

зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан 04.04.2013 г.  
 Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания 13508-Ж.

Издается с января 2003 г.

Приказом №290 от 26.06.2022 г. Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК внесен в перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности.

*В журнале публикуются материалы, отражающие состояние и перспективы развития геологии, горного дела и металлургии не только в нашей стране, но и за рубежом. Журнал освещает проблемы охраны труда и техники безопасности, экономики, подготовки кадров и других вопросов, связанных с горно-металлургическим комплексом. В журнале представлены статьи прикладного характера, результаты фундаментальных исследований, служащие основой для новых технических разработок.*

*При перепечатке материалов ссылка на Горный журнал Казахстана обязательна. Ответственность за достоверность сведений в публикуемых статьях и рекламных материалах несут авторы и рекламодатели. Мнение редакции не всегда может совпадать с мнением авторов.*

Адрес редакции:  
 050026, г. Алматы, ул. Карасай батыра, 146, оф. 401,  
 +7 (747) 343-15-02  
[minmag.kz](http://minmag.kz)

Представитель журнала на специализированных мероприятиях – Общество с ограниченной ответственностью «Маркетинг от Тимченко»

Представители журнала:

Республика Узбекистан –  
**ШЕРЗОД ВАФО-ОГЛЫ КАРИМОВ**  
[karimov20-13@mail.ru](mailto:karimov20-13@mail.ru)

Российская Федерация, Москва –  
**ИРИНА ЯРОПОЛКОВНА ШВЕЦ**  
[shvetsirina@yandex.ru](mailto:shvetsirina@yandex.ru)

Российская Федерация, Сибирский регион –  
**ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ШАПОШНИК**  
[shaposhnikyury@mail.ru](mailto:shaposhnikyury@mail.ru)

Периодичность 12 номеров в год

Тираж 1500 экземпляров

ISSN 2227-4766

Подписной индекс 75807 в каталогах:  
 АО «Казпочта»,  
 ТОО «Агентство «Евразия пресс»

Подписано в печать 25.12.2024 г.

Отпечатано:  
 «Print House Geronа»  
 ул. Сатпаева 30А/3, офис 124  
 тел: + 7 727 250-47-40,  
 + 7 727 398-94-59,  
 факс: + 7 727 250-47-39

УЧРЕДИТЕЛЬ И СОБСТВЕННИК  
 ТОО «Научно-производственное  
 предприятие «ИНТЕРРИН»



Главный редактор  
 М.Ж. БИТИМБАЕВ, [mbitimbaev@mail.ru](mailto:mbitimbaev@mail.ru)

Заместитель гл. редактора  
 Л.А. КРУПНИК, [leonkr38@mail.ru](mailto:leonkr38@mail.ru)

Заместитель гл. редактора  
 Х.А. ЮСУПОВ, [yusupov\\_kh@mail.ru](mailto:yusupov_kh@mail.ru)

Ответственный редактор  
 Т.С. ДОЛИНА, [Tatyana.Dolina@interrin.kz](mailto:Tatyana.Dolina@interrin.kz)

Редакционная коллегия:

**Fathi Habashi** (Canada), Dr. techn. [Vienna], Dr.h.c. [St. Petersburg],  
 Dr.h.c. [National Tech Univ, Lima], Dr.h.c. [San Marcos Univ, Lima]

**Fidelis Tawiah Suorineni**, PhD, Professor of Mining Engineering

**Барменшинова М.Б.**, канд. техн. наук, ассоц. профессор

**Бекботаева А.А.**, PhD, ассоц. профессор

**Белин В.А.**, д-р техн. наук, профессор (Россия)

**Бондаренко В.И.**, д-р техн. наук, профессор (Украина)

**Буктуков Н.С.**, д-р техн. наук, профессор, академик

**Воробьев А.Е.**, д-р техн. наук, профессор (Россия)

**Галиев С.Ж.**, д-р техн. наук, профессор

**Демин В.Ф.**, д-р техн. наук, профессор

**Едильбаев А.И.**, д-р техн. наук

**Жанибеков Б.О.**, д-р философии геол.-мин. наук, доцент

**Каплунов Д.Р.**, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель  
 науки и техники (Россия)

**Каримов Ш.В.**, PhD (Узбекистан)

**Лось В.Л.**, д-р геол.-минерал. наук, профессор

**Молдабаев С.К.**, д-р техн. наук, профессор

**Насиров У.Ф.**, д-р техн. наук, профессор (Узбекистан)

**Нифадьев В.И.**, д-р техн. наук, профессор

**Нурпеисова М.Б.**, д-р техн. наук, профессор

**Ольшанский Е.Н.**, член-корреспондент МАИН

**Петров Е.А.**, д-р техн. наук, профессор

**Ратов Б.Т.**, д-р техн. наук, профессор

**Рысбеков К.Б.**, канд. техн. наук, профессор

**Столповских И.Н.**, д-р техн. наук, профессор

**Тамбиев П.Г.**, канд. техн. наук

**Туробов Ш.Н.**, PhD, доцент

**Хайитов О.Г.**, д-р геол.-минерал. наук, профессор

**Хамидов Р.А.**, PhD, доцент

**Шодиев А.Н.**, д-р техн. наук, доцент

**Чепуштанова Т.А.**, PhD

® – статья на правах рекламы

ⓘ – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

- 3 Колонка главного редактора
- Взрывное дело**
- 4 *Е.Т. Сердалиев, \*Е.Е. Искаков, Б.А. Бахрамов, Ж.Г. Кенесов*  
Оптимизация дробления руды при разработке золоторудных месторождений открытым способом
- Геология**
- 11 *Г.Ж. Жолтаев, \*З.Т. Умарбекова, А.А., Ш.Д. Минискул, Р.А. Аманбаев*  
Формирование и перспективы Архарлинского золоторудного узла
- Геомеханика**
- 18 *И.Д. Арыстан, \*А.К. Матаев, А.М. Хамзе, Т.С. Ибырханов*  
Изучение механических свойств руды и пород рудных месторождений с оценкой природного поля напряженного состояния массива
- 27 *D. Ivadilina, \*A. Rymkulova, A. Makasheva, Andrii Smirnov*  
Substantiating inter-chamber pillar parameters when developing inclined bedding
- Горные машины**
- 35 *\*Д.Д. Басканбаева, К.К. Елемесов, Ж.К. Татаева, Л.Б. Сабирова*  
Тау-кен өнеркәсібі саласындағы газкомпрессорлық агрегаттар үшін қысымды реттеу процесін оңтайландыру үрдісі
- Бурение скважин**
- 41 *\*Ж.С. Сарқұлова, Р.Ж. Оразбекова, Г.А. Исенғалиева, Ф.Т. Балмаганбетова*  
Цифрлық трансформация: ұңғыларды бұрғылаудағы жасанды интеллект пен автоматтандыру рөлі
- Геоэкология**
- 49 *\*Е.З. Букаев, Ф.К. Нурбаева, Е.Д. Муралев*  
Перспективы утилизации отходов добычи известняка-ракушечника путем переработки в новые материалы
- Нефтегазовое дело**
- 55 *\*В.Н. Hodzhanova, G.Zh. Abdusheva, D.B. Yakupova*  
Features of geographical distribution of oil and gas fields in the West Kazakhstan region
- Юбилей**
- 62 Арыстан Ибатолла Дайырұлы (к 85-летию со дня рождения)
- 63 Нариман Жалгасұлы (к 85-летию со дня рождения)
- 65 Статьи, опубликованные в 2024 году
- 72 Требования к оформлению и условия предоставления статей

## КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат  
Жакупович  
Битимбаев**  
*главный редактор*

*Дорогие коллеги!*

*Уважаемая редколлегия!*

Мы с вами прошагали еще один год в обстановке мира и благополучия. Наш родной Казахстан отметил очередной День Независимости, которая складывается в трудах и событиях. Мы живем в беспокойное время, и обстановка требует от руководства государства, и от нас и неустанного труда, и бдительности, и выбора пути нашего развития. В первую очередь, конечно, все зависит от нас самих, и об этом четко и конкретно прописано в Обращении Президента Касым-Жомарта Кемелевича Токаева к народу Казахстана в связи с праздником.

Успехи нашей Родины будут всегда предсказуемыми и долгосрочными, если наши взаимоотношения с остальным миром, в первую очередь, с соседями – братскими государствами Средней Азией, Россией и Китаем будут строиться на основе взаимопонимания и равноправия.

И конечно, наша обеспеченная и спокойная жизнь зависит от состояния экономики, в которой особое место занимает горно-металлургический комплекс, получающий в последние 2-3 года новый импульс в векторе своего развития и в геологоразведочной отрасли, и в сфере законодательства в области недропользования, и в постоянной модернизации действующих мощностей, и в становлении в строй новых предприятий.

Примеров тому достаточно, начиная с открытия новых месторождений в медной, полиметаллической, золоторудной и редкоземельной направлениях.

Действующие как один из лучших в мире как по мощности, так и технологической оснащенности горно-обогатительные подразделения Актогая и Бозшаколя в АО «Kazminerals», и самый крупный в мире подземный хромовый рудник «Болашак», который запустил в работу в канун нашего национального праздника наш Президент, и открытие геологами самого крупного в мире месторождения редкоземельных металлов в Карагандинской области, и перспектива освоения нового железо-медно-молибдено-золото-редкоземельного месторождения Жумагул, равного нынешнему Жезказгану, и успехи ТОО «Казцинк» в трудных условиях исчерпания запасов Малеевского месторождения, и устойчивая работа железорудных предприятий во главе с Темиртау и Рудненским производственным узлом, и продолжающийся рост УКТМК и золоторудной отрасли, и намечающееся окончание строительства обогатительной фабрики на базе месторождений Шатырколь и Жайсан, и развитие Жыландинского рудного узла в ТОО «Корпорация «Казахмыс», и достижения алюминиевой подотрасли – все перечисленные объекты нашего экономического могущества являются гордостью наших производителей и ученых.

В преддверии Нового, 2025-го Года, поздравляю всех тружеников на производстве, в области науки и в проектных организациях, рабочих и инженерно-технический персонал с этим светлым праздником, желаю здоровья и счастья, благополучия и успехов в нашем тяжелом и благородном труде на благо Родины и ее народа!

*С Новым Годом!*

Код МРНТИ 52.13.17:52.13.21

Е.Т. Сердалиев<sup>1</sup>, \*Е.Е. Исакаев<sup>1</sup>, Б.А. Бахрамов<sup>1</sup>, Ж.Г. Кенесов<sup>2</sup><sup>1</sup>Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),<sup>2</sup>Товарищество с ограниченной ответственностью «НПП ZERDE» (г. Алматы, Казахстан)

## ОПТИМИЗАЦИЯ ДРОБЛЕНИЯ РУДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

**Аннотация.** В статье представлены результаты исследований по оптимизации работы системы «буровзрывные работы – дробильный комплекс». Приведены результаты анализа, выявляющие несоответствие между характеристиками взрывных работ и процессом дробления рудной массы на примере рудника «Пустынное». Установлено, что гранулометрический состав рудной массы затрудняет эффективное выполнение энергоемкого процесса дробления. Для повышения эффективности и оптимизации работы системы «буровзрывные работы – дробильный комплекс» предложено осуществлять районирование взрывных зон месторождения на основе крепости и структуры горных пород. Разработаны модели оптимального взаимодействия элементов системы, что позволяет значительно улучшить гранулометрический состав отбитой руды, повысить производительность и оптимизировать грансостав дробленого продукта для последующих технологических процессов.

**Ключевые слова:** карьер, буровзрывные работы, гранулометрический состав, модель, эффективность.

### Алтын кенорындарын ашық әдіспен игеру кезіндегі кеннің ұсатылуын оңтайландыру

**Андатпа.** Мақалада «бұрғылау-жару жұмыстары – ұсату кешені» жүйесінің жұмысын оңтайландыру бойынша зерттеу нәтижелері ұсынылған. «Пустынное» кенішінің шарттарында жару жұмыстарының нәтижелері мен кен массасын ұсатудың көрсеткіштерінің үйлесімділігін көрсететін талдау нәтижелері келтірілген. Кен массасының кесекті құрамының энергияны көп қажет ететін ұсату процесін тиімді жүзеге асыруға мүмкіндік бермейтіні анықталған. «Бұрғылау-жару жұмыстары – ұсату кешені» жүйесінің жұмысын жақсарту және оңтайландыру үшін кенорының жару аймақтарын таужыныстарының беріктігі мен құрылымына қарай аймақтарға бөлу ұсынылады. Жүйе элементтерінің өзара әрекеттесуінің оңтайлы үлгілері жасалады, бұл жарылған кеннің кесекті құрамын едәуір жақсартуға, өнімділікті арттыруға және өңдеу процестеріне арналған ұсатылған өнімнің кесекті құрамын оңтайландыруға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** карьер, бұрғылау-жару жұмыстары, кесекті құрамы, модель, тиімділік.

### Optimization of ore crushing in open-pit gold mining

**Abstract.** The article presents the results of research aimed at optimizing the performance of the «drilling and blasting – crushing complex» system. It provides an analysis demonstrating the mismatch between blasting results and the crushing of ore material, using the «Pustynnoe» mine as an example. It was found that the particle size distribution of the ore material does not allow for the efficient execution of the energy-intensive crushing process. To improve and optimize the performance of the «drilling and blasting – crushing complex» system, it is proposed to zone the blasting areas within the deposit based on the strength and structure of the rock mass. Models of optimal interaction between the system's elements have been developed, enabling a significant improvement in the particle size distribution of the fragmented ore, an increase in productivity, and the optimization of the crushed product's particle size for processing operations.

**Key words:** open-pit mine, drilling and blasting, particle size distribution, model, efficiency.

### Введение

Золоторудные месторождения, как правило, сложены крепкими породами [1, 2, 3, 4, 5]. После разрушения взрывом для дальнейшей переработки породы проходят стадию дробления в дробильных установках различных типов. Основной принцип разрушения горной породы в дробилках заключается в приложении внешних механических сил, превышающих предел прочности породы, что вызывает ее разрушение. При этом затрачивается значительное количество энергии, причем энергозатраты увеличиваются с ростом габаритных размеров разрушаемого куска породы.

При разработке золоторудных месторождений открытым способом устанавливаются предельные размеры отбиваемой руды и породы. Так, на карьере, разрабатываемом месторождение «Пустынное», проектной документацией регламентированы максимальные размеры отбитой руды – 600 мм, а породы – 1000 мм [6]. Эти параметры определены с учетом возможностей погрузочного и транспортного оборудования, используемого на карьере. Однако влияние размеров кусков на производительность и энергозатраты дробилок в последующих этапах технологического процесса не учитывается.

Производительность щековой дробилки, используемой на первой стадии дробления, зависит от ряда факторов, среди которых можно выделить:

1. Характеристики разрушаемой породы – прочность, размер куска, влажность и абразивность;
2. Конструкция дробилки;
3. Режим работы приводного электродвигателя;

4. Непрерывность подачи породы на дробление;

5. Условия эксплуатации дробилки (температурный режим, вибрация и др.).

Перечисленные факторы взаимосвязаны, и их оптимизация может существенно повысить производительность щековой дробилки. Она определяется по формуле [7]:

$$Q = \frac{3600 \cdot L \cdot B \cdot k}{v}, \text{ т/ч}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина приемного отверстия дробилки, м;

$B$  – ширина приемного отверстия, м;

$k$  – коэффициент заполнения дробилки (0,2...0,6 в зависимости от характеристик дробимой породы);

$v$  – объем дробимого материала (м<sup>3</sup>/ч).

Анализ данной формулы показывает, что основное влияние на производительность дробилки оказывают размеры дробимого куска породы, которые, в свою очередь, зависят от параметров буровзрывных работ. В связи с этим научный и практический интерес представляет оптимизация этих параметров.

Характеристики разрушаемых горных пород, даже в пределах одного месторождения, могут существенно варьироваться. Это приводит к значительному разбросу гранулометрического состава отбитой горной массы, что, естественно, затрудняет рациональную работу дробильного комплекса. Таким образом, актуальной становится задача организации технологических процессов разрушения горной породы взрывом и последующего дробления, обеспечивающих их максимальную согласованность.



