г. Н. Мекенбек, М. К. Кембаев. Изучение геолого-структурных особенностей месторождения Катпар и на их основе выделение поисковых признаков	94
Е.Т. Муратбаев, Я.К. Аршамов. Соколов-Сарыбай тау-кен өндірістік бірлестігінде жасыл экономика қағидаларын жаңа технология арқылы бағалау	98
Д.Б. Муратханов, А.Б. Байбатша. Об инновационном подходе к геологическим работам для прогноза полезных ископаемых	102

С.К.Набиева, М.К. Кембаев. История развития рельефа и гидросети в районе золотоносного бассейна реки Шар	105
С.К.Набиева, М.К. Кембаев. Минералогические особенности золотоносных россыпей Шегелек	109
Д.М. Нарымова, А.А. Бекботаева. Золото-мышьяковый углеродистый формационный тип золоторудных формаций Казахстана	113
С.С. Ноғайәли, С.Н. Мустапаева. Ақтөбе қимасының визе және серпухов түзілімдерінің фауналық сипаттамасы. Үлкен қаратау, Оңтүстік Қазақстан	117
Д.Т. Нурмухамбет, М.К. Кембаев. Геологические особенности строения месторождения Васильевское	118
Е. Оразов, Г.М. Омарова. Геологические особенности северного склона Кыргызского хребта	121
С.О. Отарбай, А.А. Жунусов, Формирование эндогенных месторождений золота в черносланцевых толщах	125
О.Е. Пустовит, Ю.В. Попов. Типохимизм хромшпинелидов серпентинитов зоны Передового хребта Большого Кавказа	128
С.О. Рыжков, В.С. Портнов. Исследование геологических условий естественных грунтов промышленной площадки Бозшакольского горно-обогатительного комбината	132
А.Л. Сейдали, С.К. Асубаева. Особенности геологического строения вольфрам-оловянного месторождения Карагайлы-Актас	135
Б.Т. Сулейменов, М.К. Кембаев. Геологические особенности строения месторождения Коктенколь	138
С.Ш. Туғамбай, С.К. Асубаева. Особенности геологического строения Cu-Ni рудной минерализации на месторождении Южный Максут	141
Б.Н. Урунов. Геолого-структурные типы золоторудных объектов Букантауского региона и некоторые результаты 3D моделирования	144
А. Фруғ, Е.А. Уралбаев, А.А. Жүнісов. Орталық қазақстан докембрийлік темірлі-кремнийлі формациясы кенорындарының стратиграфиялық және литологиялық ерекшеліктері	149
Г.Г. Хабиби, А.Р. Байбоз. Батыс Айнақ мыс кен орындарының таужыныстарындағы минералдардың салыстырмалы таралуы	152
К. С. Чонгидис, Г.М. Омарова, Особенности формирования пегматитов	155
Т.К. Шайыяхмет, А.Б. Байбатша. 3d моделирование разломов золоторудного месторождения Бескемпир	159
А.Б. Шапенов, А.А. Мендығалиев. Редкие металлы на урановом месторождении «Харасан-2»	163
А. Юсуфи, А.А. Бекботаева. Особенности генезиса ультрамафических пород	167
Saleh Ghulam sakhi, Dostanova S.Kh. Benefits of seismic isolation	171

***Секция «Современные технологии в процессах бурения, добычи, сбора и транспортировки нефти и газа»***

Д.Ж. Абдели. Б.Р. Таубаев, Д. Сатбай. Снижение образования асфальтосмолистых отложений и повышение дебита нефтяных скважин	175
Е.К. Айткулов, Д.А. Ахметов, Ж.А. Исламбердиев, Б.С. Ахымбаева. Оценка эффективности применения гравитационного метода ликвидации давления в межколонном пространстве на месторождениях тоо «СП «Казгермунай»	179
А.Б. Амиржанова. М.Х. Астахова, Б.М. Насибуллин. Су айдау бағытын ескере отырып, оқшаулау объектілерін таңдау	183
А. А. Андасбаева. Оптимизация процессов подготовки высокосернистого газа, с целью сокращения объемов технологически неизбежного сжигания газа	187
Н.Н. Ажакаев, М.А. Баймухаметов. Эффективность применение турбодетандерных установок в оборудовании автоматизированных газораспределительных станциях и газораспределительных пунктах	191
Е. Бақытали, А.К. Касенов. Улучшение методов борьбы с асфальтосмолистыми и парафиновыми	194
А.Е.Басарбай, З.С.Еңсегенова, Е.Е.Забихоллина, А.Е.Жайлау. Мұнай бергіштікті SAGD әдісі арқылы арттыру	198
А.Р. Баймукашев, Б.М.Нуранбаева. Анализ и оценка методов повышения эффективности систем сбора, подготовки и транспортировки высоковязкой нефти	201
М. Базарбаева, Б.И. Момбеков, Д.Н. Деликешева. Анализ причин и механизмов осаждения парафина в трубопроводах	205
Т.А. Бельбаева, К.С. Заурбеков. Анализ современных технологий разработки нефтяных и газовых месторождений	210
А.К. Бишембай, А.А. Исмаилов. Буровые растворы, применяемые в мире и в Казахстане	212
М.С. Болат. М.С. Молдабеков. Игерудің соңғы сатысындағы мұнай кен орындарының, мұнай беру	216

көрсеткіштігін арттыру шаралары	
Даут Пээлэт, Д.Ж. Абдели. Разработка рационального метода обеспечения герметичности	220
заколонного пространства нефтяных скважин	
М.И. Ибрагимов, А.А. Исмаилов. Методы повышения производительности скважин бурением	224
Г.И. Джалалов, Г.Е. Кунаева. Об эффективности разработки месторождений нефти и газа на основе	228
применения горизонтальных скважин	
С.О. Каултаев, Б.Е. Бекбауов. Оптимизация работы установок штанговых глубинных насосов с	232
применением программногo обеспечения «rodstar» на месторождении Узень	
М.М. Қазекен, Е.Е. Бекжігіт. Влияние коронавируса на нефтяную отрасль	235
Д.А.Хасен, Ж.Қ.Даиров. Мұнай өндірісін SiO <sub>2</sub> нанобөлшектерін қолдану арқылы арттыру	239
механизмдері	
В.С. Ключниченко, Т.М. Малыбаев, К.С. Заурбеков. Тепловой метод снижения вязкости и	242
повышения нефтеотдачи пласта	
А.Б. Қоныс, Қ.Ғ. Мергенов, Б.М. Насибуллин. Судан оқшаулау жұмыстары кезінде кремний негізді	245
акор және байланысқан полимер әдістерінің тиімділігі	
Ж.К. Курмангазы, Е.Ш. Гусенов. Анализ полимерного заводнения для высоковязких нефтей	249
А.Е. Махамбетов, Н.Д. Азилханов, А.Т. Картабай. Оценка закачки со <sub>2</sub> как увеличения нефтеотдачи	252
М.Т. Массина, А.А. Кабдушев. Роль ультразвуковых волн в процессе изменения вязкости нефти в	255
пористых средах	
М.Ю. Максимов, Б.С. Ахымбаева. Преимущества освоения нефтяных месторождений в	259
арктическом регионе	
А.Т. Мукашев, А.К. Абдукаримов, Ж.К. Даиров, Д.А. Исмаилова. Минимизация энергии Гиббса	261
Н.К. Нурмаш, Б.Ж. Бурханов, Т.П. Устинова. Исследование возможности использования	265
промышленных отходов как наполнителей полимерных композитов	
М.С. Сагындиқов, Е.К. Огай, С.Е. Кудайбергенов. Техничко-экономическая оценка эффективности	268
применения полимерного заводнения на месторождении тяжелой нефти	
А. Сакабеков, Е. Аужани, Н. Мекебай. Определение фильтрационно-емкостных свойств нефтяного	272
пласта с помощью методов геостатистики	
С.М. Салыкова, Д.А. Исмаилова. Оценка применимости полимерного заводнения	275
А.Е.Сатпаев, А.А. Кабдушев. Применение Autodesk REVIT и AVEVA PDMS/E3D для	278
информационного моделирования нефтяных промышленных предприятий	
М. Б. Шиктыбаева, А. А. Кабдушев. Гелеполимерный раствор с применением наполнителя	282
Р.Т. Сулейменова, А.Х. Агзамов, С.Ж. Абилева, Д.К. Елефтериади, А.С.Сарбаев. Фильтрационные	285
исследования составов на керновых образцах в условиях, приближенных к реальным по	
месторождениям Западного Казахстана	
М.Н. Тасмуханбетов, А.А. Исмаилов.Современные технологии закачки воды при ППД	288
Д.Д. Тортаева, Ж.К. Куатова, А.Н. Касымжанова, Г.Ж. Молдабаева. Особенности конструирования	290
элементов вертикальных стальных резервуаров	
Ш.Р. Түзелбаева, Г.Ж. Молдабаева. Исследование и обоснование рациональных параметров	294
технологии снижения вязкости	
Н.К. Уалихан, С.Е. Байботаева. Реагенттердің фазааралық қабықшаларының реологиялық	298
қасиеттерінің қолданылуының ғылыми негізі	
А.А. Узибаев, А.А. Исмаилов. Оптимизация спуско-подъемных операций с использованием	300
верхнего привода при бурении и ремонте скважин	
К.Т. Юлдашов, А.Т. Сұлтангазиева, Қ.Н. Базарбеков, И.Ә. Мәлік. Асфальт-шайырлы парафинді	304
шөгінділермен күресудің тиімді әдістері	
А.А.Жақсыгереева, А. А. Кабдушев. Совершенствование методов повышения нефтеотдачи пластов	308
применением азота	
А. К. Жамалов, Т. С. Джарасова. Адсорбционный способ подготовки нефтяного газа	312
А.Е.Жамашева, Д.Г.Идрисова, З.Ж.Рахмашев, Д.Т.Сағалов. Кашаған кенорнындағы кальцит тұз	315
түзілімдерінің алдын алу тәсілдерін талдау	
Ж.Т. Жетруов, Е.К. Огай. Применение прокси-моделей при прогнозировании параметров разработки	319
нефтяных залежей	
A.R. Khussainova, J.A. Ismailova, A.K. Abdukarimov. Development of PVT model for prediction of wax	322
precipitation	

**Секция «Гармония недр глазами аль-Машани», посвященной к 115 летию аль-Машани»**

А. Абдыбек, М.Б. Нұрпейісова. Күрделі тау-кен құрлыстарының үшөлшемді моделдерін құрастыру	326
Б.Адебиет, Ф.А. Илиуф, Ж.М. Балаганова, Т.Б. Оразалиев. Разработка интерактивной карты	330
стихийных бедствий	

М.А. Алпысбай, А.А. Калдыбаев. Применение данных ДЗЗ для оценки степени влияния мелиоративных мероприятий на природную среду	334
Т. Аманжол, А. Орынғали, Н.Ш. Танкеева. Использование образовательной технологии цифрового сторителлинга для популяризации личности и деятельности ученого Акжана Машани	337
К.Б. Амиралинова, Ж.Д. Байгурин. Маркшейдерское обеспечение горных работ шахты «10-летия независимости Казахстана»	340
Б.Т. Анетов, С.Т. Солтабаева. Метрополитеннің темір жол трассасын төсеудің дәлдігін маркшейдерлік қамтамасыз ету	344
Г.Ф. Ахмеджанова, А. Кенесбаева. Анализ изменения русла реки Сырдарья по данным дистанционного зондирования Земли	347
А. Әлібек. Бозшақөл карьеріндегі бұрғылау-жару жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету	350
Е.Е. Бегимжанова, Ы. Жақыпбек. Қатты тұрмыстық қалдықтардың классификациясы	353
А.Д. Бектас, Ы. Жақыпбек. Желілік объектілер мониторингін геодезиялық қамтамасыз ету әдістері	357
А.З. Гаппаров, М.А. Алағуджаева. Применение ГИС-технологий для оценки экологического стока	361
А.З. Гаппаров, М.А. Алағуджаева. Оценка разливов и затопления пойм по спутниковым снимкам	364
Қ.Н. Дербісов, Нұрпейісова М.Б. Қазақстанның мысы - Сәтбаевтың игілікті ісі	368
Н.С. Доненбаева, Е. Левин, М.Б. Нұрпейісова Карьер беткейлері орнықтылығын геомониторингтеудің кешенді әдісі	372
А. Жапарова, А.Е. Құттыбаев. Қоңырат карьерінде ор жолдарды салудағы маркшейдерлік жұмыстар	375
Е.Т. Женибек, М.А. Абиљжанова, Г.К. Джангулова. Сандық қолданбалы бағдарламаларда рельефті көрсетудің заманауи тәсілдері	379
Ф.А. Илиуф, Э.О. Орынбасарова. Сравнение методов вычисления водных индексов	382
Т. Калыбеков, М.Н. Сандибеков, К.Б. Рысбеков, Ы. Жақыпбек. Изучение проблемы рекультивации нарушенных земель при освоении нефтегазовых месторождений	385
Х.М. Касымканова, С.А. Истекова, Г.К. Джангулова. Трёхмерная сейсморазведка для моделирования рудных залежей в сложных горно-геологических условиях Казахстана	390
А.Т. Кобенова, Ш.К. Айтказинова. Аэрокосмостық түсірістер бойынша топографиялық карталарды жанарту	393
Қ. Кушанов, М.Б. Нұрпейісова Тау жыныстарының құрылымдық ерекшеліктерін зерттеудегі А. Ж. Машанов әдістемесін жалғастыру	396
С.Қабикенов Методы съёмки подземных пустот	400
А. Қылаңова, М.Б. Нұрпейісова. Алматыметрополитен аймағындағы құрылыстардың деформацияларын бақылау	404
Г.М. Кыргызбаева, Ә.М. Абенев. Аэрофототүсіріс нәтижесінде ортофотопланды өңдеу принциптері	408
А.Н. Мажит, М.Б. Нұрпейісова. О геодезических методах наблюдений за устойчивостью бортов карьера	411
Н. Максұтов, А.Е. Құттыбаев. Қаражыра кен орнындағы тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету	414
Д.С. Муханбетқарим, Қ.Н. Дербісов, М.Б. Нурпеисова. О наземном геодезическом пункте принудительного центрирования	418
Қ.А. Мұбарак, Г.М. Кыргызбаева. Геоақпараттық технологиялардағы жерді қашықтықтан зондтау деректерін өңдеу	422
Б. Мынгжасаров, Р. Шульц, М.Б. Нурпеисова Оптимизация стоимости геодезических работ при мониторинге деформации инженерных сооружений	424
А. Нурлан, Д.Ж. Байгурин. Создание геодинамического мониторинга на месторождении Кумколь	429
М.Б. Нұрпейісова. Әлемдік үйлесімдіктің сырын ашқан	432
А.Е. Ормамбекова, Р.В. Шульц, М.Б.Нурпеисова. Мониторинг здания в зоне строительства метро	437
И. Орынбасаров, М.Б. Нурпеисова. Опыт использования лазерно-цифровой технологии при маркшейдерском контроле учета добычи	440
Н.М. Парахатова, М. А. Алпысбай. Ауыл шаруашылығы мәселелерін шешу үшін SENTINEL-1 радиолокациялық спутниктік суреттерін қолдану	444
Б.Б. Садықов, Ж.Т. Кожаев, Ж.Д. Байгурин, Б.Б. Имансакипова. Кен орнының өңделетін аумақтарындағы жер бетінің жай-күйін үздіксіз бақылаудың геоақпараттық жүйесі	447
Б.Б. Садықов, А.А. Алтаева, Ж.Д. Байгурин. Геомеханический мониторинг на территории рудных месторождений	450
М.А. Сайлығараева, Ж.Д. Байгурин. Основные этапы геодезического мониторинга деформационных процессов высотных и уникальных зданий и сооружений	454
Б. Сақанов, М.Н. Сандибеков. Саяқ карьеріндегі бұзылған жерлерді реультизациялау жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету	457
М. Сатанов, Н.О. Сарыбаев Соколов – Сарыбай карьерлері беткейлерінің орнықтылығын маркшейдерлік қамтамасыздандыру	461