Практика работы горнодобывающих предприятий показывает, что в настоящее время эти процессы проектируются и реализуются несогласованно, что значительно снижает эффективность работы рудников.

Основной целью проведенных исследований являлась разработка рекомендаций по согласованию элементов системы «буровзрывные работы – дробильный комплекс» для повышения эффективности работы горного предприятия.

## Методика исследований

В качестве объекта исследования был выбран рудник, разрабатывающий месторождение «Пустынное» АО «АК Алтыналмас», которое является типичным примером золоторудных месторождений. В рамках исследования использовались данные о текущей деятельности предприятия, результаты теоретических разработок, а также результаты опытных работ, проведенных непосредственно на карьере.

## Проведение исследования и его результаты

Типы и зоны руд, согласно многим исследованиям [8, 9, 10, 11, 12], обычно классифицируются на основе литологии, состава горных пород и их структурных особенностей. Однако такие классификации часто не учитывают зоны дробления, что может приводить к значительным колебаниям производительности дробилки из-за изменений исходной крупности и прочностных характеристик дробимой породы. Зоны дробления определяются сочетанием блочности в естественном состоянии и прочностных свойств горной породы, что напрямую влияет на результаты дробления и гранулометрический состав отбитой руды и пустых пород.

Образование мелких фракций в результате взрыва в значительной степени связано с взаимодействием продуктов взрыва с горной породой. Поэтому важно точно определить объем мелкой фракции, образующейся при взрывных работах, чтобы правильно организовать режим работы дробилки.

Анализ показал, что текущие взрывные работы на руднике «Пустынное» не обеспечивают стабильного дробления. Руда отличается высокой крепостью и абразивностью, представляя собой песчаник со средней прочностью около 100 МПа (в диапазоне 64-167 МПа). На северных участках дробление более мелкозернистое по сравнению с другими.

Согласно проектным параметрам буровзрывных работ, при взрывах должен формироваться навал отбитого материала с максимальными размерами кусков: 600 мм для руды и 1000 мм для пустых пород, при этом доля крупных кусков не должна превышать 2% от общей массы. В случае превышения допустимого размера крупных кусков они подвергаются вторичному дроблению. На рис. 1 представлен общий вид навала горной массы на складе руды.

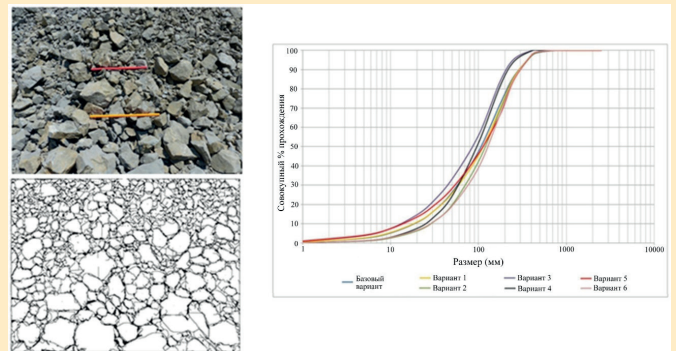
На рис. 2 представлены типовой вид навала породы и обработанная версия в виде кривой распределения отбитого материала по крупности.

Как видно из рис. 1 и 2, размеры кусков руды как на складе, так и в навале породы на дне карьера значительно превышают допустимые значения.



**Рис. 1. Общий вид навала горной массы со склада руды.**

**Сурет 1. Қоймадағы кен үйіндісінің жалпы көрінісі.  
Figure 1. General view of the ore stockpile.**



**Рис. 2. Стандартное изображение горной массы и его модифицированная версия.**

**Сурет 2. Таужынысы үйіндісінің стандартты көрінісі және оның түрлендірілген нұсқасы.**

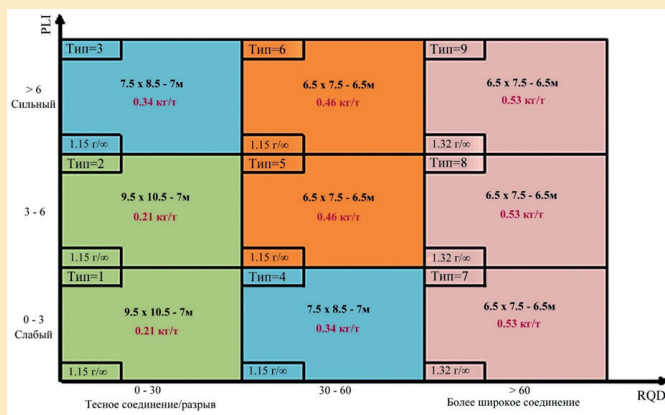
**Figure 2. Standard image of the rock mass and its modified version.**

На основании изложенного можно сделать следующие выводы. На руднике «Пустынное» отсутствует система контроля качества дробления руды и породы при проведении взрывных работ, что существенно осложняет оптимизацию работы дробильного комплекса. В настоящее время существует ряд методов для замера гранулометрического состава разрушенной горной породы с использованием современных технических средств и программного обеспечения, таких как ПО «SPLIT». Однако, на руднике такие средства не используются.

### Обсуждение результатов исследований и рекомендации

Проведенные исследования позволяют рекомендовать комплекс мер для установления рационального соотношения между параметрами буровзрывных работ и характеристиками работы дробильного комплекса. В первую очередь это предполагает необходимость проведения районирования взрывных зон на руднике с учетом прочностных характеристик и структуры горных пород.

На рис. 3 представлен пример районирования взрывных зон, а также детализированная инструкция для различных участков карьера рудника «Пустынное».



**Рис. 3. Схема зонирования взрывных работ и подробная инструкция для различных участков карьера.**

**Сурет 3. Жарылыс жұмыстарының аймақтық схемасы және карьердегі әртүрлі аймақтар үшін нақты нұсқалар.**

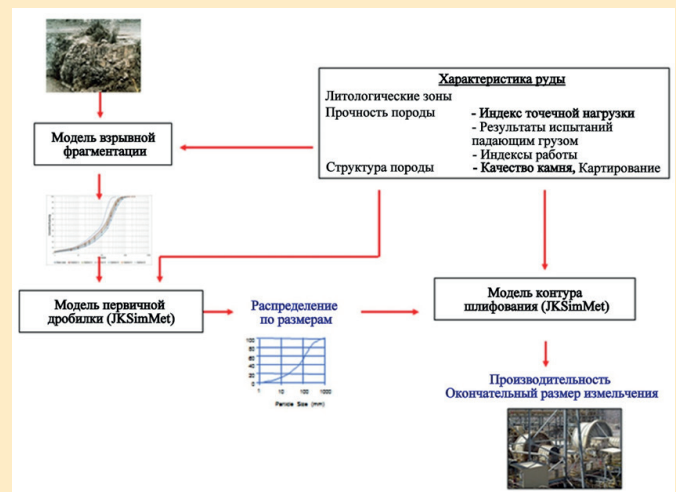
**Figure 3. Blasting zone zoning diagram and detailed instructions for different areas of the quarry.**

Предложенная модель дробления позволяет откалибровать параметры БВР для наиболее распространенной зоны, а также корректировать параметры взрывных работ для других зон. Это обеспечивает получение гранулометрического состава рудной массы, оптимального для последующих процессов обогащения.

Для достижения наилучшего взаимодействия элементов системы «карьер – дробилка» разработана модель (рис. 4), включающая в себя взаимосвязанные модели взрывных работ и дробления рудной массы. Применение данной модели предполагает изменение конфигурации сетки буровых скважин с учетом характеристик руды и породы, а также корректировку удельного расхода взрывчатого вещества. Несмотря на необходимость внесения изменений в технологический процесс, ожидаемое повышение производительности дробилки и снижение энергозатрат при дроблении значительно улучшат экономические показатели рудника.

У предложенных моделей есть ряд дополнительных преимуществ. Исключительное применение данных шаблонов буровзрывных работ не только компенсирует различия в свойствах горных пород и стабилизирует процесс дробления руды, но и обеспечивает оптимальную производительность дробилки. Иными словами, минимизация

изменений в размере кусков руды позволяет более точно прогнозировать пропускную способность дробильной установки.



**Рис. 4. Интеграция и оптимизация процесса взаимодействия рудника с дробильной установкой. Сурет 4. Кеніш пен ұсату кондырғысының өзара әрекеттесу процесін интеграциялау және оңтайландыру.**

**Figure 4. Integration and optimization of the interaction process between the mine and the crushing plant.**

После получения потока данных (рис. 4) информация о характеристиках руды и взрывных зонах интегрируется с условиями проектирования взрыва в модель дробления. Далее полученные данные о гранулометрическом составе рудной массы передаются в модель дробилки для первичного дробления с учетом свойств горной породы. Затем в модель схемы дробления вводится классификация конечной продукции по размеру, что позволяет оценить пропускную способность дробилки, ее удельные энергетические показатели и гранулометрический состав конечного продукта.

Модель прогнозирования производительности дробилки позволяет определять ее эффективность для каждой зоны в процессе ежедневного смешивания материала. На основе количества рудной массы из каждой зоны, отправленной в концентратор, вычисляется общая производительность дробильной установки.

На рис. 5 представлено сравнение прогнозируемого и фактического суточного производства за 7-летний период.

Анализ данных, представленных на рис. 5, показывает, что предложенная модель демонстрирует высокую точность и эффективность как для долгосрочного планирования работы рудника, так и для ежедневной интерпретации производительности.

### Выводы

1. В настоящее время на рудниках отсутствует технологическая взаимосвязь между буровзрывными работами, которые обеспечивают определенный гранулометрический состав рудной массы, и режимом работы дробилки, что негативно сказывается на общих показателях эффективности работы предприятия.



**Рис. 5. График сравнения прогнозной модели и фактических данных суточного производства.**  
**Сурет 5. Болжамдық модель мен нақты деректердің тәуліктік өндірісін салыстыру графигі.**  
**Figure 5. Graph comparing the forecast model and actual daily production data.**

2. Целесообразно осуществлять районирование взрывных зон на месторождении с учетом прочности и структуры горных пород, что позволит оптимизировать параметры буровзрывных работ для обеспечения соответствующего гранулометрического состава рудной массы, необходимого для процессов обогащения.

3. Предложенная модель оптимизации технологии взрывных работ в сочетании с параметрами работы дробилки способствует повышению производительности дробильной установки, снижению энергозатрат и улучшению качества дробленого продукта.

### Благодарность

Статья опубликована по результатам научно-исследовательских работ, выполняемых в рамках проекта ИРН АР19676884 «Разработка эффективных методов дробления горной массы при отработке руды из сложноструктурного массива путем управления параметрами энергии взрыва», при грантовом финансировании Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бегалинов А. Программа «Золото Казахстана». // Горный журнал Казахстана. 2010. №6. С. 8-10 (на русском языке)
2. Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород: Алматы: Баспагер, 1998, С. 210 (на русском языке)
3. Неганов В.П., Коваленко В.И., Сосновский Б.М. Технология разработки золоторудных месторождений: М.: Недра, 1995, С. 336 (на русском языке)
4. Кабетенов Т.К. Совершенствование скважинной отбойки при разработке наклонных и крутопадающих рудных тел малой и средней мощности: Алматы: Экономика, 2014, С. 192 (на русском языке)
5. «Разработка структурной модели и технико-технологических способов поддержания геосистемы «массив-технология-подземное сооружение» при подземной разработке золоторудных месторождений (Акбакай, Бакырчик, Майкаин) и комплексной механизации ведения горных работ при освоении групп месторождений золота (Акбакай)»: отчет о НИР (заключительный), под рук. Бегалинова А., Алматы, 2014, 158 с. (на русском языке)
6. План горных работ месторождения «Пустынное» (корректировка ранее выполненного проекта). Т.1. Кн. 1. Пояснительная записка: Алматы: АО «АК Алтыналмас», 2023, С. 196 (на русском языке)
7. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: М.: Недра, 1980, С. 415 (на русском языке)
8. «Обоснование параметров устойчивых бортов карьера месторождения «Пустынное» на основе инженерно-геологических данных»: отчет о НИР, под рук. Низаметдинова Ф.К., Караганда, ТОО «Альянс», 2012, 89 с. (на русском языке)
9. Ekin G., Sedat E., etc. Практика стенового контроля при взрывных работах на золотом руднике Кысладаг. // 43-я ежегодная конференция по взрывчатым веществам и взрывным техникам, 2017. – С. 1-10 (на английском языке)
10. «Разработка инновационных методов эффективной и безопасной подземной разработки маломощных наклонных рудных залежей»: отчет о НИР (заключительный), под рук. Сердалиева Е.Т., Алматы, 2024, 174 с. (на русском языке)
11. Matayev A. Исследование технологии крепления горных выработок в условиях нестабильных массивов. / Matayev A., Abdiev A., Kydrashov A., Musin A. и др. // Горное дело. 2021. №15 (3). С. 78-86 (на английском языке)
12. Serdaliyev Y. Исследование влияния элементов залегания тонких рудных тел и параметров уступа на потери и разубоживание. / Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhratov B., Amanzholov D. // Горное дело. 2022. №16 (4). С. 56-64 (на английском языке)



## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бегалинов А. «Қазақстан алтыны» Бағдарламасы. // Қазақстанның кен журналы. 2010. №6. Б. 8-10 (орыс тілінде)
2. Ракишев Б.Р. Тау жыныстарының механикалы қопарылысының қуат сыйымдылығы: Алматы: Баспагер, 1998, Б. 210 (орыс тілінде)
3. Неганов В.П., Коваленко В.И., Сосновский Б.М. Алтын кенорындарын игеру технологиясы: М.: Недра, 1995, Б. 336 (орыс тілінде)
4. Кабетенев Т.К. Кіші және орта қуаттағы еңіс және күрт құлай орналасқан кен шоғырларын игеруде ұңғымалық жарылыс әдісін жетілдіру: Алматы: Экономика, 2014, Б. 192 (орыс тілінде)
5. «Ақбақай», «Бақыршық», «Майқайың» алтын кен орындарын игеруде «массив-технология-жерасты құрылысы» геосистемасын қолдау үшін құрылымдық модель мен техникалық-технологиялық әдістерді әзірлеу және алтын кен орындары топтарын (Ақбақай) игеру кезінде тау-кен жұмыстарын кешенді механикаландыру»: ФЗЖ есебі (қорытынды), жетекшісі Бегалинов А., Алматы, 2014, 158 б. (орыс тілінде)
6. «Пустынное» кенорнының тау-кен жұмыстарының жоспары (бұрын орындалған жобаны түзету). Т.1. Кітап 1. Түсіндірме жазба: Алматы: «АК Алтыналмас» АҚ, 2023, Б. 196 (орыс тілінде)
7. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. Пайдалы қазбаларды ұсақтау, үгіту және сұрыптау: М.: Недра, 1980, Б. 415 (орыс тілінде)
8. «Пустынное» кен орны карьерінің орнықты беткейінің параметрлерін инженерлік-геологиялық деректер негізінде негіздеу»: ФЗЖ есебі, жетекшісі Низаметдинов Ф.К., Қарағанды, «Альянс» ЖШС, 2012, 89 б. (орыс тілінде)
9. Ekin G., Sedat E., т.б. Кысладаг алтын кенішінде жару жұмыстары кезіндегі стендтік бақылау практикасы. // 43-ші жыл сайынғы жарылғыш заттар мен жарылыс техникалары конференциясы, 2017. – Б. 1-10 (ағылшын тілінде)
10. «Жұқа еңіс орналасқан кен шоғырларын тиімді және қауіпсіз жерасты игерудің инновациялық әдістерін жасау»: ФЗЖ есебі (қорытынды), жетекшісі Сердалиев Е.Т., Алматы, 2024, 174 б. (орыс тілінде)
11. Matayev A. Сенімсіз массивтер шарттарында тау-кен қазбаларын бекіту технологиясын зерттеу. / Matayev A., Abdiev A., Kydrashov A., Musin A., т.б. // Тау-кен ісі. 2021. №15 (3). Б. 78-86 (ағылшын тілінде)
12. Serdaliyev Y. Жұқа кен шоғырларының орналасу элементтері мен кемер параметрлерінің жоғалым мен құнарсыздануға әсерін зерттеу. / Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhratov B., Amanzholov D. // Тау-кен ісі. 2022. №16 (4). Б. 56-64 (ағылшын тілінде)

## REFERENCES

1. Begalinov A. Programma «Zoloto Kazakhstana». // Gornyy zhurnal Kazakhstana. 2010. №6. S. 8-10 [Begalinov A. Program «Gold of Kazakhstan». // Mining Journal of Kazakhstan. 2010. №6. P. 8-10] (in Russian)
2. Rakishev B.R. Energoyemkost' mekhanicheskogo razrusheniya gornykh porod: Almaty: Baspager, 1998, S. 210 [Rakishev B.R. Energy intensity of mechanical destruction of rocks: Almaty: Baspager, 1998, P. 210] (in Russian)
3. Neganov V.P., Kovalenko V.I., Sosnovskiy B.M. Tekhnologiya razrabotki zolotorudnykh mestorozhdeniy: M.: Nedra, 1995, S. 336 [Neganov V.P., Kovalenko V.I., Sosnovsky B.M. Technology for the development of gold deposits: M.: Nedra, 1995, P. 336] (in Russian)
4. Kabetenov T.K. Sovershenstvovaniye skvazhinnoy otboyki pri razrabotke naklonnykh i krutopadayushchikh rudnykh tel maloy i sredney moshchnosti: Almaty: Ekonomika, 2014, S. 192 [Kabetenov T.K. Improving borehole mining in the development of inclined and steeply dipping ore bodies of small and medium thickness: Almaty: Economics, 2014, P. 192] (in Russian)
5. «Razrabotka strukturnoy modeli i tekhniko-tekhnologicheskikh sposobov podderzhaniya geosistemy «massiv-tekhnologiya-podzemnoye sooruzheniye» pri podzemnoy razrabotke zolotorudnykh mestorozhdeniy (Akbakay, Bakyrchik, Maykain) i kompleksnoy mekhanizatsii vedeniya gornykh rabot pri osvoyenii grupp mestorozhdeniy zolota (Akbakay)»: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyy), pod ruk. Begalinova A., Almaty, 2014, 158 s. [«Development of a structural model and technical and technological methods for maintaining the geosystem «massive-technology-underground structure» during underground development of gold deposits (Akbakay, Bakyrchik, Maykain) and complex mechanization of mining operations during the development of groups of gold deposits (Akbakay)»: research report (final), under hand. Begalinov A., Almaty, 2014, 158 p.] (in Russian)

6. *Plan gornyykh rabot mestorozhdeniya «Pustynnoye» (korrektirovka raneye vypolnennogo proyekta). T.1. Kniga 1. Poyasnitel'naya zapiska: Almaty: AO «AK Altynalmas», 2023, S. 196 [Mining plan for the Pustynnoye deposit (adjustment of a previously completed project). T.1. Book 1. Explanatory note: Almaty: JSC «AK Altynalmas», 2023, p. 196] (in Russian)*
7. *Andreyev S.Ye., Perov V.A., Zverevich V.V. Drobleniye, izmel'cheniye i grokhocheniye poleznykh iskopayemykh: M.: Nedra, 1980, S. 415 [Andreev S.E., Perov V.A., Zverevich V.V. Crushing, grinding and screening of minerals: M.: Nedra, 1980, P. 415] (in Russian)*
8. *«Obosnovaniye parametrov ustoychivyykh bortov kar'yera mestorozhdeniya «Pustynnoye» na osnove inzhenerno-geologicheskikh dannykh»: otchet o NIR, pod ruk. Nizametdinova F.K., Karaganda, TOO «Al'yans», 2012, 89 s. [«Justification of the parameters of stable pit sides of the Pustynnoye deposit based on engineering-geological data»: research report, supervised by. Nizametdinov F.K., Karaganda, Alliance LLP, 2012, 89 p.] (in Russian)*
9. *Ekin G., Sedat E., etc. Wall control blasting practices at Kisladag gold mine. // Conference: 43rd Annual Conference on Explosives & Blasting Technique, 2017, – P. 1-10 (in English)*
10. *«Razrabotka innovatsionnykh metodov effektivnoy i bezopasnoy podzemnoy razrabotki malomoshchnykh naklonnykh rudnykh zalezhey»: otchet o NIR (zaklyuchitel'nyy), pod ruk. Serdaliyeva Ye.T., Almaty, 2024, 174 s. [«Development of innovative methods for efficient and safe underground mining of thin inclined ore deposits»: research report (final), under the direction of. Serdaliev E.T., Almaty, 2024, 174 p.] (in Russian)*
11. *Matayev A. Research into technology of fastening the mine workings in the conditions of unstable masses. / Matayev A., Abdiev A., Kydrashov A., Musin A., etc. // Mining of Mineral Deposits. 2021. №15 (3). P. 78-86 (in English)*
12. *Serdaliyev Y. Research into the influence of the thin ore body occurrence elements and stope parameters on loss and dilution values. / Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhrarov B., Amanzholov D. // Mining of Mineral Deposits. 2022. №16 (4). P. 56-64 (in English)*

**Сведения об авторах:**

**Сердалиев Е.Т.**, к.т.н., доцент, профессор-исследователь кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [serdaliyev.yerdulla@gmail.com](mailto:serdaliyev.yerdulla@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-5779-8218>

**Искаков Е.Е.**, PhD, ассоциированный профессор кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [iskakov.yerkin@gmail.com](mailto:iskakov.yerkin@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-5269-9018>

**Бахрамов Б.А.**, магистр технических наук, докторант 1-курса кафедры «Горное дело», Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), [bagdat.bakhrarov1983@gmail.com](mailto:bagdat.bakhrarov1983@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-8822-6941>

**Кенесов Ж.Г.**, магистр технических наук, Директор Товарищества с ограниченной ответственностью «НПП ZERDE» (г. Алматы, Казахстан), [kenesov@gmail.com](mailto:kenesov@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-0427-313X>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Сердалиев Е.Т.**, т.ғ.к., доцент, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының зерттеуші-профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

**Искаков Е.Е.**, PhD, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының зерттеуші-профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

**Бахрамов Б.А.**, техника ғылымдарының магистрі, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының 1-курс докторанты (Алматы қ., Қазақстан)

**Кенесов Ж.Г.**, техника ғылымдарының магистрі, «НПП ZERDE» Жауапкершілігі шектелі серіктестігінің директоры (Алматы қ., Қазақстан)

**Information about the authors:**

**Serdaliyev Y.T.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Research Professor at the Department of «Mining» of the O.A. Baikonurov Mining and Metallurgical Institute, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Iskakov Y.Y.**, PhD, Research Professor at the «Mining» Department of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Bakhrarov B.A.**, Master of Technical Sciences, 1st-year PhD student at the Department of «Mining», O.A. Baikonurov Mining and Metallurgical Institute, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Kenesov Zh.G.**, Master of Technical Sciences, Director of the Limited Liability Partnership «NPP ZERDE» (Almaty, Kazakhstan)





**2025**

2-4 апреля  
Казахстан, Атырау



**ATYRAU**  
OIL & GAS KAZAKHSTAN

22-я Северо-Каспийская  
региональная выставка

**«Атырау Нефть и Газ»**



Подробная информация:  
[www.oil-gas.kz](http://www.oil-gas.kz)



Код МРНТИ 38.49.31

Г.Ж. Жолтаев, \*З.Т. Умарбекова, Ш.Д. Минискул, Р.А. Аманбаев  
Институт геологических наук им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Республика Казахстан)

## ФОРМИРОВАНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ АРХАРЛИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО УЗЛА

**Аннотация.** В статье анализируется формирование и геологическое строение Архарлинского золотоносного рудного узла; разбито на 6 этапов, каждый из которых отражает специфические вулканические и магматические процессы. Описана структура рудного узла и его историческое развитие, что позволяет выделить ключевые этапы формирования и типы минерализации. Обсуждаются перспективы дальнейшего изучения площади, включая выявление новых рудных зон, таких как Иглик и Малайсары, а также доразведка глубоких горизонтов и флангов известных месторождений. В статье подчеркивается, что перспективы всего Архарлинского рудного узла могут быть значительно улучшены благодаря более детальному исследованию и актуализации геологических данных. В отличие от других исследований, сосредоточенных на конкретных аспектах месторождения Архарлы, данный обзор предоставляет более широкий взгляд на потенциал всего рудного узла.

**Ключевые слова:** золото-серебряное, кварцево-жильное, рудный узел, вулканизм, кварц-адулярь, Архарлы, рудное тело, перспективы, минерализация, магматизм.

### Архарлы алтын-рудалы торабының қалыптасуы мен перспективалары

**Аңдатпа.** Мақалада Архарлы алтын кені түйінінің қалыптасуы мен геологиялық құрылымы талданған, ол әртүрлі вулкандық және магмалық процестерді көрсететін алты кезеңге бөлінген. Кен түйінінің құрылымы және оның тарихи дамуы сипатталады, бұл негізгі қалыптасу кезеңдері мен минералдану түрлерін анықтауға мүмкіндік береді. Мақалада аймақты одан әрі зерттеу перспективалары, соның ішінде Іглик пен Малайсары сияқты жаңа кен орындарын анықтау, сондай-ақ белгілі кен орындарының терең көкжиектері мен қанаттарын қосымша барлау мәселелері талқыланады. Сонымен қатар, Архарлы кен түйінінің әлеуетін неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу және геологиялық деректерді жанарту арқылы айтарлықтай жақсартуға болатыны атап өтілген. Басқа зерттеулерден айырмашылығы, бұл шолу Архарлы кен орнының нақты аспектілеріне назар аудармай, бүкіл кен түйінінің әлеуетіне кеңірек көзқарас ұсынады.

**Түйінді сөздер:** алтын-күміс, кварц-тамыр, кен түйіні, вулканизм, кварц-адулярия, Архарлы, кен денесі, келешегі, минералдануы, магматизм.

### The formation process and prospects of the Arkharlin ore node

**Abstract.** The article analyzes the formation and geological structure of the Arkharlin gold-bearing ore knot, breaking it down into six stages, each reflecting specific volcanic and magmatic processes. The structure of the ore knot and its historical development are described, allowing the identification of key stages of formation and types of mineralization. The article discusses the prospects for further exploration of the area, including the identification of new ore zones such as Iglık and Malay-Sary, as well as the additional exploration of deep horizons and the flanks of known deposits. It emphasizes that the potential of the entire Arkharlin ore knot could be significantly enhanced through more detailed research and the updating of geological data. Unlike other studies focused on specific aspects of the Arkharlin deposit, this review provides a broader perspective on the potential of the entire ore knot.

**Key words:** gold-silver, quartz-vein, ore node, volcanism, quartz-adularia, Arkharly, ore body, prospects, mineralization, magmatism.

### Введение

Архарлинский рудный узел представляет собой крупную вулканотектоническую депрессию позднего палеозоя с элементами палеовулканических структур, такими как субвулканы, экструзии, вулканические некки и эксплозивные аппараты. Эта депрессия нарушена разломами широтного, северо-восточного и северо-западного простирания, где долгоживущие широтные разломы играют ключевую роль в рудоносности [1].

Стратифицированные вулканогенные образования включают коагматичные экструзивные и субвулканические тела, их внедрение сопровождалось гидротермальным метасоматозом, образованием кварцевых жил с медной и золото-серебряной минерализацией. Кварцевые жилы с рудной минерализацией приурочены к позднепалеозойским вулканитам и локализируются в пропилитах и вторичных кварцитах. Они располагаются в местах сгущений и пересечений разломов, а также в купольных и кальдерных вулканотектонических структурах с радиальными и концентрическими трещинами.

Минерагенический профиль Архарлинского рудного района традиционно представлен золото-серебряной минерализацией с подчиненной свинцово-цинковой и медной минерализацией. Большинство проявлений золота и серебра относится к золото-серебряной кварцево-жильной или золото-полиметаллической кварцево-жильной формации [2].

Золото-полиметаллическая формация включает малые месторождения Иглик Центральный, Биже II, проявления Малайсары Западный, Манаубай и другие. Золото-серебряная кварц-адуляровая вторично-кварцитовая формация охватывает месторождения Архарлы, Бетбастау и Далабай, на площади 85 км<sup>2</sup>.

Архарлинский рудный узел включает месторождения Архарлы и их сателлиты – рудные зоны Кызыл-Шоки и Бетбастау, а также золотопроявление Самен на крайнем западном фланге узла. Узел имеет неправильные очертания, вытянутые на 24 км в восточном и северо-восточном направлении, с максимальной шириной 6 км. Площадь узла составляет 85 км<sup>2</sup> [3].

Архарлинский рудный узел состоит преимущественно из пермских накоплений: базальтов, андезитов и терригенных образований бескайнарской свиты. Эти образования перекрыты туфами и игнимбритами жалгызгагашской свиты, а также андезито-базальтовыми и трахириолитовыми лавами и туфами малайсаринской свиты раннего триаса (рис. 1).

Вулканогенно-осадочный разрез прорван телами андезитов и андезидцитов жельдыкаринского и трахириолитовыми лавами малайсаринского субвулканических комплексов. Кварцевые жилы и прожилки, часто сгруппированные в отдельные жильные зоны, а также поля вторичных кварцитов и пропилизированных пород связаны с многочисленными разрывными нарушениями северо-западного и северо-восточного направлений [4].

### Результаты

Формирование Архарлинского рудного узла как вулканогидротермальной системы можно разделить на следующие основные этапы:

1. *Бескайнарский этап:* андезито-базальтовый вулканизм, сопровождаемый внедрением плагиоандезитовых экструзий и образованием кварц-карбонатных жил северо-западного простирания.

2. Жалгыззагашский этап: пароксизмальный дацито-риолитовый вулканизм, чередующийся с периодами затишья, эрозии и накопления терригенных пород. Формирование вторичных кварцитов, кварц-амethystовых жил субширотного и северо-восточного направлений и зон калишпатизации между участками Восточный-1 и Восточный-2.

3. Жельдыкаринский этап: андезито-базальтовый вулканизм и формирование зон пропилитизации и кварцево-жильных зон на участках Восточный и Бетбастау.

4. Малайсаринский этап: трахириолитовый вулканизм и формирование зон прокварцевания Кызылихоки.

5. Сарыбулакский этап: субщелочный базитовый магматизм, сопровождающийся зонами пропилитизации и калишпатизации.

6. Интрузивный магматизм: внедрение южно-джунгарского комплекса диоритов, гранодиоритов и гранит-порфиоров [2, 11].

Эта последовательность этапов отражает длительный период времени проявления вулканизма и рудогенеза. В истории развития золоторудного гидротермального процесса важную роль играли следующие факторы:

*Структурно-тектонический фактор.* Влияние структурно-тектонического фактора на локализацию проявлений кварцево-жильной золотополиметаллической формации проявляется в наличии четко фиксируемых закономерностей.

Приуроченность к региональной рудоконтролирующей структуре. Золоторудные объекты часто расположены вблизи глубинных широтных разломов. Эти протяженные разломы влияют на тип и расположение вулканических и интрузивных магматических центров. На пересечении глубинных разломов с северо-западными сдвигами возникают мобильные участки с высокой магмопроницаемостью, где зарождаются магматические очаги, формируются интрузии и экструзии, что сопровождается широким распространением гидротермальных изменений. Активная деятельность растворов приводит к образованию месторождений и проявлений золота [5], меди и полиметаллов в Архарлинском рудном районе.

В местах сближения к региональной структуре возникают разломы более высокого порядка, пересекающие ее под острыми углами и сопровождающиеся интенсивным дроблением и гидротермальными изменениями пород. Рудные тела обычно размещаются в зонах локальных разрывных нарушений с проявлениями сдвиговых деформаций и дроблением рудовмещающих пород [2, 6].