А. Тайжанов, Н.О. Сарыбаев. Васильков карьері беткейлерінің орнықтылығын автоматты түрде бақылау	464
К. Такиева, Ш.К. Айтказинова. Изучение горно-геологических условий месторождения Акжал	468
М.А. Таңірбергеннова, Г.М. Қырғызбаева. Тау-кен қазбаларына жақын контурлық массив деформациясының заңдылықтарын анықтау	472
Ж.Б. Толеуханова, Ы.Жақыпбек. Алматының экологиялық картасын құрастырудың әдістемесін талдау	475
Ә. Умаров, М.Н. Сандибеков. Сырымбет карьері беткейлерінің орнықтылығына әсер ететін факторлар	477
Ғ.М. Уразбаев, Ж.Т. Қожаев. Жердегі лазерлік сканерлерді қолдана отырып, құрылымдар мен ғимараттардың деформацияларын геодезиялық бақылау	481
Ғ.М. Уразбаев, Ж.Т. Қожаев. Тұрғын үй кешендерін салудағы геодезиялық жұмыстар	484
Г.Г. Устенбекова, Г.М. Кыргызбаева. Геокеңістіктік технологиялар негізінде сызықтық объектілерге арналған алгоритмдерді іске асырудың зерттеу әдістемелері	488
Қ.Б. Хожанов, С.Т. Солтабаева ВІМ құрылыс кезінде лазерлік сканерді пайдалану	491
Р. Шульц, Э.О. Орынбасарова, Г.Н. Махметова, Р.А. Ахметов. Общая характеристика и сравнительное исследование методов интерполяции	494
З.Р. Юнусова, Ж.Д. Байгулин. Мониторинг бортов карьера Актогай с использованием системы GEOMOS	498
Ж.М. Юсупов, А.А. Токтаров. Обоснование устойчивости бортов карьеров при открытых горных работах	503
В. Myngzhassarov, R. Schultz. Geodetic construction support of the north Caspian sea channel with berthing facilities	507
I. Tamošiūnaitė, A. Arlauskas. Evaluation of changes in the surface of a closed landfill by geodetic and photogrammetric methods	511
S.E. Tirzhanova, Kozhayev Zh.T Potential of using InSAR techniques for mining fields monitoring in republic of Kazakhstan	515
R.Schultz, T.Turumbetov. Geodesic support of exploratory operations at the eastern Saryoba field	518
А.Б. Ахметжан, Кыргызбаева Г.М. Геоақпараттық жүйенің жалпыланған деректерін талдау принциптері бойынша геоақпараттық технологиялардың негіздемелері	522
М. Базархан, А. Шампикова Акжал карьеріндегі маркшейдерлік жұмыстарда заманауи аспаптарды қолдану	526
А.Т. Иманғалиев, З.О. Дүкенбаева Тарихи тұлғалар тағылымы: Қаныш Сәтбаев және Ақжан Әл-Машани	530

***Секция «Повышение геологической изученности территории и восполнение минерально – сырьевого комплекса Республики Казахстан»***

Ж.А. Аканова, Э.М. Кульдеева Особенности проведения инженерно-геологических изысканий для гидротехнических сооружений в сложных природных условиях	535
Е. А. Асетова, В.А. Завалей. Покровский кенорнының гидрогеологиялық жағдайларын зерттеу.	538
А.А. Әлменов, А.К. Садыкова, Э.М. Кульдеева. Особенности проведения поисково- разведочных работ в Западно- Казахстанской области( Акжайыкский район – Битик, Зеленовский район – Щапово, Таскалинский район – Калмакшабын)	542
Әкебек Ғазизқызы, Э.М. Кульдеева. Ақмола облысы Горькое ауыл шаруашылық орталығын ауыз сумен қамтамасыз ету үшін жер асты суларын алдын ала барлау және бағалау.	547
А.Б. Бекмағанбетова, С.К. Умиршин. Оңтүстік маңғышлақтың юраға дейінгі түзілімдерінің мұнайгаздылығының перспективалары және геологиялық құрылымы	549
З.А. Бекмухаметова, А.Т. Мухамедьянова, Ф. С. Хагаг. Сланцевая нефть. За или против	553
Т.С. Джарасова, Н.А. Еремін Применение умных скважин	558
Н.Е.Елеукулов, Т.А. Енсепаев. Доразведка и определение перспектив нефтегазонасности доюрских отложений на месторождениях поздней стадий разработки в пределах Южно-Мангышлакского прогиба	562
Г.Т. Енсепаев, Д.Н. Нурланов, С.К. Умиршин Определение смещения запасов нефти в межсводовом пространстве на примере месторождения Ащисай, Южно-Торгайской впадины.	565
А.Б.Ерболат, Г.Ж. Жолтаев Арысқум оймасының даму сатылары	568
Н.М. Итемен С.М. Кан. Палеогидрохимический анализ условий формирования и размещения промышленных рассолов	572
А.К. Кайсар, Э.М. Кульдеева. Гидрогеологического доизучения с инженерно-геологическими исследованиями Жамбылской области, в связи с антропогенной нагрузки	575
М.Калитов, В.А. Завалей. Анализ условий эксплуатации полигона захоронения промышленных	579