Архарлы-Бетбастауское золотосеребряное рудное поле расположено в восточной части Архарлинского рудного узла. Площадь рудного поля составляет 50 км<sup>2</sup>. В геологическом строении рудного поля участвуют осадочно-пирокластические отложения кугалинской свиты (С<sub>1</sub>), вулканы бескайнарской (Р<sub>1</sub>) и жалгыззагашской (Р<sub>2</sub>) свит, формирующие брахиформную антиклинальную структуру, ориентированную в СВ направлении. На восточный край антиклинали наложена верхнепермская брахисинклиналь, сложенная пироксеновыми и плагиоклаз-пироксеновыми андезибазальтами жельдыкоринской свиты и трахириолитами нижнетриасовой малайсаринской свиты. Стратифи-

цированные толщи прорваны субвулканическими экструзиями, штокам и некками жельдыкоринского (аβР<sub>2</sub>) и малайсаринского (трахириолиты, трахидациты) комплексов, а также близповерхностными телами сарыбулакского комплекса. Последовательность их формирования отражает изменения в вулканизме и нарастание щелочности пород.

*Вулканогенный фактор* проявляется в четкой парагенетической связи золото-полиметаллического кварцево-жильного оруденения с геологическими образованиями определенного состава, возраста и происхождения [6]. Основными элементами вулканогенного фактора являются рудогенерирующие и рудовмещающие геологические формации.

*Рудогенерирующая формация.* Установлено, что золото-полиметаллическая минерализация кварцево-жильного типа наложена на самые молодые вулканы района, относящиеся к малайсаринской свите нижнетриасового возраста (Руденко П.А., 1978 г.; Азбель К.А., 1975 г. и др.). Золоторудная минерализация фиксируется на всем стратифицированном ряде геологических образований. Связь золото-полиметаллической минерализации с породами этого комплекса, а также постратриасовое время образования рудных тел данной формации подтверждается геохимической спецификой сарыбулакских вулканитов. Эти вулканиты характеризуются повышенным содержанием свинца (в 5 раз выше кларка), цинка и серебра (по 1,3 раза выше кларка), а также олово, вольфрам, литий и барий в 3-4 раза превышают кларк. Концентрация мышьяка, элемента-спутника, превышает кларк более чем в 20 раз. Это предполагает, что гидротермальные растворы, связанные с внедрением субвулканических тел сарыбулакского комплекса, содержали рудную нагрузку. В зонах локальных сдвигов с дроблением и смятием рудовмещающих пород формировались кварц-карбонатные жилы и прожилковые зоны, обогащенные золотом и полиметаллами.

Таким образом, трахиандезибазальты сарыбулакского субвулканического комплекса можно рассматривать как рудогенерирующую геологическую формацию по отношению к золото-полиметаллической минерализации кварцевых и кварц-карбонатных жил.

Для кварц-адуляровой формации рудогенерирующим фактором является наиболее продуктивный вулканический цикл позднепермского вулканизма, начавшийся с андезито-базальтового вулканизма и завершившийся трахириолитовыми извержениями малайсаринского комплекса раннего триаса. Субвулканическая фация жельдыкоринской базальт-андезитовой формации оказалась более продуктивной по сравнению с позднепалеозойским вулканизмом. Наибольшее количество полей вторичных кварцитов, пропилитизированных пород и проявлений золота кварц-адуляровой формации связано с жельдыкоринской базальт-андезитовой формацией. Известные месторождения золота, такие как Архарлы, Далабай, Биже II и Бетбастау, связаны с субвулканическими интрузиями жельдыкоринского комплекса, что, вероятно, обусловлено геохимическими и петрохимическими особенностями позднепермского вулканизма [2].

Геохимическое сравнение фаций более ранних средне-основных комплексов (бескайнарского и дигерского)



с жельдыкоринскими вулканитами показывает повышенное содержание висмута, цинка и, особенно, серебра (в 7-8 раз выше). Геохимическая специализация жельдыкоринских вулканитов, по данным Е.П. Мамонова, указывает на дисперсию серебра от 73 до 78 единиц, что свидетельствует о вероятности локальных скоплений высоких концентраций серебра.

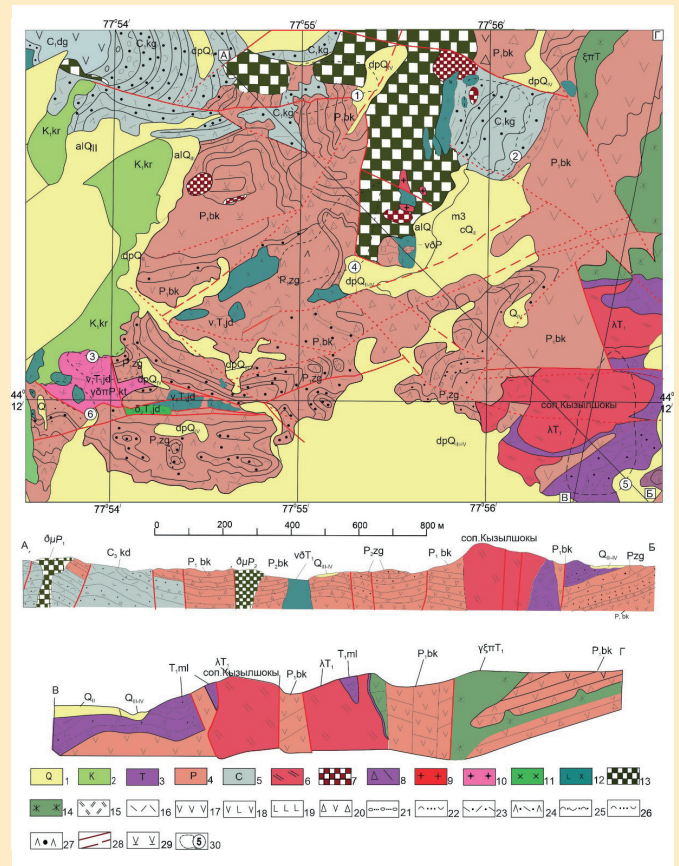
Петрохимически жельдыкоринские андезиты отличаются от андезитов ранней перми (бескайнарский вулканический комплекс) повышенными содержаниями  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  и щелочей.

Рудогенерирующая роль жельдыкоринских субвулканов наиболее явно проявляется на Архарлинском месторождении. По данным бурения, под вторичными кварцитами и нижележащими пропилитами находятся пропилитизированные субвулканические андезибазальты.

**Рудовмещающий фактор.** В Архарлинском рудном узле рудовмещающими породами для золоторудных тел кварц-адуляровой формации являются вмещающие породы. Интрузивные тела сарыбулакских андезибазальтов находятся в начальной стадии эрозийного среза и имеют мощную гидротермально измененную кровлю. Это подтверждается данными параметрической скважины на месторождении Архарлы (участок Центральный). На глубине 100 м была обнаружена зона интенсивной пиритизации. В интервале глубин 100-141 м поляризуемость пород достигает максимума 6-8%. Пиритизированные туфопесчаники содержат прожилки с галенитом и пиритом. Бурением подтверждено залеганием субвулканического тела андезитов на глубине 130 м. Зона вторичных кварцитов (серицитовая фация) простирается до глубины 200-250 м, где наблюдаются кварц-серицит-цеолитовые вторичные кварциты, ниже серицит-цеолитовые с линзами и мелкими телами монокварцитов по туфопесчаникам и туфам раннепермской бескайнарской свиты [7].

На Архарлинском рудном поле произошла интенсивная гидротермальная проработка, приведшая к образованию обширных полей вторичных кварцитов и пропилитов. Поля вторичных кварцитов развиты в основном по вулканитам жельдыкоринской свиты и представлены монокварцитовой, алунитовой, каолиновой, серицитовой и переходными фациями. Пропилитизация развита по туфам и лавам бескайнарской и жельдыкоринской свит и субвулканическим андезибазальтам. Зоны пропилитизации являются основными рудовмещающими породами, где сконцентрированы наиболее продуктивные кварцевые и кварц-карбонатные жилы [8].

По данным Е.П. Мамонова, под вторичными кварцитами практически до забоя находятся пропилитизированные андезибазальты жельдыкоринского субвулкана с вертикальной зональностью. Под вторичными кварцитами находятся фации эпидот-адуляр-цеолитовых пропилитов, а ниже – фации эпидот-цеолит-адуляровых пропилитов. Различие между ними заключается лишь в процентном содержании минералов. Наиболее интересными являются кварц-адуляровые пропилиты, ассоциирующиеся с рудной минерализацией золота и полиметаллов и являющиеся наиболее поздними.



- 1 – четвертичные отложения; 2 – меловые отложения;
- 3 – триасовые отложения; 4 – пермские отложения;
- 5 – каменноугольные отложения; 6 – некки Кызылыюкы (лТ1);
- 7 – субвулканические тела трахиандезитов (Т);
- 8 – жерловые и околожерловые брекчии Кызылыюкы;
- 9 – гранит-порфиры (Ркт); 10 – гранодиорит-порфиры (удПР1кт);
- 11 – диориты (δ2Т1jd);
- 12 – габбро-диабазы (v1Т1jd); 13 – субвулканические тела трахиандезитов (δμР);
- 14 – сиено-диорит-порфиры гранодиорит-порфиры (ξПТ);
- 15 – лавы;
- 16 – туфы; 17 – андезиты; 18 – андезитобазальты;
- 19 – базальты; 20 – кластолавы андезитовые,
- 21 – песчаники, конгломераты; 22 – туфопесчаники,
- 23 – туфы риолитовые; 24 – туфы риодацитовые;
- 25 – тонкое чередование песчаников и туфопесчаников;
- 26 – туфопесчаники с прослоями туффитов;
- 27 – туффы дацитов; 28 – разломы: а) выходящие на поверхность; б) скрытые под четвертичными отложениями;
- 29 – пироксен-плаггиоклазовые андезибазальты; 30 – рудные участки: 1 – Северный, 2 – Северо-Восточный, 3 – Восточный, 4 – Восточный II, 5 – Кызылыюкы, 6 – Центральный

**Рис. 1. Геологическая карта и разрезы месторождения Архарлы по Т.М. Жаутикову, Л.И. Скринник и др. Сурет 1. Архарлы кен орнының геологиялық картасы және кесінділері. Т.М. Жәутіковтың айтуынша, Л.И. Скринник және т.б.**

**Figure 1. Geological map and sections of the Arkharly deposit. According to T.M. Zhautikov, L.I. Skrinnik and others.**

Протяженные главные разломы, к которым приурочены основные рудогенерирующие субвулканы, имеют два основных направления: северо-западное и северо-восточное и вероятно, образовались в позднепалеозойское время и играют магмоподводящую роль. Разломы северо-западного направления моложе северо-восточных, поскольку пересекают их почти повсеместно [9].

Разломы северо-западного и меридионального направлений контролируют андезитовидные массивы месторождения Архарлы и наряду с ними присутствуют зоны повышенной проницаемости субмеридионального простирания и дугообразные разрывы, приуроченные к крупным золотоносным жилам и их скоплениям. Эти тектонические процессы в рудном поле предопределили формирование Архарлинского рудного узла и расположение перспективных рудных тел западнее разведанных и отработанных участков.

### Заключение

*Перспективы Архарлинского рудного узла.* В пределах Архарлинского рудного узла выделяются две наиболее перспективные ключевые площади для разведки: Сарытауское и Архарлы-Бетбастауское золотосеребряные рудные поля.

Сарытауское прогнозируемое рудное поле расположено в западной части Архарлинского рудного узла и представляет собой продолжение рудоносных Архарлинских структур, перекрытых четвертичными отложениями. Оно было выделено при ГДП-50 в 1994 году на основании сходства геологического строения и идентичности формационной принадлежности с Архарлы-Бетбастауским золотосеребряным рудным полем. Аналогия усиливается наличием мелких точечных проявлений минерализации серебра, свинца и вторичных ореолов рассеяния золота (Мамонов Е.П., 2010 г.). Видимая минерализация представлена редкими гнездами галенита и налетами малахита (рис. 2).

В пределах Архарлы-Бетбастауского рудного поля выявлены крупнейшие месторождения, такие как Архарлы (с рудной зоной Кызыл-Шоки) и Бетбастау. Также известны многочисленные геохимические ореолы золота, серебра и мышьяка. Характерным является наличие полей гидротермально измененных пород – пропилитов и полифациальных вторичных кварцитов с телами монокварцитов. Широко развита дизъюнктивная тектоника в виде разломов широтного, северо-восточного и северо-западного направлений [10, 11]. Зоны разломов заполнены кварцевыми жилами, брекчированными и окварцованными породами, а также телами монокварцитов с густой сетью кварцевых прожилков. Часто кварцевые жилы и прожилки содержат золото, иногда достигая ураганных концентраций (рис. 2).

Базовые месторождения рудного поля Архарлы – Бетбастау относятся к золотосеребряной кварц-адуляровой формации и вулканогенному гидротермально-метасоматическому генотипу. Они находятся в единой геолого-структурной обстановке. На месторождении Архарлы выделено до 90 кварцевых жил, сгруппированных в 10 жильных зонах: Центральный, Восточный I, II, Северо-Восточный.



1, 2 – дендритоидное гипергенное золото;  
3 – гипергенное золото зоны окисления

**Рис. 3. Золото месторождения Архарлы.  
Сурет 3. Архарлы кенінен алынған алтын.  
Figure 3. Gold from the Arkharly deposit.**

Длина жил варьируется от 100 до 650 м, мощность от 0,5 до 130 м. Содержание золота варьируется от 0,5 до 5,8 г/т. Содержание серебра также имеет широкий диапазон от 10,0 до 50,0 г/т.

Золото в рудах распределено крайне неравномерно. Среднее содержание золота в рудах 8,8 г/т, серебра 158 г/т. В бонанцевых рудах содержание золота достигает 1200 г/т и серебра 12 кг/т (участок Северо-Восточный). В золото-полиметаллической руде среднее содержание золота составляет 1,8-3,0 г/т, серебра 75-100 г/т. Макроскопически золото наблюдается в бонанцах в виде крупных зерен, вкраплений, прожилковидных выделений золотисто-желтого цвета, иногда совместно с электрумом и кюстелитом. Отношение золота к серебру на Северо-Восточном участке колеблется от 1:10 до 1:50. Пробность золота 630-750.

В окисленных рудах отмечалось более крупное высокопробное золото (вторичное). Минералы серебра представлены акантитом, самородным серебром, кераргиритом и другими.

Широкое распространение в рудах аметиста, адуляра, гематита, преобладание среди сульфидов сфалерита и пирита, а также разнообразие текстурных форм проявления жильного кварца (полосчатый, шестоватый, пластинчатый, друзовый и т.д.) является особенностью месторождения Архарлы. Другая особенность месторождения Архарлы – неглубокий эрозионный срез [8].

Перспективы месторождения Архарлы могут быть улучшены в результате дальнейшего изучения площади, выявления новых рудных зон (Иглик, Малайсары и др.) и доразведки глубоких горизонтов и флангов известных месторождений. В течение почти двух десятилетий месторождение Архарлы активно разрабатывалось Архарлинским рудником.

Руды месторождения Бетбастау аналогичны рудам месторождения Архарлы и могут обрабатываться совместно на одной золотоизвлекательной фабрике.

### Благодарность

Статья была подготовлена при поддержке проекта ИРН AP23487772 «Изучить потенциал галогенидов серебра и золота и их перспективы для промышленного использования на месторождении Архарлы (Южная Жонгария).