стоков Чинаревского нефтегазоконденсатного месторождения	
Ш.А. Кулбекова, К.Е. Изтурганов, А.Е. Жақып, М.М. Альжигитова, М.Р. Заппаров. Алматы	583
агломерациясындағы қауіпті геологиялық процесстер: зерттеу, бақылау және ескерту	
А.С. Кыдырбаев, С.А. Нигматова. К вопросу о геологической истории формирования Устюрт-	587
Бозашинского бассейна	
Д.С. Марат, А.Т. Мақыжанова. Изучение гидрогеологических условий водоносного нижне-	591
среднечетвертичного бакино-хазарского морского горизонта ( $m^b Q_I + m^{hz} Q_{II}$ )	
М.М. Нургалиева, В.А. Завалей. Переоценка эксплуатационных запасов подземных вод в Жанайском	594
месторождений	
С.М. Нұрлыбай, А.Т. Мақыжанова. Қазақстанның батыс бөлігіндегі жерасты сулары ресурстарының	598
калыптасу заңдылықтары, олардың су мен гидрохимиялық ағындары және гидрогеоэкологиялық	
пайдалану жағдайларын жақсарту	
С.Н. Нұрмуханбет, А.Т. Мақыжанова. Қапшағай су қоймасы аумағының гидрогеологиялық және	602
жағдайы	
Ж.А. Онласынов, Л.В. Шагарова. Гидрогеологические условия орошаемых массивов	604
Мактааральского района	
С.В. Осипов, А.Ж. Исмагулова, Е.Ж. Муртазин. Исследования в области изучения процессов	608
кольматации в основаниях инфильтрационных бассейнов при искусственном восполнении	
подземных вод в Казахстане	
Панаева Аружан, В.А. Завалей. Основные критерии и показатели количественной и качественной	613
оценки геотермальных ресурсов	
А.Б. Садуов, Е.Е. Тайкулаков. Выявление геологических структур с применением математических	616
уравнений в интерпретации данных магниторазведки, Чу-Сарысу.	
А.М. Сағатбек, М.Р. Заппаров. Ауыл шаруашылығына пайдаланудағы шу сарысу артезиан	619
бассуінінің динамикасы.	
С. Н.Сматқызы, Ерікұлы Жайық. Жамбыл облысының Шу ауданындағы суармалы жуктемедегі	623
жерасты суларының режимін зерттеу	
А. Сәрсенбекқызы, Заппаров.М.Р. Қызылқұм ирригациялық сілемінің жер асты сулары режимінің	627
калыптасуы	
Д.С. Сапарғалиев, Р.А. Нурпеисов, Ж.М. Тайкенов, Е.Ж. Муртазин. Запасы подземных вод меловых	631
отложений Жемского артезианского бассейна в Актюбинской области	
А.К. Сұлтан, Е.С. Ауелхан. Буденов кенорнының топырақ ерекшеліктері	635
А.Г.Танирбергенов, Е.С. Жумағалиев, Д.Б. Бакытбеков. Численное исследование влияния вязкости	639
подсолевого слоя на рост соляных куполов –природных ловушек нефти и газа	
Ж.Т. Тлеуова, М.А. Мухамеджанов. Роль эколого- гидрогеологической системы в гидролитосфере	643
Токтар Әлия, Е.В. Сотников. Геолого-гидрогеологические аспекты подтопления застроенных	648
территорий города Павлодар	
Д.А.Тулебаев, Е.С. Ауелхан. Изучение гидрогеологических условий города Тараз, в связи с	654
антропогенной нагрузки	
Ш.Т.Турдахунова, Э.М. Кульдеева. Исследование условий формирования подбарханных линз	657
пресных подземных вод как источников локального водоснабжения	
А.А. Уразбаева, Е.С. Ауелхан. Гидрогеологические исследования нефтегазового месторождения	662
Урихтау	
К.Т. Хусаинов, В.А. Завалей. Гидрогеологические условия Акбулакского месторождения подземных	667
вод	
К.А. Черкасова, В.М. Ибраимов, Ауелхан Е.С. Дренаж карьерного поля Актогайского	671
месторождения медно-сульфидных руд	
А.Ж. Жакибаева, Заппаров М.Р. impact of uranium mining using isl method on groundwater within the	676
suzak artesian basin	

### **Секция «Разработка рудных и нерудных полезных ископаемых»**

А.А. Адамчук, А.А. Шустов. Определение условий использования драглайнов при	678
формировании одноярусного отвала скальных пород	
А.А. Хорольский, В.Г. Гринев. Новые подходы к проектированию процессов освоения	682
месторождений полезных ископаемых	
А.А. Шустов, А.А. Адамчук. Обоснование метода расчета эксплуатационного коэффициента	687
вскрыши на примере бурогоугольного месторождения	
А.А. Икол. Вопросы переработки золы тэс	690
А.Балапанова, А.Е.Құттыбаев. Технологиялық процесстердегі тау жыныстары массивтерінің	693
жарықшақтылығының рөлі	