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хеденгвист Дж. В. Последние достижения в понимании и разведке эпитеpmальных месторождений вулканических дуг. // Конференция Тихоокеанского региона, 2015. – С. 1-6 (на английском языке)
2. Умарбекова З.Т. Этапы формирования и перспективы Архарлинского рудного узла. // Вестник КазНИТУ. 2018. №5 (129). С. 9-16 (на русском языке)
3. Жаутиков Т.М., Алексеев В.А., Бекмагамбетов Д.Б., Бейсембаева Ж.Б., Жаутикова Г.Т., Рассадкин В.В., Умарбекова З.Т. Золото-серебряное оруденение Казахстана. // Сб. трудов, посвященный XXXIII сессии МГК (Осло-Норвегия): Алматы, 2008. – С. 212-221 (на русском языке)
4. Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. // Геология и разведка недр Казахстана. 2009. №2. С. 13-24 (на русском языке)
5. Хеденгвист Дж. В., Аррибас А., Уриен Э. Разведка эпитеpmальных месторождений золота: Тахо, Невада, 2018, С. 245-277 (на английском языке)
6. Умарбекова З.Т. Галогениды серебра в зоне гипергенеза золоторудного месторождения Архарлы как индикаторы их формирования в условиях сухого и жаркого климата (Джунгарский Алатау, Казахстан). / З.Т. Умарбекова, Г.Ж. Жолтаев, Б. Бакытжан. // Международный журнал инженерных исследований и технологий. 2020. Т. 13. №1. 181-190 (на английском языке)
7. Силито Р.Х. Типы месторождений золота: обзор. // Общество экономических геологов. 2020. С. 1-28 (на английском языке)
8. Умарбекова З.Т., Гадеев Р.Р., Булегенов К.У., Аманбаев Р.А. Кварц-адуляровый золотосеребряный (Архарлинский) тип в вулканических толщах: Алматы: Университет Сатпаева, 2018, С. 7-12 (на русском языке)
9. Жаутикова Г.Т. Рудные столбы – характерные элементы крупных жильных месторождений Казахстана. // Труды междунардн. научно-практ. конф., Ташкент, 2003. – С. 47-49 (на русском языке)
10. Сейтмуратова Э.Ю. Золотоносность позднепалеозойских вулкано-плутонических поясов Джунгаро-Балхашской провинции (проблемы ее изучения и освоения). // Геология и разведка недр Казахстана. 1998. №2. С. 13-24 (на русском языке)
11. Нарсеев В.А. Стратегическое направление развития добычи благородных металлов (проблема крупнообъемных месторождений). / В.А. Нарсеев, В.М. Шашкин. // Геология и охрана недр. 2012. №1. С. 2-5 (на русском языке)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Хеденгвист Дж.В. Жанартау догаларындағы эпитеpmиялық шөгінділерді түсіну мен барлаудағы соңғы оқиғалар. // Тынық мұхиты аймағындағы конференция, 2015. – Б. 1-6 (ағылшын тілінде)
2. Умарбекова З.Т. Архарлы кен кластерінің қалыптасу кезеңдері мен болашағы. // ҚазҰТЗУ Хабаршысы. 2018. №5 (129). Б. 9-16 (орыс тілінде)
3. Жәутіков Т.М., Алексеев В.А., Бекмагамбетов Д.Б., Бейсембаева Ж.Б., Жәутікова Г.Т., Рассадкин В.В., Умарбекова З.Т. Қазақстандағы алтын-күміс минерализациясы. // ХҚК XXXIII сессиясына арналған шығармалар жинағы (Осло-Норвегия): Алматы, 2008. – Б. 212-221 (орыс тілінде)
4. Рафаилович М.С. Қазақстан жер қойнауының алтыны: геология, металлогения, болжау және іздеу модельдері. // Қазақстанның геологиясы және жер қойнауын барлау. 2009. №2. Б. 13-24 (орыс тілінде)
5. Hedenquist J.W., Arribas A., Urien E. Барлау эпитеpmиялық алтын кен орындары: Тахо, Невада, 2018, Б. 245-277 (ағылшын тілінде)
6. Умарбекова З.Т. Архарлы алтын кен орнының гипергенез аймағындағы күміс галогенидтері олардың құрғақ және ыстық климат жағдайында түзілу көрсеткіштері ретінде (Жоңғар Алатауы, Қазақстан). / З.Т. Умарбекова, Г.Ж. Жолтаев, Б. Бакытжан. // Инженерлік зерттеулер мен технологиялардың халықаралық журналы. 2020. Т.13. №1. Б. 181-190 (ағылшын тілінде)
7. Sillitoe R.H. Алтын кен орындарының түрлері: шолу. // Экономикалық геологтар қоғамы. 2020. Б. 1-28 (ағылшын тілінде)
8. Умарбекова З.Т., Гадеев Р.Р., Бөлегенов Қ.У., Аманбаев Р.А. Жанартау қабаттарындағы кварц-адулярия алтын-күміс (Архарлы) түрі: Алматы: Сәтбаев университеті, 2018, Б. 7-12 (орыс тілінде)

9. Жәутікова Г.Т. Кенді тіректер Қазақстандағы ірі тамырлы кен орындарының сипатты элементтері болып табылады. // Халықаралық еңбектер. ғылыми-практикалық конф., Ташкент, 2003. – Б. 47-49 (орыс тілінде)
10. Сейтмұратова Е.Ю. Жоңғар-Балқаш губерниясының соңғы палеозойлық жанартаулық-плутондық белдеулерінің алтын құрамы (оны зерттеу және игеру мәселелері). // Қазақстанның геологиясы және жер қойнауын барлау. 1998. №2. Б. 13-24 (орыс тілінде)
11. Нарсеев В.А. Бағалы металдарды өндіруді дамытудың стратегиялық бағыты (ірі көлемді кен орындары мәселесі). / В.А. Нарсеев, В.М. Шашкин. // Геология және жер қойнауын қорғау. 2012. №1. Б. 2-5 (орыс тілінде)

## REFERENCES

1. Hedengvist J.W. Recent Developments in Understanding of and Exploration for Epithermal Deposits in Volcanic Arcs. // PACRIM Congress Abstract, 2015. – P. 1-6 (in English)
2. Umarbekova Z.T. Etapy formirovaniya i perspektivy Arkharlinskogo rudnogo uzla. // Vestnik KazNTU. 2018. №5 (129). S. 9-16 [Umarbekova Z.T. Stages of Formation and Prospects of the Arkharly Ore Node. // Bulletin of KazNTU. 2018. №5 (129). P. 9-16] (in Russian)
3. Zhautikov T.M., Alekseev V.A., Bekmagambetov D.B., Beisembaeva Zh.B., Zhautikova G.T., Rassadkin V.V., Umarbekova Z.T. Zoloto-serebryanoe orudnenie Kazakhstana. // Sb. trudov, posvyashchennyi XXXIII sessii MGK (Oslo-Norvegiya): Almaty, 2008. – S. 212-221 [Zhautikov T.M., Alekseev V.A., Bekmagambetov D.B., Beisembaeva Zh.B., Zhautikova G.T., Rassadkin V.V., Umarbekova Z.T. Gold-Silver Mineralization of Kazakhstan. // Proceedings of the XXXIII Session of the International Mineralogical Association (Oslo, Norway): Almaty, 2008. – P. 212-221] (in Russian)
4. Rafailovich M.S. Zoloto nedr Kazakhstana: geologiya, metallogeniya, prognozno-poiskovye modeli. // Geologiya i razvedka nedr Kazakhstana. 2009. №2. S. 13-24 [Rafailovich M.S. Gold of Kazakhstan's Subsurface: Geology, metallogeny, prognostic exploration models. // Geology and exploration of mineral resources in Kazakhstan. 2009. №2. P. 13-24] (in Russian)
5. Hedenkvist Dzh. V., Arribas A., Urien E. Exploration for epithermal gold deposits: Tahoe, Nevada, 2018, P. 245-277 (in English)
6. Umarbekova Z.T. Silver Halides in the Hypergene Zone of the Arkharly Gold Deposit as Indicators of their Formation in Dry and Hot Climate (Dzungar Alatau, Kazakhstan). / Umarbekova Z.T., Zholtaev G.Zh, Bakytzhan B. // International Journal of Engineering Research and Technology. 2020 Vol. 13. №1. P. 181-190 (in English)
7. Sillitoe R.H. Gold deposit types: A review. // Society of Economic Geologists. 2020. P. 1-28 (in English)
8. Umarbekova Z.T., Gadeev R.R., Bulegenov K.U., Amanbaev R.A. Kvarts-adulyarovy zolotoserebryanyi (Arkharlinskii) tip v vulkanicheskikh tolshchakh: Almaty: Universitet Satpaeva, 2018, S. 7-12 [Umarbekova Z.T., Gadeev R.R., Bulegenov K.U., Amanbaev R.A. Quartz-Adularia gold-silver (Arkharly) type in volcanic sequences: Almaty: Satbayev University, 2018, P. 7-12] (in Russian)
9. Zhautikova G.T. Rudnye stolby – kharakternye elementy krupnykh zhil'nykh mestorozhdenii Kazakhstana. // Trudy mezhdunarodn. nauchno-prakt. konf., Tashkent, 2003. – S. 47-49 [Zhautikova G.T. Ore Columns – Characteristic Features of Large Vein Deposits in Kazakhstan. // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Tashkent, 2003. – P. 47-49] (in Russian)
10. Seitmuratova E.Yu. Zolotonosnost' pozdnepaleozoiskikh vulkano-plutonicheskikh poyasov Dzhungaro-Balkhashskoi provintsii (problemy ee izucheniya i osvoeniya). // Geologiya i razvedka nedr Kazakhstana. 1998. №2. S. 13-24 [Seitmuratova E.Yu. Gold-bearing capacity of the Late Paleozoic volcano-plutonic belts of the Junggar-Balkhash province (issues of its study and development). // Geology and exploration of mineral resources in Kazakhstan. 1998. №2. P. 13-24] (in Russian)
11. Narseev V.A. Strategicheskoe napravlenie razvitiya dobychi blagorodnykh metallov (problema krupnoob'emnykh mestorozhdenii). / V.A. Narseev, V.M. Shashkin. // Geologiya i okhrana nedr. 2012. №1. S. 2-5 [Narseev V.A. Strategic direction of noble metals mining development (the problem of large-scale deposits). / Narseev V.A., Shashkin V.M. // Geology and mineral resources protection. 2012. №1. P. 2-5] (in Russian)

**Сведения об авторах:**

**Жолтаев Г.Ж.**, д-р геол.-минерал. наук, профессор, директор института геологических наук им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), [ignkis@mail.ru](mailto:ignkis@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-0167-0412>

**Умарбекова З.Т.**, д-р Ph.D, ведущий научный сотрудник Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), [zama7777@mail.ru](mailto:zama7777@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-7890-1851>

**Минискул Ш.Д.**, магистр техн. наук, научный сотрудник Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), [shat\\_230393@mail.ru](mailto:shat_230393@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-8878-2008>

**Аманбаев Р.А.**, МНС Института геологических наук им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан), [rustemamanbaev85@mail.ru](mailto:rustemamanbaev85@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-7798-1076>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Жолтаев Г.Ж.**, геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор, Қ.И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдары институтының директоры (Алматы қ., Қазақстан)

**Умарбекова З.Т.**, Ph.D докторы, Қ.И. Сәтбаев атындағы Геология ғылымдары институтының аға ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

**Минискул Ш.Д.**, техника ғылымдарының магистрі, Қ.И. Сәтбаев атындағы Геология ғылымы институтының ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

**Аманбаев Р.А.**, Қ.И. Сәтбаев атындағы Геология ғылымы институтының кіші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

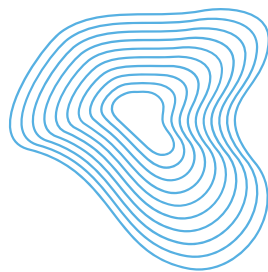
**Information about the authors:**

**Zholtaev G.Zh.**, Doctor of geological and Mineralogical Sciences, professor, director of the institute of geological sciences named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)

**Umarbekova Z.T.**, Dr. Ph.D, Senior Researcher at the Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)

**Miniskul Sh.D.**, Master of technical sciences, Researcher at the Institute of Geological Science named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)

**Amanbaev R.A.**, Researcher at the Institute of Geological Science named after K.I. Satpayev (Almaty, Kazakhstan)



**TECH MINING  
СИБИРЬ**

[www.techmining.ru](http://www.techmining.ru)

**ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ ДЛЯ  
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**4-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ, ВЫСТАВКА И ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ВИЗИТ НА НОВОАНГАРСКИЙ ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ**



**НОВОАНГАРСКИЙ  
ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ  
КОМБИНАТ**

**12-14 марта 2025  
Красноярск**



16+



Код МРНТИ 52:31:47

И.Д. Арыстан<sup>1</sup>, \*А.К. Матаев<sup>1</sup>, А.М. Хамзе<sup>1</sup>, Т.С. Ибырханов<sup>2</sup><sup>1</sup>НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»  
(г. Караганда, Казахстан),<sup>2</sup>НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени Каныша Сатпаева»  
(г. Алматы, Казахстан)

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РУДЫ И ПОРОД РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ОЦЕНКОЙ ПРИРОДНОГО ПОЛЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА

**Аннотация.** Цель научной статьи – проведение комплексного исследования механических свойств руд и пород месторождения Жиландинской группы, а также оценка природного поля напряженного состояния массива для решения геомеханических задач при оптимизации ведения горных работ. Тесты гидроразрыва на замерных станциях показали значительное тектоническое напряжение, связанное с формой структурных складок и трещиноватостью массива. Установлено, что для массива скальных пород характерна неравномерная трещиноватость. Она имеет тектоническое происхождение и в среднем составляет от 10-15 до 15-25 трещин на метр для различных литологических разновидностей.

**Ключевые слова:** напряженное состояние массива, руда, порода, численный анализ, трещиноватость, рудник, порода, выработка.

### Кен орындарының кені мен тау жыныстарының механикалық қасиеттерін массивтің кернеулі күйінің табиғи өрісін бағалай отырып зерттеу

**Аннотация.** Ғылыми мақаланың мақсаты Жиланды тобының кен орындары мен тау жыныстарының механикалық қасиеттеріне кененді зерттеу жүргізу, сондай-ақ тау-кен жұмыстарын жүргізуді оңтайландыру кезінде геомеханикалық мәселелерді шешу үшін массивтің кернеулі күйінің табиғи өрісін бағалау. Өлшеу станцияларындағы фрекинг сынақтары құрылымдық қатпарлардың пішініне және массивтің жарылуына байланысты айтарлықтай тектоникалық кернеуді көрсетті. Тау жыныстарының массиві біркелкі емес жарықшақпен сипатталатыны анықталды. Ол тектоникалық шыққан және әр түрлі литологиялық сорттар үшін орташа есеппен бір метрге 10-15-тен 15-25 жарықшаққа дейін. Станциялардағы максималды көлденең кернеу  $70^{\circ} \pm 10$  азимутқа бағытталған.

**Түйінді сөздер:** массивтің кернеу күйі, кен, тау жынысы, сандық талдау, жарықшақтық, кеніш, жыныс, қазба.

### The study of the mechanical properties of ore and rocks of ore deposits with an assessment of the natural field of the stressed state of the massif

**Abstract.** The purpose of the scientific article is to conduct a comprehensive study of the mechanical properties of ores and rocks of the Zhilandinsky group deposit, as well as an assessment of the natural field of the stressed state of the massif to solve geomechanical problems in optimizing mining operations. Hydraulic fracturing tests at measuring stations showed significant tectonic stress associated with the shape of structural folds and fracturing of the massif. It has been established that the rock mass is characterized by uneven fracturing. It has a tectonic origin and averages from 10-15 to 15-25 cracks per meter for various lithological varieties.

**Key words:** stress state of the massif, ore, rock, numerical analysis, fracturing, mine, rock, production.

### Введение

Геологическое разнообразие Казахстана имеет важное значение для размещения основных видов полезных ископаемых в различных его регионах [1, 2].

Горнодобывающая промышленность Республики Казахстан стала одной из самых конкурентоспособных отраслей страны, достигнув стабильного роста в начале XXI века. Этот успех в значительной степени обусловлен привлечением иностранных инвестиций для развития данного сектора экономики [3-5].

Для решения таких геомеханических задач как управление состоянием массива горных пород, поддержание горных выработок в устойчивом состоянии и безопасная их эксплуатация требуется более широкое изучение поведения горных пород в приконтурной части массива. Это позволит получить надежную и своевременную информацию о динамике напряженно-деформированного состояния массива вблизи горных выработок [6].

Проявление герцинского тектогенеза привело к образованию здесь структур II и более высокого порядков (куполов, мульд), осложненных продольными зонами сжатия типа флексур и дизъюнктивными нарушениями.

Месторождение Итауз представлено субвертикальными рудными телами мощностью от первых метров до 25 м. Обычно рудные тела имеют мощность 5-10 м. В геологическом строении принимают участие тонкозернистые алевролиты и аргиллиты, а также грубозернистые песчаники с

редкими прослоями внутриформационных конгломератов. Залегание пород крутопадающее с  $75-80^{\circ}$ . Породы разбиты сериями секущих трещин межпластовых и внутрипластовых. Трещины заполнены кальцитом, пустотами или материалом дробления. Верхняя часть месторождения отработана карьером. В настоящее время ведется подземная разработка системой подэтажного обрушения.

В данном исследовании мы анализируем механические свойства руд и пород месторождения Жиландинской группы с целью определения природного напряженного состояния массива. Это позволит нам эффективно решать геомеханические задачи и оптимизировать горные работы. Учитывая разнообразие геологических условий данной местности, наше исследование представляет ценность как для научного сообщества, так и для практического применения в горнодобывающей промышленности [7-10].

### Методика

К числу наиболее универсальных методов оценки природного поля напряжений относится метод гидроразрыва пород в скважине. С одной стороны, использование гидроразрыва пород в скважине эффективно при подробном исследовании полей напряжений в зонах влияния подземных и наземных сооружений. С другой стороны, этот метод может быть применен для диагностики напряженного состояния в глубоких скважинах и является одним из многих методов для этой цели.

Исходя из данных гидравлического испытания определяется меньшее значение горизонтальной компоненты напряжений, на основе которого вычисляется большее значение горизонтальной компоненты напряжений, при этом в расчете используются значения показателей физико-механических свойств массива горных пород в месте проведения эксперимента. Важно отметить, что вещественное содержание горных пород характеризует скорее качественное, а не количественное представление о физико-механических свойствах. Без измерения физико-механических свойств массива горных пород в месте проведения эксперимента результаты измерения напряжений методом гидроразрыва будут носить весьма приближенный характер.

**Определение физико-механических свойств горных пород**

*Образцы горных пород*

Исследованию поддавались пять проб горных пород. Из поставленных проб горных пород были выбурены лабораторные образцы для испытаний физико-механических свойств. Для каждой пробы проводились двенадцать испытаний (шесть испытаний в естественном и шесть – в водонасыщенном состояниях).

Технология отбора проб обеспечивала максимальное сохранение представительности руды или породы в пробе по составу, строению и состоянию. В качестве проб использовались монолиты, пригодные для выбуривания из них керны. Число и размеры проб определялись в зависимости от количества литологических разностей, вида намечаемых испытаний и числа изготавливаемых из проб образцов, подвергаемых испытаниям (с учетом повторности испытаний для определения коэффициентов вариации показателей, характеризующих неоднородность породы).

Для испытаний образцы руд и вмещающих пород брались с такими параметрами: диаметр – не менее  $30 \pm 1$  мм, высота –  $60 \pm 2$  мм, количество каждого типа образцов – не менее 3 штук.

Минимальные размеры рудных кусков, пригодных в качестве пробы для механических испытаний, применялись для монолитов не менее  $200 \times 200 \times 150$  мм, не считая мест, нарушенных при отделении от массива. При отборе керновых образцов на Жиландинском месторождении данные условия были соблюдены.

*Приборы для выполнения экспериментов в шахтных условиях*

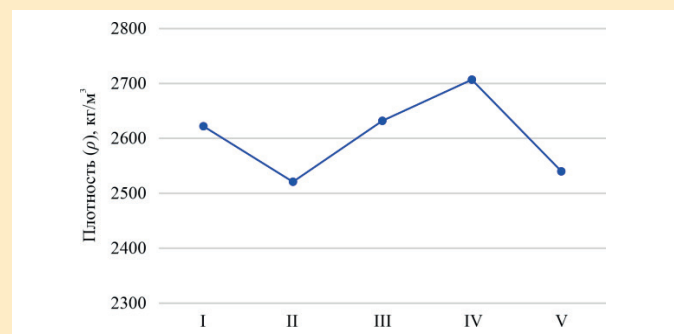
В комплект оборудования для выполнения экспериментальных работ в шахтных условиях входят: измерительно-вычислительный комплекс «Гидроразрыв», скважинный видеозонд для обследования измерительных скважин, а также устройства для нарезания кольцевых и продольных щелей на стенках скважины. В состав измерительно-вычислительного комплекса «Гидроразрыв» входят: двухпакерный зонд, ручной насос, манометр, напорные трубопроводы, коммутирующее оборудование, а также система регистрации давления, состоящая из прессметра с датчиком давления, персональный компьютер, соединительные кабели и зарядное устройство. Этот состав оборудования является переносным и предназначен для применения в подземных условиях. В подземных ус-

ловиях прессметр по беспроводной связи передает экспериментальные данные в персональный компьютер, в котором они сохраняются и автоматически обрабатываются.

**Результаты и обсуждения**

В результате проведения серии экспериментальных исследований ниже представлены результаты лабораторных испытаний, направленных на определение деформационно-прочностных характеристик образцов горных пород. Основные результаты представлены в виде графиков (рис. 1-7), а их анализ приведен в табл. 2-7.

На рисунке 1 представлены результаты определения плотности проб при естественной влажности ( $\rho$ ). Значения плотности проб колеблются в пределах от  $2521 \text{ кг/м}^3$  до  $2707 \text{ кг/м}^3$ .



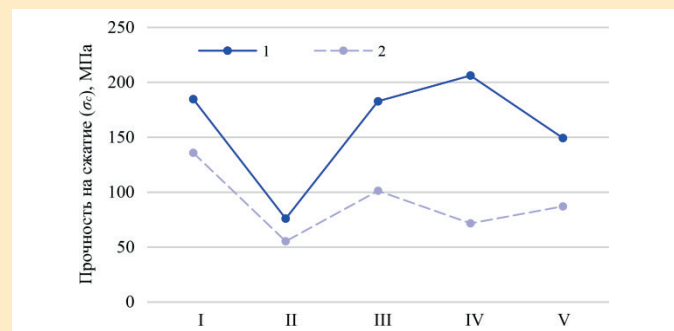
*по горизонтали: исследуемый параметр*

**Рис. 1. Усредненные плотности проб при естественной влажности ( $\rho$ ),  $\text{кг/м}^3$ .**

**Сурет 1. Табиғи ылғалдылықтағы сынамалардың орташа тығыздығы ( $\rho$ ),  $\text{кг/м}^3$ .**

**Figure 1. Average sample densities at natural humidity ( $\rho$ ),  $\text{кг/м}^3$ .**

На рис. 2 представлены усредненные пределы прочности проб на одноосное сжатие ( $\sigma_c$ ) в естественном и водонасыщенном состояниях.



*по горизонтали: исследуемый параметр*

**Рис. 2. Усредненные пределы прочности проб на одноосное сжатие ( $\sigma_c$ ), МПа: 1 – в естественном состоянии; 2 – в водонасыщенном состоянии.**

**Сурет 2. Бір осьті қысуға арналған сынамалар беріктігінің орташа шектері ( $\sigma_c$ ), МПа: 1 – табиғи жағдайда; 2 – суға қаныққан күйде.**

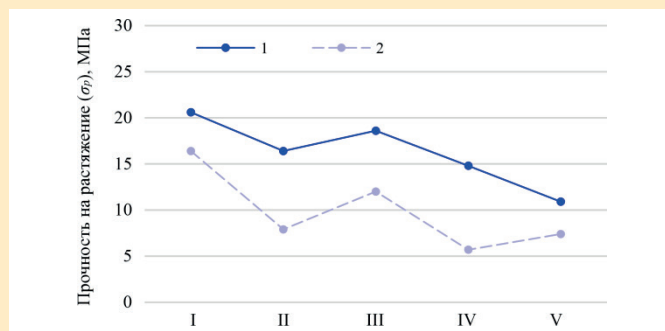
**Figure 2. Average strength limits of samples for uniaxial compression ( $\sigma_c$ ), МПа: 1 – in the natural state; 2 – in the water-saturated state.**



Для анализа предоставленных данных сравним средний предел прочности проб в естественном состоянии на одноосное сжатие ( $\sigma_c^e$ ) и в водонасыщенном состоянии ( $\sigma_c^w$ ) для каждой из проб (табл. 1).

Во всех пробах наблюдается снижение предела прочности на одноосное сжатие при водонасыщении. Это указывает на то, что насыщение водой существенно ослабляет породы. Проба IV демонстрирует самое значительное снижение предела прочности: с 206.3 до 71.7 МПа, что составляет 134.6 МПа или 65.2%. Проба I имеет самое небольшое снижение в абсолютных значениях: с 184.7 до 135.9 МПа, что составляет 48.8 МПа или 26.4%. Таким образом наблюдается значительное снижение предела прочности при водонасыщении во всех представленных пробах. Наиболее уязвимой к водонасыщению является проба IV, которая теряет более 65% своей прочности. Наименее уязвима к водонасыщению проба I, теряющая около 26% прочности.

На рис. 3 представлены усредненные пределы прочности проб на одноосное растяжение ( $\sigma_p$ ) в естественном и водонасыщенном состоянии.



по горизонтали: исследуемый параметр

**Рис. 3.** Усредненные пределы прочности проб на одноосное растяжение ( $\sigma_p$ ), МПа: 1 – в естественном состоянии; 2 – в водонасыщенном состоянии.

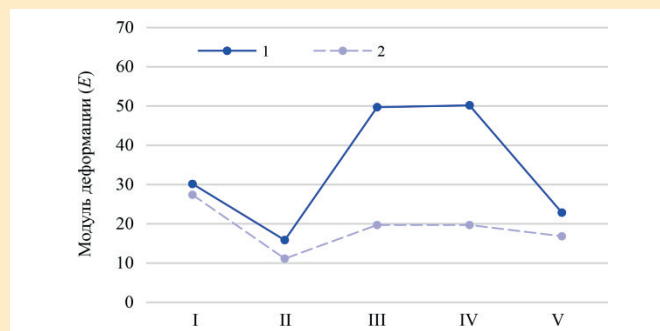
**Сурет 3.** Бір осьтік созылу сынамаларының орташа беріктік шектері ( $\sigma_p$ ), МПа: 1 – табиғи жағдайда; 2 – суға қаныққан күйде.

**Figure 3.** Average strength limits of samples for uniaxial tension ( $\sigma_p$ ), МПа: 1 – in the natural state; 2 – in the water-saturated state.

Для анализа предоставленных данных сравним средний предел прочности проб в естественном состоянии на одноосное растяжение ( $\sigma_p^e$ ) и в водонасыщенном состоянии ( $\sigma_p^w$ ) для каждой из проб (табл. 2).

Подобно одноосному сжатию, все пробы демонстрируют снижение предела прочности на растяжение при водонасыщении. Проба IV демонстрирует самое значительное снижение предела прочности: с 14.8 до 5.7 МПа, что составляет 9.1 или 61.49%. Проба V имеет самое небольшое снижение в абсолютных значениях: с 10.9 до 7.4 МПа, что составляет 3.5 МПа или 32.11%. Соответственно во всех пробах наблюдается значительное снижение предела прочности на растяжение при водонасыщении. Наибольшее снижение, как в абсолютных, так и в процентных значениях, наблюдается у пробы IV, что подтверждает ее высокую уязвимость к водонасыщению. Наименьшее снижение у пробы I, что говорит о ее относительной устойчивости к воздействию воды.

На рис. 4 представлены усредненные модули деформации проб ( $E$ ) в естественном и водонасыщенном состоянии.



по горизонтали: исследуемый параметр

**Рис. 4.** Усредненные модули деформации проб ( $E$ ), ГПа: 1 – в естественном состоянии; 2 – в водонасыщенном состоянии.

**Сурет 4.** Сынамалардың деформациясының орташа модульдері ( $E$ ), ГПа: 1 – табиғи жағдайда; 2 – суға қаныққан күйде.

**Figure 4.** Averaged modulus of deformation of samples ( $E$ ), GPa: 1 – in the natural state; 2 – in the water-saturated state.

Таблица 1

Сравнение данных пределов прочности проб на одноосное сжатие ( $\sigma_c$ )

Кесте 1

Бір осьті қысу сынамаcының беріктік шектерінің деректерін салыстыру ( $\sigma_c$ )

Table 1

Comparison of data on the strength limits of uniaxial compression samples ( $\sigma_c$ )

Исследуемый параметр	I	II	III	IV	V
Средний предел прочности проб в естественном состоянии на одноосное сжатие ( $\sigma_c^e$ ), МПа	184.7	76.0	182.8	206.3	149.3
Средний предел прочности проб в водонасыщенном состоянии на одноосное сжатие ( $\sigma_c^w$ ), МПа	135.9	55.3	101.3	71.7	87.1
Разница ( $\Delta$ ), МПа	48.8	20.7	81.5	134.6	62.2
Процентное изменение ( $\Delta$ ), %	-26.4	-27.2	-44.6	-65.2	-41.6

Сравнение данных пределов прочности проб на растяжение ( $\sigma_p$ )

Таблица 2

Созылу сынамастының беріктік шектерінің деректерін салыстыру ( $\sigma_p$ )

Кесте 2

Comparison of data on tensile strength of samples ( $\sigma_p$ )

Table 2

Исследуемый параметр	I	II	III	IV	V
Средний предел прочности проб в естественном состоянии на одноосное растяжение ( $\sigma_p^e$ ), МПа	20.6	16.4	18.6	14.8	10.9
Средний предел прочности проб в водонасыщенном состоянии на одноосное растяжение ( $\sigma_p^w$ ), МПа	16.4	7.9	12.0	5.7	7.4
Разница ( $\Delta$ ), МПа	4.2	8.5	6.6	9.1	3.5
Процентное изменение ( $\Delta$ ), %	-20.3	-51.8	-35.4	-61.4	-32.1

Сравнение данных модуля деформации проб ( $E$ )

Таблица 3

Үлгі деформациясы Модулінің деректерін салыстыру ( $E$ )

Кесте 3

Comparison of sample deformation modulus data ( $E$ )

Table 3

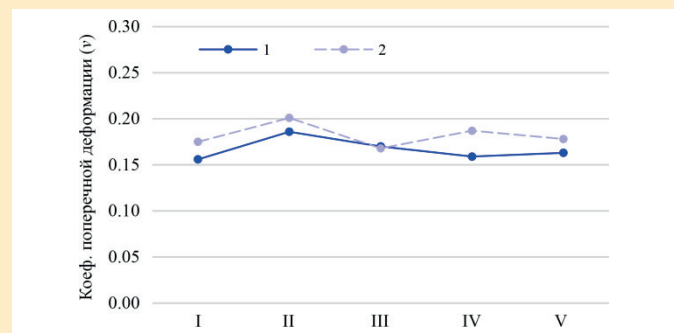
Исследуемый параметр	I	II	III	IV	V
Средний модуль деформации проб в естественном состоянии ( $E^e$ ), ГПа	30.1	15.8	49.7	50.1	22.8
Средний модуль деформации проб в водонасыщенном состоянии ( $E^w$ ), ГПа	27.3	11.1	19.6	19.6	16.8
Разница ( $\Delta$ ), ГПа	2.7	4.7	30.0	30.4	6.0
Процентное изменение ( $\Delta$ ), %	-9.1	-29.7	-60.3	-60.7	-26.2

Для анализа предоставленных данных сравним усредненные модули деформации проб в естественном ( $E^e$ ) и в водонасыщенном ( $E^w$ ) состоянии для каждой из проб (табл. 3).