А.Б. Қыдырбай, Е. Бекболат, А.Е. Құттыбаев. «Аралтөбе» карьерінде бұрғылап аттыру жұмыстарын оңтайландыру	697
А.Б. Шоныбас, С.В. Турсбеков, Внедрение высокопроизводительных самоходных машин для повышения производительности при добычи хромовых руд на примере донского горно-обогатительного комбината	700
А.Жапарова, А.Е. Құттыбаев. Қоңырат карьерінде ор жолдарды салудағы Маркшейдерлік жұмыстар	703
А.Д. Исакова, Д.Т. Ивадилинова., Орталық қазақстанның тау-кен өндіру саласын дамыту перспективалары	707
А. Махаббат, А.Б. Бегалинов. Кенорнын желдетудің аэродинамикалық сипаттамаларына жарылыс сапасының әсері	710
А.М. Табылганов, А.Г. Сулайманова., Б.К. Бектур. Е.Т. Сердалиев. Обоснование применения метода контурного взрывания в условиях месторождения «Акбакай»	714
А.С. Оразхан, Д.А. Галиев. Ақпараттық технологияларды пайдалана отырып, минералдық шикізаттың сапасын басқару әдістері	718
В.А. Моисеев, С.Н. Лежнев, Современные предпосылки к применению систем разработки с поперечным расположением фронта работ при строительстве и эксплуатации карьеров	722
Е.А. Бубнова. Определение нарушенных и техногенных геологических сред	727
Е.А. Ворон, Е.В. Бабий Биологический способ рекультивации поверхности золошлаковых отвалов теплоэлектростанций	730
Ж.К. Кулбаева, М.Н. Сандибеков. Радиолокационный поиск скважин в стенках дренажного штрека	734
И.К. Ахметова, Ж.М. Дарибай, Е.Т. Сердалиев. Практика применения тросового анкера в условиях месторождения Акбакай	738
К.Т. Сахипова, К.Б. Сатыбалды, Б.К. Бектур. «ДНК» шахтасының терең горизонттарындағы хромиттерді қауіпсіз өндіруге арналған құранды геотехнологияның параметрлерін негіздеу	741
Л.К. Адильбекова, К.Б. Рысбеков, Управление подготовленностью запасов полезных ископаемых с учетом развития горных работ	745
М.Ж. Дарибаев, Б.Н. Алпысбай, М.Ф.Сұлтанов, А.С. Куантай. Тау-кен кәсіпорындарында жаңа техника мен технологияларды қолдану тәжірибесі	750
М. Сатанов. Н.О. Сарыбаев. Соколов –сарыбай карьерлері беткейлерінің орнықтылығын Маркшейдерлік қамтамасыздандыру	754
Н.Б. Хайруллаев, Е.Х. Абен. Исследование механической активации раствора при ПСВ урана	758
Н. Максұтов, А.Е. Құттыбаев. Қаражыра кен орнындағы тау-кен жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз ету	759
Н.С. Тоқсанбай, Т.М. Алменов. Шалқия кен орнының шарттарында тау-кен қазбаларын өту және бекітудің оңтайлы параметрлерін негіздеу	764
О.В. Грязнова, Х.А. Юсупов. Учет шихтовки руды при обосновании границы открыто-подземного способа добычи	767
О.В. Михайлова, С.Л. Кузьмин. Совершенствования технологии контурного взрывания в сарбайском карьере	770
Р.С. Назыров, С.В. Турсбеков. Система диспетчеризации leica	775
Ф.Қ. Тұрағұлова., Т.М. Алменов. Совершенствование методов крепления подземных сооружений в условиях Алматинского метрополитена	779
А.К. Salykbaev., D.K. Ahmetkanov, Application of Blasting Parameters for Presplitting Hard Roof with the Aid of Empty-Hole Effect	782

### **Секция «Актуальные задачи нефтегазовой и рудной геофизики»**

А.А. Исағали, А.Ж. Муханов, Г. К. Умирова. Эффективность технологий амплитудной инверсии при интерпретации данных сейсморазведки 3D	786
А. А. Сырым, Н. А. Нұрымов, А. Шарапатов. Результаты применения геофизических методов при изучении нефтегазоносных скважин (на примере месторождения Каламкас)	790
А.Е. Салауатова, А.Е. Абетов. Геологическое строение подсольевых отложений месторождения Айыршағыл	795
А.Р.Өмірбаева, Г.К.Умирова. Возможности применения электроразведки МТЗ при поисках месторождений нефти и газа на примере месторождения Каражамбас Северный	799
А.С. Жумагулов, А.Е. Абетов. Геохимические и гидрогеологические признаки нефтегазоносности средне-верхнепалеозойских отложений Шу-Сарысуской депрессии	803
А.С. Сулейменов, Н.Т. Бекбаева, С.А. Истекова. Геофизические исследования при построении седиментационной модели продуктивных горизонтов месторождений Южно-Торгайского	807

нефтегазоносного бассейна	
Ә.Н. Аманкелді, А.К. Сабержанова, К.С.Тогизов. Связь приповерхностных и глубинных структур земной коры рудного Алтая по данным комплексных глубинных геофизических исследований	812
Б.С. Аман, Ж. Г. Ермекбай, Л.Д. Исаева. Геофизические исследования скважин (ГК) на месторождении Сарыбулак (Северный Казахстан)	816
Г. А. Артуров, Г. К. Умирова. Методика определения пористости продуктивных горизонтов в меловом и юрском комплексах месторождения Каражанбас	820
Д.А. Дуйсенова, С.А. Истекова. Геофизические исследования при оценке перспектив газоносности Чу-Сарысуйской депрессии в Южном Казахстане	824
Д.С. Раушанбек, Р.Г. Темирханова. Роль и важность развития метрологического обеспечения ядерно-геофизических методов каротажа (ЯГМК) на урановых месторождениях пластово-инфильтрационного типа	828
Д.С. Каиров, А.Е. Абетов. Технология полевых сейсморазведочных работ МОГТ ЗД и методика обработки полученных данных по площади Жартобе	832
Е. Т. Мукашбеков, А. Шарапатов. Применение геофизических методов для оценки состояния гидротехнических сооружений (на примере земляной плотины)	836
И.А. Турдибаев, Р.Г. Темирханова. Влияние змс и глубины заложения ВВ на качество сейсмической записи на примере данных Шу-Сарысуйского осадочного бассейна	840
Н.Б. Жоныс, Д.Зинединов, Г.К. Умирова. Информативность комплекса геофизических методов при выделении зон, перспективных на полиметаллические и железо-марганцевые руды на месторождений полиметаллов центрального Казахстана	844
Н.Б. Оңайбек, С.А. Истекова. Особенности комплексной интерпретации геофизических данных для структурного картирования продуктивных нефтегазоносных горизонтов участка Кен-Ай-Ойл	848
Н. И. Есполова, Н. А. Асирбек, А. Шарапатов, Е. Е. Тайкулаков. Результаты интерпретации ядерных материалов как этап подготовки к сейсмофациальному анализу терригенных отложений-коллекторов Южного Мангышлака	853
Т. Б. Мендыбаев, Н. И. Есполова, М.С. Серікбай, Н. А. Асирбек, А. Шарапатов. Генерализованные геолого-геофизические сведения урановых месторождений Шу-Сарысуйской депрессии	859

#### ***Секция «Современное развитие технологий в обогащении полезных ископаемых и металлургии»***

Абдыкирова Г.Ж., Амангельды Т.М., Акказина Н.Т. Конверторлық шлақтың температуралық режимінің мыс және темір сульфид кристалдарының түзілу процесіне әсері	863
Абжамиева Н.Б., Рыспаева М.Б. Интенсификация процессов очистки сточной воды от угольного шлама методом ультрафлокуляции	867
Агибаева Д.Н., Мотовилов И.Ю., Ли Э.М. Исследование кинетики флотации свинцового цикла полиметаллической руды	872
Алтынбек А.Д., Бектай Е.К., Турысбекова Г.С., Шидерин Б.Н. Кинетика окисления железа в урановых растворах	876
Арстанова А.А., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю., Барменшинова М.Б. Изучение вещественного и гранулометрического состава свинцово-цинковой руды месторождения Шалкия	879
Бекишев А.К., Барменшинова М.Б. Изучение физико-механических свойств представительной пробы руды месторождения Космурун	883
Беркинбаева А.С., Тагаева А.Ж. Уран өндіруші ЖШС «Қаратау» кәсіпорынының қоршаған ортаға әсерін бағалау және табиғи-климаттық, геоэкологиялық сипаттамасы	887
Букпанов А.К., Телков Ш.А., Мотовилов И.Ю. Отработка технологии предварительного обогащения окисленной свинцово-цинково-баритовой руды открытой добычи карьера Западный с использованием гравитационных процессов	892
Дарибаева А.А., Муханова А.А. Совершенствование технологии селекции медно-молибденового концентрата с применением микроэмульсионных реагентов	896
Е.Ф. Дерид, Е.А. Оспанов, А.А. Шахалов, Л.А. Суворова, А.А. Жайсан. Разработка комплексной гидromеталлургической технологии переработки некондиционных медных концентратов и свинцовых пылей	900
Елмуратов А.Е. Выбор промывочного раствора для повышения сорбционной ёмкости сорбента	905
Ерен Е., Көшімбаев Ш.К. Мыс концентратын электрбалқытуға арналған шихта дайындау процесінің математикалық моделін құру	907
Ескалина К.Т., Кобыратбекова С.С., Brajendra Mishra	911
Экстракционное концентрирование золота из хвостов обогащения	
Файзулла О.Қ., Байгенженов Ә.С., Тойшыбек А.М. Титан диоксидін шаймалауға органикалық қоспалардың әсері	914
Горошилов А.И., Мотовилов И.Ю., Телков Ш.А. Исследование принципиальной возможности	918