Все пробы демонстрируют снижение модуля деформации при водонасыщении. Пробы III и IV показывают наиболее значительное снижение модуля деформации: у пробы III – с 49.7 до 19.6 ГПа, что составляет 30.0 ГПа или 60.37%, у пробы IV – с 50.1 до 19.6 ГПа, что составляет 30.4 или 60.7%. Проба I имеет самое небольшое снижение в абсолютных значениях: с 30.1 до 27.3 ГПа, что составляет 2.7 ГПа или 9.1%. Следовательно, во всех пробах наблюдается снижение модуля деформации при водонасыщении, что свидетельствует об уменьшении жесткости материала под воздействием воды. Наибольшее снижение наблюдается у проб III и IV, которые теряют более 60% своей жесткости. Наименьшее снижение у пробы I, что указывает на ее относительную устойчивость к воздействию воды.

На рис. 5 представлены усредненные коэффициенты поперечной деформации проб ( $\nu$ ) в естественном и водонасыщенном состоянии.

Для анализа предоставленных данных сравним усредненные коэффициенты поперечной деформации проб в естественном ( $\nu^e$ ) и в водонасыщенном ( $\nu^w$ ) состоянии для каждой из проб (табл. 4).



по горизонтали: исследуемый параметр

Рис. 5. Усредненные коэффициенты поперечной деформации проб в естественном состоянии ( $\nu$ ):

1 – в естественном состоянии; 2 – в водонасыщенном состоянии.

Сурет 5. Табиғи жағдайда алынған үлгілердің орташа көлденең деформация коэффициенттері ( $\nu$ ): 1 – табиғи жағдайда; 2 – суға қаныққан жағдайда.

Figure 5. The average coefficients of transverse deformation of samples in the natural state ( $\nu$ ): 1 – in the natural state; 2 – in the water-saturated state.

В большинстве проб коэффициент поперечной деформации увеличивается при водонасыщении, за исключением пробы III, где наблюдается незначительное снижение.

Таблица 4

Сравнение данных коэффициентов поперечной деформации проб ( $\nu$ )

Кесте 4

Сынаманың көлденең деформация коэффициенттерінің деректерін салыстыру ( $\nu$ )

Table 4

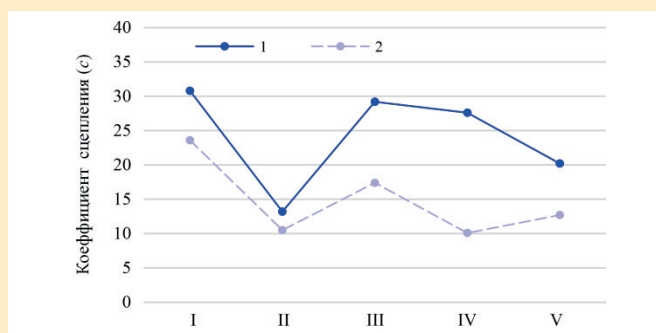
Comparison of these coefficients of transverse deformation of samples ( $\nu$ )

Исследуемый параметр	I	II	III	IV	V
Средний коэффициент поперечной деформации проб в естественном состоянии ( $\nu^e$ )	0.156	0.186	0.170	0.159	0.163
Средний коэффициент поперечной деформации проб в водонасыщенном состоянии ( $\nu^w$ )	0.175	0.201	0.166	0.187	0.178
Разница ( $\Delta$ )	0.019	0.015	-0.002	0.028	0.015
Процентное изменение ( $\Delta$ ), %	12.18	8.06	-1.18	17.61	9.20

Проба IV демонстрирует наибольшее увеличение коэффициента поперечной деформации: с 0.159 до 0.187, что составляет 0.028 или 17.61%. Проба IV показывает наибольшее увеличение коэффициента поперечной деформации: с 0.159 до 0.187, что составляет 0.028 или 17.61%. Во всех пробах, за исключением пробы III, наблюдается увеличение коэффициента поперечной деформации при водонасыщении, что указывает на повышение гибкости материала в поперечном направлении под воздействием воды. Наибольшее увеличение коэффициента поперечной деформации наблюдается у пробы IV, что свидетельствует о ее высокой чувствительности к водонасыщению.

На рис. 6 представлены усредненные коэффициенты сцепления проб ( $c$ ) в естественном и водонасыщенном состоянии.

Для анализа предоставленных данных сравним усредненные коэффициенты сцепления проб в естественном ( $c^e$ ) и в водонасыщенном ( $c^w$ ) состоянии для каждой из проб (табл. 5).



по горизонтали: исследуемый параметр

Рис. 6. Усредненные коэффициенты сцепления проб ( $c$ ): 1 – в естественном состоянии; 2 – в водонасыщенном состоянии.

Сурет 6. Үлгілердің орташа ілінісу коэффициенттері ( $c$ ): 1 – табиғи жағдайда; 2 – суға қаныққан жағдайда.  
Figure 6. The average coefficients of adhesion of samples ( $c$ ): 1 – in the natural state; 2 – in the water-saturated state.

Таблица 5

Сравнение данных коэффициентов сцепления проб ( $c$ )

Кесте 5

Сынамалардың ілінісу коэффициенттерінің деректерін салыстыру ( $c$ )

Table 5

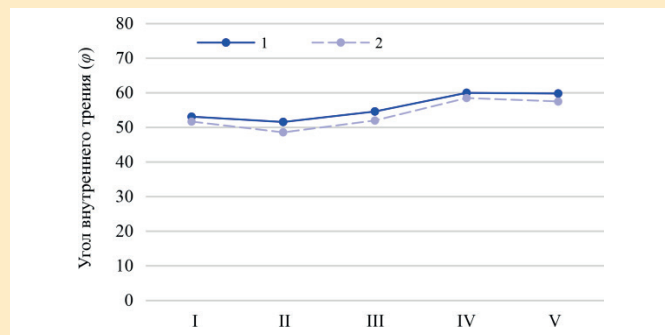
Comparison of these sample adhesion coefficients ( $c$ )

Исследуемый параметр	I	II	III	IV	V
Средний коэффициент сцепления проб в естественном состоянии ( $c^e$ )	30.8	13.2	29.2	27.6	20.2
Средний коэффициент сцепления проб в водонасыщенном состоянии ( $c^w$ )	23.6	10.5	17.4	10.1	12.7
Разница ( $\Delta$ )	7.2	2.7	11.8	17.5	7.5
Процентное изменение ( $\Delta$ ), %	-23.3	-20.45	-40.41	-63.41	-37.13

Во всех пробах наблюдается снижение коэффициента сцепления при водонасыщении. Проба IV демонстрирует самое значительное снижение коэффициента сцепления: с 27.6 до 10.1 МПа, что составляет 17.5 МПа или 63.41%. Проба II имеет самое небольшое снижение в абсолютных значениях: с 13.2 до 10.5 МПа, что составляет 2.7 или 20.45%. Таким образом во всех про-

бах наблюдается значительное снижение коэффициента сцепления при водонасыщении. Наибольшее снижение, как в абсолютных, так и в процентных значениях, наблюдается у пробы IV, что подтверждает ее высокую уязвимость к водонасыщению. Наименьшее снижение у пробы II, что говорит о ее относительной устойчивости к воздействию воды.

На рис. 7 представлены усредненные углы внутреннего трения ( $\varphi$ ) в естественном и водонасыщенном состоянии.



по горизонтали: исследуемый параметр

**Рис. 7. Усредненные углы внутреннего трения проб ( $\varphi$ ): 1 – в естественном состоянии; 2 – в водонасыщенном состоянии.**

**Сурет 7. Сынамалардың ішкі үйкелісінің орташа бұрыштары ( $\varphi$ ): 1 – табиғи күйде; 2 – суға қаныққан күйде.**

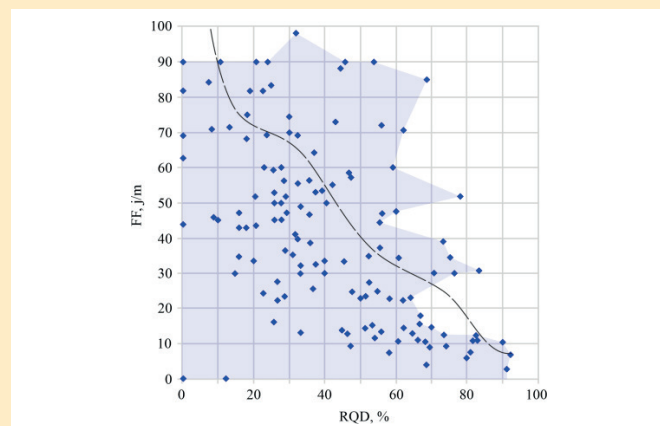
**Figure 7. The average angles of internal friction of the samples ( $\varphi$ ): 1 – in the natural state; 2 – in the water-saturated state.**

Для анализа предоставленных данных сравним усредненные углы внутреннего трения проб в естественном ( $\varphi^e$ ) и в водонасыщенном ( $\varphi^w$ ) состоянии для каждой из проб (табл. 6).

В большинстве проб средний угол внутреннего трения снижается при водонасыщении. Пробы II и IV показывают наибольшее снижение угла внутреннего трения: у пробы II с 51.6 до 48.6°, у пробы IV с 60.0 до 58.5°. Проба I показывает наименьшее снижение угла внутреннего трения: с 53.1 до 51.7°. Следовательно, средний угол внутреннего трения снижается в большинстве проб при водонасыщении, что указывает на уменьшение сцепления между частицами материала. Наибольшее снижение угла внутреннего трения наблюдается у пробы II и IV, что свидетельствует о более сильном размывании материала водой и ухудшении его способности сопротивляться сдвиговым напряжениям.

По результатам сокращенного геомеханического документирования керна геологоразведочных работ на место-

рождении Итауз, была проведена обработка данных по нарушенности массива трещинами. Породы месторождения изменяются от среднетрещиноватых до массивных, со средним RQD около 70-80% (рис. 8).



**Рис. 8. Зависимость RQD от FF по данным всех скважин по месторождению Итауз.**

**Сурет 8. Итауз кен орны бойынша барлық ұңғымалардың деректері бойынша QD-нің FF-ге тәуелділігі.**

**Figure 8. Dependence of QD on FF according to data from all wells in the Itauz field.**

#### Выводы

Таким образом важно акцентировать внимание на важности учета водонасыщения при оценке природного поля напряженного состояния массива. Такие данные позволяют более точно предсказывать поведение массива горных пород в различных условиях и принимать обоснованные решения при проектировании и эксплуатации горных выработок.

Установлено, что для массива скальных пород характерна неравномерная трещиноватость. Она имеет тектоническое происхождение и для различных литологических разновидностей в среднем составляет от 10-15 до 15-25 трещин на метр.

На двух замерных станциях проведено в общей сложности 35 тестов гидроразрыва, которые выявили параметры

#### Сравнение данных углов внутреннего трения проб ( $\varphi$ )

Сынамалардың ішкі үйкеліс бұрыштарының деректерін салыстыру ( $\varphi$ )

Comparison of the data of the internal friction angles of the samples ( $\varphi$ )

Таблица 6

Кесте 6

Table 6

Исследуемый параметр	I	II	III	IV	V
Средний угол внутреннего трения проб в естественном состоянии ( $\varphi^e$ ), град	53.1	51.6	54.6	60.0	59.8
Средний угол внутреннего трения проб в водонасыщенном состоянии ( $\varphi^w$ ), град	51.7	48.6	52.0	58.5	57.5
Разница ( $\Delta$ ), град	1.4	3.0	2.6	1.5	2.3
Процентное изменение ( $\Delta$ ), %	-2.6	-6.1	-5.0	-2,5	-3.8



напряжений в массиве пород. Для замерной станции №1 на глубине 123.5 м литостатическое давление составляет около 9.0 МПа, при этом минимальное горизонтальное напряжение варьируется от 10.55 до 11.68 МПа, максимальное горизонтальное – от 18.36 до 20.76 МПа, а вертикальное напряжение равно 9.12 МПа. Для замерной станции №2 на глубине 42 м литостатическое давление составляет около 8.5 МПа, минимальное горизонтальное напряжение

варьируется от 11.63 до 13.5 МПа, максимальное горизонтальное – от 15.0 до 17.2 МПа, а вертикальное напряжение составляет от 8.08 до 9.0 МПа. Максимальное горизонтальное напряжение на обеих станциях ориентировано по азимуту  $70^{\circ} \pm 10$ . В целом, данные указывают на наличие тектонического напряжения в массиве, которое связано с формой структурных складок и тектонической трещиноватостью.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Матаев А.К. Исследование геомеханической обстановки массива горных пород в зоне влияния очистных работ на шахте имени 10-летия Независимости Казахстана. / А.К. Матаев, А.С. Кайназарова, И.Д. Арыстан, Е.А. Абеуов, А.С. Кайназаров, М.Б. Байзбаев, В.Ф. Демин, М.Г. Султанов. // Разработка месторождений полезных ископаемых. 2021. Т. 15. Вып. 1. С. 1-10 (на английском языке)
2. Султанов М.Г. Выбор параметров крепи и технологии ее возведения на месторождении «Восход». / М.Г. Султанов, А.К. Матаев, Д.С. Кауметова, Р.М. Абдрашев, А.С. Куантай, Б.М. Орынбаев. // Уголь. 2020. №10. С. 17-22 (на русском языке)
3. Сладковский А. Определение рациональной вместимости бункера для циклической и непрерывной технологии в карьерах. / А. Сладковский, А. Утегенова, К. Елемесов, И. Столповских. // Научный вестник Национального Горного университета. 2017. №6. С. 29-33 (на английском языке)
4. Ванг К. Новое трехосное испытательное устройство с высокотемпературным модулем для определения термомеханических свойств твердых пород. / К. Ванг, З. Лю, Х. Чжоу, К. Ванг, У. Шен // Европейский журнал охраны окружающей среды и гражданского строительства. 2023. №27 (4). С.1697-1714 (на английском языке)
5. Griffiths D.V. Анализ устойчивости склона с помощью конечных элементов. / Griffiths D.V., Lane P.A. // Геотехника. 1999. Вып.49. №3. С. 387-403 (на английском языке)
6. Hoek E., Carranza-Torres C., Corkum B. Критерий Хука-Брауна – издание 2002 года. // В материалах 5-го Североамериканского симпозиума по механике горных пород и 17-й Ассоциации проходчиков Канады: NARMS-TAC 2002, Торонто, Канада, под ред. Р.Э. Хамма и др. 2002. Вып. 1. – С. 267-273 (на английском языке)
7. Duncan J.M. Современное состояние: предельное равновесие и конечно-элементный анализ склонов. // Журнал геотехнической инженерии. 1996. Вып. 122. №7. С. 577-596 (на английском языке)
8. Брейди Х.Г., Браун Э.Т. Механика горных пород: для подземных горных работ: Нью-Йорк: Springer Science & Business Media, 1985, С. 628 с (на английском языке)
9. Stephenson R.M., Sandy M.P. Оптимизация проектирования очистных забоев и наземной поддержки – тематическое исследование. // Наземная поддержка 2013: продолжение 7-го междунар. симпозиума по наземной поддержке в горнодобывающей промышленности и подземном строительстве, Перт, 2013. – С. 387-400 (на английском языке)
10. Nickson S.D. Руководство по прокладке кабелей для подземных горных работ в твердых породах, Ванкувер, Университет Британской Колумбии, 1992. – С. 223 (на английском языке)

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Матаев А.К. Қазақстан Тәуелсіздігінің 10 жылдығы атындағы шахтадағы тазарту жұмыстарының әсер ету аймағындағы тау алабындағы геомеханикалық жағдайды зерттеу. / А.К. Матаев, А.С. Қайназарова, И.Д. Арыстан, Е. Абеуов, А.С. Қайназаров, М.Б. Байзбаев, В.Ф. Демин, М.Г. Сұлтанов // Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру. 2021. Т. 15. Шығ. 1. Б. 1-10 (ағылшын тілінде)
2. Сұлтанов М.Г. «Восход» көмір кен орнында бекіту параметрлерін және оны салу технологиясын таңдау. / М.Г. Сұлтанов, А.К. Матаев, Д.С. Кауметова, Р.М. Абдрашев, А.С. Куантай, Б.М. Орынбаев. // Көмір. 2020. №10. Б. 17-22 (орыс тілінде)
3. Сладковский А. Карьерлердегі циклдік және үздіксіз технология үшін бункердің ұтымды сыйымдылығын анықтау. / А. Сладковский, А. Утегенова, К. Елемесов, И. Столповских. // Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. 2017. №6. Б. 29-33 (ағылшын тілінде)
4. Ван К. Қатты жыныстардың термиялық механикалық қасиеттерін сипаттауға арналған жоғары температуралы модулі бар жаңа шынайы триаксиалды сынақ құрылғысы. / К. Ван,