разделения гравитационных концентратов железомарганцевой руды месторождения «Керегетас» с использованием процесса магнитной сепарации	
Гущин В.В. Исследование возможности интенсификации процесса сорбционного извлечения соединений урана	<b>922</b>
Ильясов А.Е., Байқоңырова Ә.Ә., Суримбаев Б.Н. Алтынды агитациялық және сорбциялық шаймалау бойынша зерттеулер	<b>925</b>
Исламов К.Б., Баймбетов Б.С. Электродиализ вольфрамата натрия	<b>929</b>
Қадырсызов Д.С. Барменшинова М.Б. Исследование сгущаемости медного концентрата с применением новых флокулянтов	<b>933</b>
Қали А.Ә., Бошқаева Л.Т., Ақубаева Д.М., Айдарханов Д.А., Маратов С.К. Үлкен Қаратаудың ванадийлі кварциттерін өңдеуге арналған белгілі әдістерді талдау	<b>936</b>
Камиев М., Сәрсенова М.С., Гусейнова Г.Д. Разработка и обоснование технологии переработки хромсодержащих шламовых отходов Донского Горно-Обогатительного Комбината	<b>940</b>
Карелин В.А., Ле Ш.Х., Карелина Н.В., Смороков А.А. Электролитический синтез титановых порошков во фторидных расплавах	<b>944</b>
Хумарбекулы Е., Алтмышбаева Ә.Ж., Гусейнова Г.Д. Исследование сорбции ионов тяжелых металлов сорбентами на основе модифицированных природных цеолитов из промышленных сточных вод	<b>949</b>
Мамбеталиева А. Р., Турысбеков Д.К. Амантаев Д.Т. Усовершенствование технологии флотации медно-молибденовой руды	<b>953</b>
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Мажитов Н.М., Жакупова Ж.Ж. Влияние доизмельчения пульпы на селективное разделение полезных компонентов от пустой породы при переработке тонковкрапленных руд	<b>956</b>
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Бегжан А.Б. Исследование флотационного обогащения медно-золотосодержащей руды месторождения «Коктасжол»	<b>960</b>
Мамбеталиева А.Р., Турысбеков Д.К. Заинабитдинов М.Д., Таймасова А.Н. Влияние пенообразователей при флотации Бозшакольской руды	<b>964</b>
Мырзабекова А.М., Рыспаева М.Б. Оценка общую энергию взаимодействия частиц минералов полимерными флокулянтами	<b>967</b>
Молдабаева Г.Ж., Сәулебекқызы Ш. Таймасова А.Н. Селен және теллур тиотұздарының түзілу кинетикасы	<b>973</b>
Мулик А., Қоныратбекова С.С. Изучение сорбции и десорбции золота из иодидных продуктивных растворов	<b>978</b>
Мырзабекова К.Д., Мамбеталиева А.Р., Акказина Н.Т. Интенсификация технологических процессов переработки руд Ақтоғайского месторождения	<b>981</b>
Нурдан М.Е., Муханова А.А. Особенности флотации бедной медно-молибденовой руды месторождения Ақтоғай с применением композиционных реагентов	<b>985</b>
Нурғалым Е.Н. Влияние ингибитора отложения солей на процессы выщелачивание и переработки при ПСВ урана	<b>989</b>
Омар Р.С, Телков Ш.А, Мотовилов И.Ю. Темірқұрамды кендердің гравитациялық байыту технологиясын зерттеу	<b>993</b>
Пернебеков Б.А. Исследования применения аммиачной воды в качестве реагента осадителя	<b>997</b>
Шаутенов М.Р., Акказина Н.Т., Ералиев А.А., Кошер Г.К. Вопросы золотоносности углей и продуктов их сгорания	<b>1001</b>
Шаутенов М.Р., Акказина Н.Т., Кошер Г.К. Исследования по переработке золошлаковых отходов с получением железосодержащего продукта	<b>1005</b>
Шаутенов М.Р., Акказина Н.Т., Қожабай Б.Н. Исследования гранулометрического состава и характера распределения редкоземельных элементов в редкоземельной руде Кундыбайского месторождения	<b>1009</b>
Смайлов Р.Е., Айдымбеков А.Б., Ахмет Ә.М. Интенсификация процесса сорбции путем изменения технологической схемы обвязки трейнов	<b>1012</b>
Смороков А.А. Фтораммонийное обогащение высококремнистого титанового сырья	<b>1016</b>
Таубашев С.Р. Барменшинова М.Б. Исследование влияния новых реагентов вспенивателей на обогатимость медно-молибденовой руды	<b>1018</b>
Темірғали І.А, Байгенженов Ә.С., Сәрсенова М.С. Асбест өндірісі қалдықтарынан никель өндіру	<b>1023</b>
Темірхан С.Ғ., Чепуштанова Т.А. Технологические исследования пирротинизирующего обжига окисленной свинцово-цинковой руды и промпродукта обогащения ТОО «КАЗЦИНК»	<b>1027</b>
Тойлыбеков С., Мамырбаева К.К. Мыстың негізгі сульфидті минералы – халькопиритті термиялық өңдеуге термодинамикалық талдау	<b>1031</b>
Тулепбергенов А.К., Мамырбаева К.К. Исследование процесса выщелачивания меди из бедных концентратов	<b>1036</b>

Янгитилавова Б.Х., Мотовилов И.Ю., Ли Э.М. Выделение золотосодержащего концентрата из полиметаллической руды с использованием центробежного концентратора фирмы «Knelson»	1041
Юсупова Ж.А., Молдабаева Г.Ж. Переработка упорных золотосодержащих концентратов Казахстана по технологии «Альбион»	1045
Е. Жанатұлы, И.Ю. Мотовилов. Изучение вещественного состава и физико-механических свойств руды месторождения Коктасжал	1049
Himanshu Tanvar, Brajendra Mishra. Acid Washing of Bauxite Residue to Produce Materials for Industrial Applications	1050
M. Tokarewicz, M. Gradzka-Dahlke. Effect of heat treatment on the structure of the Al <sub>0.5</sub> CrCoFeNi high entropy alloy	1056

***Секция «Фундаментальные науки - как теоретическая и экспериментальная база генерации и трансферта высоких технологий»***

Ә. Айдар, Е.М. Хайруллин. Двухмерная граничная задача тепло-и массообмена с нормальными производными третьего порядка в граничном условии.	1062
З. Мажит, А.Т. Темиралиев. Исследование процессов в кварк-глюонной плазме	1066
М.Д. Тунгушбаева, Р. Е. Бейсенов, А. У. Толенова, Е. А. Кожамсугиров. Технология получения чистой «пищевой соли NaCl» с применением сорбционных технологии по аналогии с «урановым производством».	1070
Д.Е. Ниятхан, А. Б. Лесбаев. Механикалық балқыту әдісі туралы	1074
A.A. Imash, S.K. Kunakov. Chemical kinetics of monosilane plasma SiH <sub>4</sub> : H <sub>2</sub> in an electric discharge and the electron energy distribution on the plasma enhanced chemical vapor deposition of amorphous silicon	1078

***Секция «Перспективы и инновации в материаловедении и нанотехнологии»***

А. Әбдік., Ә. Күзембай, А. Серикпаева, М.Ш. Исмагулова, Х.Р. Майлина, А.В. Паничкин	1082
Удельное электрическое сопротивление равновесных твердых растворов водорода в ниобии и тантале	
Н. Бахытулы, Д.У. Смагулов, А.К. Кенжегулов. Получения углеродных нанотрубок методом облучения микроволнами	1087
А.Б. Қамбарова. Синтез наночастиц магнетита заданных размеров методом химического осаждения	1091
Е.Ю. Кедрук, М.Б. Айтжанов, Ж.У. Палтушева, Л.В. Гриценко, Х.А. Абдуллин. Влияние термической обработки на фотокаталитические свойства наностержней оксида цинка	1094
Кудабаева М.А., Рягузов А.П., Бахытулы Н. Исследование структуры и электронных свойств кремния, содержащего аморфные алмазоподобные углеродные пленки	1098
Ж.У. Палтушева, Л.В. Гриценко. Применение наноструктурированного оксида цинка в биосенсорных устройствах	1101
А.А. Кенжебаева. Получение эффективных фотокаталитических систем методом электроформования и их использование для разложения воды	1105

***Секция «Технологическое оборудование для горно-металлургической и нефтегазовой отраслей промышленности, транспорт и логистика»***

С.Е. Абдусайтов, А.А. Каипова. Термомеханикалық өңдеу кезінде аз легіріленген болаттардың жоғары беріктігін зерттеу	1109
А.Р. Акимжанова, Б.С. Бейсенов. Исследование механических параметров литейных силиконов	1114
Ж.А.Амангелді, Б.С. Абилянович. Технологиялық жабдыктарға техникалық қызмет көрсету және жөндеу үрдістерін жетілдіру	1118
Ұ.М. Ануарбек, Қ.А. Лайық. Ұсақтап-уату жабдығының сенімділігін бақылау жүйесін гидрокомпенсация қондырғылары арқылы арттыру	1122
О.Ә. Ахметжан, Г. М. Омар, Б.А. Мырзахметов. Флотациялық машиналарды пайдалану және жоспарлы техникалық қызмет көрсету кезіндегі байпастық жүйенің негізгі артықшылықтары	1127
М.Е.Базаров, С.А. Заурбеков, Д.Махамбеталиев. Обустройство нефтяных месторождений оборудованием для насосной добычи с применением штанговых скважинных насосных установок	1131
Е.М.Балтаев, Т.С.Әуезов, К.Р. Ашимович. Дискілі пышағы бар экскаваторды пайдалана отырып, ғимараттарды жинауда және бөлшектеудің технологиялық процесінде қауіп түрлерін зерттеу	1135
А.Е.Бейсенғазы, Б.З. Калиев. Кәсіпшілік жинау және дайындау жағдайларында төмендету үшін резервуарлардағы мұнайдың жеңіл фракцияларының шығындарын зерттеу	1140
Д.Г. Баллова, Г.С. Муханова. Цифровые инновации 2020 года	1144
А.И. Демеу, С.А. Бортебаев. Илемдеу орнақтарының жұмыс тиімділігін арттыру үшін илемдеу	1148

урдісінің энергоқуштік параметрлерін модельдеу және зерттеу Елеусиз А.Е., Ахметова Ш.Д. Модернизация конструкции грузонесущего конвейера для машиностроительных заводов	<b>1153</b>
Е.Е. Жандар, А.А. Каипова, У.К. Какимов. Үлкен диаметрлі құбырларды өндіру үшін болатты термомеханикалық өңдеу технологиясына шолу	<b>1156</b>
Р. А. Жандаров, И. Н. Столповских. Исследование фильтрующих материалов, используемых в процессе фильтрации урановых суспензий	<b>1159</b>
Б.Д.Желеуов, С.А. Заурбеков, А.Казамбаева. Технические средств для очистки забоев нефтяных скважин	<b>1163</b>
А.Б.Зайнитден, И.Н. Столповских. Мыс-никель кендерін дайындауда електің динамикалық параметрлерін құру	<b>1167</b>
Р.М. Ибрагимов, Б.А. Мырзахметов. Проблемы и пути утилизации шахтного метана при разработке угольных месторождений Республики Казахстан	<b>1171</b>
А.Е. Игбаева, Д.Д. Басканбаева, К.К. Елемесов. Корпустық бөлшектерді балқытуға арналған қалыптарды дайындау технологиясын жетілдіру	<b>1175</b>
Д.Е. Крамсаков, И.Н. Столповских. Обоснование и выбор динамических параметров вращательно-подающего механизма карьерного бурового станка	<b>1180</b>
Д.Е.Кыдырбекова, Г.С. Муханова. Влияние COVID-19 на глобальные цепи поставок	<b>1184</b>
А.Б. Мамышев Т.Д. Карманов. Анализ влияния физических характеристик нефти на трубопроводный транспорт	<b>1188</b>
Ш.А.Мелдехан, Т.Д. Карманов. Применение технологии интеллектуальных скважин при одномоментно-раздельной эксплуатации многоярусно залегающих месторождени с целью повышения дебита нефти	<b>1191</b>
Г.Т. Мендіғалиева, Қуандықов Т.А. Өзен кен орны жағдайында батырылатын электрлік ортадан тепкіш сораптарын пайдалану тиімділігін арттыру бойынша іс-шараларды зерттеу және әзірлеу	<b>1196</b>
Ә.Н. Мұрапбай Б.С. Бейсенов. Исследование влияния крупных фракций на механические свойства полимербетонов	<b>1200</b>
А.Н. Мырзалы, М.Б.Тышқанбаева. Ақтау портының жүк әлуетінің инфрақұрылымы	<b>1204</b>
Н.Н. Сабетов, Г.С. Муханова. Алматы қаласы метрополитенінің автожүргізу жүйесінің негізгі мәселелері мен ерекшеліктері	<b>1208</b>
Л.Б. Сағатова, С.А. Бортебаев, К.К. Елемесов. Методика обработки эксплуатационных данных цифрового мониторинга центробежных агрегатов	<b>1211</b>
Г.Н. Сағынтаева, И.Н. Столповских, А.Е. Утегенова Конструктивные особенности лент для крутонаклонных конвейеров	<b>1215</b>
М.Т. Серікбаева. Б.С. Абиляханович. Сандық технологияларды қолданып ұсақтау жабдықтары жұмысының сенімділігін бағалау	<b>1219</b>
М.К.Ташмет, И.Н. Столповских. Разработка принципов прогнозирования и управления изнашиванием деталей погрузочно-доставочных машин	<b>1221</b>
А.Б. Ташмуханбетов, М.Э. Гапурхаев. Ш.Д. Ахметова. Система раздаточной коробки	<b>1225</b>
Д.Х. Хайруллаев, Б.С. Бейсенов, Е.Е. Сарыбаев. Разработка и исследование параметров пневмобаллонного привода с прерывистым (пошаговым) циклом движения в качестве вспомогательного привода барабанных мельниц	<b>1230</b>
Ш.М. Шындалы. Қазақстандағы теміржол контейнерлік жүк тасымалы: мәселелері мен шешімдері	<b>1233</b>
М. А. Akimgali. Infrastructure of the Altynkol station	<b>1236</b>

***Секция "Исследования в области возобновляемых источников энергии и космических технологий"***

К.П. Аймаганбетов, Н.Ф.Чучвага, В.Круглов, С.Базарбаев, Ю.Тараканов, Д.В.Гирин, В.В.Клименов, Н.С.Токмолдин, Токмолдин С.Ж. Разработка автономного фотоэлектрического генератора и светодиодного имитатора солнечного излучения	<b>1240</b>
К.А. Аргынова, Ж.Т. Садыков. Распознавание треков частиц по снимкам ядерной эмульсии используя методы компьютерного зрения	<b>1241</b>
Б.А. Байтимбетова, Ю.А. Рябикин. Изучение функциональных групп графеновых структур методом ИК-спектроскопии	<b>1243</b>
Б.А. Байтимбетова, Ю.А.Рябикин. Структура свойства графеновых лент	<b>1246</b>
Т.К.Идрисова, Т.Х. Садыков, В.А.Рябов. Использование модернизированного оборудования	<b>1248</b>

«ИНКА-55» для регистрации гамма лучей с энергией больше 0,5 ТэВ	
Б.А. Исаков, Т.К. Идрисова, Е.М. Таутаев. Изучение сейсмической активности с помощью космических лучей	<b>1251</b>
Д.О. Кантарбаева. Физико-техническому институту – 30 лет	<b>1255</b>
А.Е. Кемелбекова, Д.М. Мухамедшина, Ю.М. Спивак, В.А. Мошников, К.А. Мить. Обзор роста наностержней оксида цинка на пористом кремнии методом термического испарения	<b>1258</b>
Д.О. Мурзалинов, А.И. Федосимова, И.А. Лебедев, С.А. Ибраимова, Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь. Инфракрасные спектры образцов SiO <sub>2</sub> /Si, облученных быстрыми ионами	<b>1262</b>
Ж.Б. Омарова, Б. Нурбаев, С.Р. Жантуаров, Н.С. Токмолдин. Анализ моделирования характеристик солнечного элемента на основе перовскита с помощью программы SCAPS-1D	<b>1265</b>
Б. Суйеш, К. Аскарулы, М. Елеуов, С. Азат, К. Хасенова. Исследование емкости катодного материала литий-ионных аккумуляторов на основе LiNiCoMnO <sub>2</sub>	<b>1269</b>
Н.М. Томпакова, А.С. Серикканов, Е.А. Дмитриева. Исследование влияния кратковременного воздействия плазм восстановительного, окислительного газов на состав и структуру тонких пленок диоксида олова (IV)	<b>1273</b>
А.И. Федосимова, И.А. Лебедев, С.А. Ибраимова, Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь, Д.О. Мурзалинов. Возможность применения методики корреляционных кривых к данным экспериментов АТЭС И РАМЕЛА для увеличения точности измерения энергии частиц и ядер выше 10 <sup>12</sup> эВ	<b>1277</b>
К. Хасенова, К. Аскарулы, С. Азат, М. Елеуов, Б. Суйеш. Синтез SiO <sub>2</sub> из рисовой шелухи в качестве анодного материала для литий-ионных батарей	<b>1281</b>
Н.А. Чучвага, Н.М. Кислякова, Н.С. Токмолдин, Б.А. Рақыметов. Поиск и оптимизация рецептов влажной химической обработки кремниевых пластин	<b>1285</b>

***Секция «Инновационные технологии для реализации в металлургической отрасли РК»***

Б. Е. Абдикерим, Б.К. Кенжалиев, Т.Ю. Суркова, А.Н. Беркинбаева, З.Д. Досымбаева. Сорбция урана органоминералом на основе шунгита	<b>1289</b>
Н.Н. Абдылдаев, А.К. Койжанова, Е. Магад, Д.Р. Магомедов. Исследование гидрометаллургического метода извлечения меди из упорных руд	<b>1293</b>
С.Б. Дюсенова, Л.М. Имангалиева, А.И. Манапова, А.Қ. Несіпбай. Способ подготовки гиббсит-каолинитовых бокситов перед обогащением	<b>1297</b>
А.М. Есенгазиев, А.А. Ультаракова, К.К. Касымжанов, О.Х. Улдаханов. Фтороаммонийная переработка кека от выщелачивания шламов титаномагниевого производства с извлечением диоксида титана	<b>1302</b>
Д.Е. Оралганова, М.Н. Кадылбекова, Комбаев К.К. Үздіксіз құю машиналарының технологиясын екінші қайталама салқындату аймағында дайындаманы радиалды-ығыстырып жұмсақ қысумен жетілдіру	<b>1306</b>
Т.Е. Рымканова, С.Б. Дюсенова, Л.М. Имангалиева, А.К. Касымжанова. Переработка железистых песков глиноземного производства с получением железооксидных пигментов	<b>1310</b>
Р.С. Сейсембаев, С.М. Кожахметов, С.А. Квятковский, Л.В. Соколовская, А.С. Семенова. Извлечение благородных металлов из штейнов, полученных сократительной пирометаллургической селекцией	<b>1314</b>
Н.Р. Тимирбаева, А.С. Байсанов, А.З. Исагулов, О.В. Заякин. Исследование свойств шихты для выплавки титансодержащих ферросплавов карботермическим способом	<b>1318</b>
М.Т. Чукманова, А.В. Паничкин, А.А. Мамаева, Б.К. Кенжалиев, Ж.Ж. Алибеков. Выбор связующих для литейных форм на основе оксида иттрия, применяемых при литье титановых сплавов	<b>1321</b>
М.А. Dyussebekova, S.A. Kvyatkovskiy, L.V. Sokolovskaya, A.S. Semenova. Effective methods of depletion of liquid slags of autogenous smelting of copper sulfide concentrates	<b>1325</b>