3. Лю, Х. Чжоу, К. Ван, В. Шен. // Еуропалық экологиялық және азаматтық құрылыс журналы. 2023. №27 (4). Б. 1697-1714 (ағылшын тілінде)
5. Griffiths D.V. Соңғы элементтердің көмегімен көлбеу тұрақтылықты талдау. / Griffiths D.V., Lane P.A. // Геотехника. 1999. Шығ. 49. №3. Б. 387-403 (ағылшын тілінде)
6. Hoek E., Carranza-Torres C., Corkum B. Хук-Браун критерийі – 2002 жылғы басылым. // 5-ші Солтүстік Америка тау жыныстары механикасы симпозиумының және Канаданың 17-ші өткізгіштер қауымдастығының материалдарында: Narms-tac 2002, Торонто, Канада, өңдеген Р.Э. Хаммах және басқалар. 2002. Шығ. 1. – Б. 267-273 (ағылшын тілінде)
7. Duncan J.M. Қазіргі жағдай: шекті теңестірік және беткейлердің ақырлы элементтік талдауы. // Геотехникалық инженерия журналы. 1996. Шығ. 122. № 7. Б. 577-596 (ағылшын тілінде)
8. Брейди Х.Г., Браун Э.Т. Тау жыныстарының механикасы: жерасты тау-кен жұмыстары үшін: Нью-Йорк: Springer Science & Business Media, 1985, Б. 628 (ағылшын тілінде)
9. Stephenson R.M., Sandy M.P. Тазарту кенжарының дизайны мен жердегі қолдауды оңтайландыру – кейс-стади. // Жердегі қолдау 2013: 7-ші интернационалдан. симпозиумдар. тау-кен өнеркәсібіндегі және жерасты құрылысындағы жер үсті тірегі туралы, Перт, 2013. – Б. 387-400 (ағылшын тілінде)
10. Nikson S.D. Қатты тау жыныстары шахталарында жерасты жұмыстарына арналған кабельдерді бекіту бойынша нұсқаулық, Ванкувер: Британдық Колумбия университеті, 1992. – Б. 223 (ағылшын тілінде)

## REFERENCES

1. Matayev A.K. Research into rock mass geomechanical situation in the zone of stope operations influence at the 10th Anniversary of Kazakhstan's Independence mine. / Matayev A.K., Kainazarova A.S., Arystan I.D., Abeuov Ye., Kainazarov A.S., Baizbayev M.B., Demin V.F., Sultanov M.G. // Mining of Mineral Deposits. 2021. Vol. 15. Issue 1. P. 1-10 (in English)
2. Sultanov M.G. Vybor parametrov krep'i i tekhnologii ee vozvedeniya na mestorozhdenii «Voskhod». / M.G. Sultanov, A.K. Mataev, D.S. Kaumetova, R.M. Abdrashev, A.S. Kuantai, B.M. Orynbaev. // Ugol'. 2020. №10. S. 17-22 [Sultanov M.G. The choice of the parameters of the support and the technology of its construction at the Voskhod deposit. / Sultanov M.G., Mataev A.K., Kaumetova D.S., Abdrashev R.M., Kuantai A.S., Orynbaev B.M. // Coal. 2020. №10. P. 17-22] (in Russian)
3. Sladkowski A. Determining of the rational capacity of a bunker for cyclic-andcontinuous technology in quarries. / Sladkowski A., Utegenova A., Elemesov K., Stolpovskikh I. // Scientific Bulletin of the National Mining University. 2017. №6. P. 29-33 (in English)
4. Wang C. A novel true triaxial test device with a high-temperature module for thermalmechanical property characterization of hard rocks. / Wang C., Liu Z., Zhou H., Wang K., Shen W. // European Journal of Environmental and Civil Engineering. 2023. №27 (4). P. 1697-1714 (in English)
5. Griffiths D.V. Slope stability analysis by finite elements. / Griffiths D.V., Lane P.A. // Geotechnique. 1999. Vol. 49. №3. P. 387-403 (in English)
6. Hoek E., Carranza-Torres C., Corkum B. Hoek-Brown criterion – 2002 edition. // In Proceedings of the 5th North American Rock Mechanics Symposium and the 17th Tunnelling Association of Canada: NARMS-TAC. 2002, Toronto, Canada eds. R.E. Hammah et al. 2002. Vol. 1. – P. 267-273 (in English)
7. Duncan J.M. State of the art: limit equilibrium and finite-element analysis of slopes. // Journal of Geotechnical Engineering. 1996. Vol. 122. №7. P. 577-596 (in English)
8. Brady H.G., Brown E.T. Mechanics of rocks: For underground mining: New York: Springer Science & Business Media, 1985, P. 628 (in English)
9. Stephenson R.M., Sandy M.P. Optimising stope design and ground support – a case study. // Ground Support 2013: proceed of the 7th Internat. sympos. on Ground Support in Mining and Underground Construction, Perth, 2013. – P. 387-400 (in English)
10. Nickson S.D. Cable support guidelines for underground hard rock mine operations, Vancouver, University of British Columbia, 1992. – P. 223 (in English)

## Сведения об авторах:

**Арыстан И.Д.**, к.т.н., профессор кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), [arystan39@mail.ru](mailto:arystan39@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1434-8644>

**Матаев А.К.**, Ph.D, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), [a.mataev@kstu.kz](mailto:a.mataev@kstu.kz); <https://orcid.org/0000-0001-9033-8002>

*Хамзе А.М.*, магистр технических наук, преподаватель кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых», НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), [a.hamze@kstu.kz](mailto:a.hamze@kstu.kz); <https://orcid.org/0009-0006-7170-8438>

*Ибырханов Т.С.*, докторант кафедры «Горное дело» НАО «Каззахский национальный исследовательский технический университет имени Каныша Сатпаева» (г. Алматы, Казахстан), [ibyrkhanov.t@stud.satbayev.university](mailto:ibyrkhanov.t@stud.satbayev.university); <https://orcid.org/0009-0001-6344-8270>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

*Арыстан И.Д.*, т.ғ.к., «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының профессоры, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

*Матаев А.Қ.*, Ph.D, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

*Хамзе А.М.*, техника ғылымдарының магистрі, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының оқытушысы, КеАҚ «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» (Қарағанды қ., Қазақстан)

*Ибырханов Т.С.*, «Тау-кен ісі» кафедрасының докторанты, «Қаныш Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» (Алматы қ., Қазақстан)

**Information about the authors:**

*Arystan I.D.*, candidate of Technical Sciences, Professor of the department «Development of mineral deposits», NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

*Matayev A.K.*, Ph.D, senior lecturer of the Department «Development of mineral deposits», NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

*Khamze A.M.*, Master of Technical Sciences, lecturer of the department «Development of mineral deposits», NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

*Ibyrkhanov T.S.*, doctoral student of the Mining Department of the Kazakh National Research Technical University named after Kanysh Satpayev (Almaty, Kazakhstan)

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

# СПТО КРАНЫ

СПЕЦТЕХНИКА И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**18-20 марта 2025 г.**  
УВК Тимирязев центр

СПТО КРАНЫ

WWW.CRANE-EXPO.RU



Код МРНТИ 52.13.15

D. Ivadilina<sup>1</sup>, \*A. Rymkulova<sup>2</sup>, A. Makasheva<sup>1</sup>, Andrii Smirnov<sup>3</sup><sup>1</sup>*Abylka Saginov Karaganda Technical University NJSC (Karaganda, Kazakhstan),*<sup>2</sup>*Scientific and Technical Center for Industrial Safety LLP (Karaganda, Kazakhstan),*<sup>3</sup>*M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine)*

## SUBSTANTIATING INTER-CHAMBER PILLAR PARAMETERS WHEN DEVELOPING INCLINED BEDDING

**Abstract.** The article deals with the development of a technological flowchart of inclined deposits with the angle of incidence of 20-35 degrees by the example of the Zhilandy deposit. The values of the main compressive and tensile stresses were determined depending on the mining depth. The parameters of barrier and inter-chamber pillars were calculated taking into account the depth of development, the thickness and the ore deposit angle of incidence, the complexity of the mining and geological conditions of development, the physical and mechanical properties of rocks, fracturing and the structure of the enclosing rocks. The permissible parameters of the stope and the inter-chamber pillar were determined depending on the angle of occurrence. It was established that an inter-chamber pillar of a classical vertical shape as permissible only if the angle of incidence of the ore body was within 25 degrees; in the other cases, the rock massif is unstable and the probability of collapse of the inter-chamber pillar is very high.

**Key words:** bedding angle, stress-strain state modeling of the massif, inter-chamber pillar, barrier pillar, rock collapse, safety factor (strength factor).

### Көлбеу кен орындарын игеру кезінде камерааралық целиктердің параметрлерін негіздеу

**Аннотация.** Мақала жыланды кен орнының мысалында 20-35 градус құлау бұрышы бар көлбеу кен орындарын өңдеудің технологиялық схемасын әзірлеуге арналған. Негізгі қысу және созылу кернеулерінің шамалары жұмыс тереңдігіне байланысты анықталады. Кен орнының игеру тереңдігін, қуаты мен құлау бұрышын, игерудің тау-кен-геологиялық жағдайларының күрделілігін, тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін, жарықтар мен сыйымды жыныстардың құрылысын ескере отырып, тосқауыл және камерааралық бүтіндіктердің параметрлерін есептеу жүзеге асырылды. Тазарту камерасының және камерааралық тұтастықтың рұқсат етілген параметрлері пайда болу бұрышына байланысты анықталды. Классикалық тік форманың камерааралық тұтастығы кен денесінің құлау бұрышы 25 градусқа дейін болған жағдайда ғана рұқсат етілетіні анықталды, қалған жағдайларда тау жотасы тұрақты емес және камерааралық тұтастықтың құлау ықтималдығы өте жоғары.

**Түйінді сөздер:** пайда болу бұрышы, массив кернеуленуін модельдеу, камерааралық целик, тосқауыл целик, тау жыныстарының құлауы, қауіпсіздік коэффициенті.

### Обоснование параметров межкамерных целиков при разработке наклонных залежей

**Аннотация.** Статья посвящена разработке технологической схемы отработки наклонных залежей с углом падения 20-35 градусов на примере Жиландинского месторождения. Определены величины главных сжимающих и растягивающих напряжений в зависимости от глубины отработки. Осуществлен расчет параметров барьерных и межкамерных целиков с учетом глубины разработки, мощности и угла падения рудной залежи, сложности горно-геологических условий разработки, физико-механических свойств пород, трещиноватости и строения вмещающих пород. Определены допустимые параметры очистной камеры и межкамерного целика в зависимости от угла залегания. Установлено, что межкамерный целик классической вертикальной формы допустим только в случае, если угол падения рудного тела находится в пределах до 25 градусов, в остальных случаях горный массив не устойчив и вероятность обрушения межкамерного целика весьма велика.

**Ключевые слова:** угол залегания, моделирование напряженного состояния массива, межкамерный целик, барьерный целик, обрушение горных пород, коэффициент запаса прочности.

### Introduction

The design and production of stoping with the use of the classical room-and-pillar mining system [1] while maintaining high-performance production volumes is currently an urgent problem. The angle of incidence of the ore body is also one of the factors that weakens the pillar massif stability.

Taking into account the geomechanical aspects of developing reserves of the Zhilandy group of fields, it can be noted that the geomechanical situation [2] is extremely complex. Difficulties, from the point of view of geomechanics, are mainly caused by the state of the rock massif in the area where the ore deposits are located.

Thus, at the Eastern Sary-Oba mine, a number of unfavorable factors are noted, such as, for example, the presence of faults in the rock massif, numerous large cracks that are often filled with friction clay and are, moreover oriented in different directions, water cut in individual sections of the mine fields [3], complex hypsometry of ore deposits, uneven thickness of deposits.

When speaking of the Karashoshak mine, its mine field borders the Zhylandy River, and therefore, quite significant volumes of water enter the mine workings (~ 600 m<sup>3</sup>/hour). This factor significantly affects the stability of the massif that is characterized by strong fracturing and in addition, by sharp contact between lithological differences. Therefore, the design

and production of stoping with a classical room-and-pillar mining system while maintaining high-performance production volumes is currently an unsolved problem [4].

Currently, at the Zhilandy mine there are no regulatory documents based on extensive experience in geomechanical processes that assess the geomechanical state of the massif and the structural elements of the development system. The calculations adopted in the projects are based on instructional documents developed in the conditions of the Zhezkazgan field. Since the Zhilandy field is relatively new, the geomechanical conditions for the field development have not been sufficiently studied.

### Materials and Methods

Technological parameters of the breakage face with a room-and-pillar mining system depend on the shape and location of the inter-chamber pillars (ICP).

In engineering practice, in order to take into account factors that cannot be included in the calculation scheme, various coefficients are used that are obtained empirically based on field observations or laboratory test data.

With the development of computer technologies in mathematical modeling, numerical methods are increasingly being used to solve certain engineering problems in mining, alongside with traditional analytical methods.



A more accurate solution to the problem can be obtained if the calculation scheme and solution method make it possible to take initially into account the factors of interest to the researcher. Wide possibilities in this regard are opened up by the so-called numerical solution methods borrowed from the mechanics of a deformable solid. The most effective of them are the finite element method (FEM) and the boundary element method (BEM). Their intensive development and use in the practice of engineering calculations became possible with the development and availability of computer technologies.

One of the finite element methods that are widely used in solving mining problems is the RS-2 software developed by the Rocscience Company.

Numerical modeling of the rock massif using finite element methods in RS-2 software allows determining zones of stress discharge and concentration, rock displacement, safety factor, the magnitude of the principal stresses acting in the rock massif, zones of elastic and inelastic deformation and the value of the rock safety factor, calculation parameters of the support and many other processes occurring around the mined-out space.

The data of the rocks and ores characteristics were obtained from the results of a previously carried out study at the Zhylandy group of deposits. Table 1 shows the physical and mechanical properties and structural properties of the rock massif to perform numerical modeling of the rock massif with the use of RS-2 software.

When modeling, these values were generalized; only the GSI parameter was changed. The GSI rating is one of the important parameters that significantly affect the simulation

results. The calculations were performed using the Hooke-Brown criterion.

To determine and to justify the parameters, the shape and location of pillars when mining deposits with angles of incidence more than 22 degrees and overlapping deposits, numerical modeling of the stress-strain state of the rock massif was carried out [5]. According to the Technological Regulations for the use of a room-and-pillar mining system with columned pillars left in the underground mines of the Zhezkazgan deposit, when mining inclined deposits, the following conditions for the location of inter-chamber pillars must be observed:

- in the range of changing the angles of incidence of deposits of 15° to 25°, to place vertically the inter-chamber pillars;
- in the range of changing the angles deposit incidence of 25° to 35°, the inter-chamber pillars should be placed with an inclination towards the uplift at the angle  $\beta = \alpha/2$  (where:  $\alpha$  is the angle of the deposit incidence) relative to the normal to the bedding. At overlapping deposits, in order to ensure the vertical alignment of the inter-chamber pillars, to align the axes of the pillars along the roof of the deposits (Figure 1);
- based on the preparation schemes using ventilation-slit drifts or a diagonal ramp in the areas of cutting inter-chamber pillars, to ensure driving the development working of the a minimum cross-section and to leave braced pillars. The cross-sectional area of the braced pillars is checked by calculations to ensure the load-bearing capacity of the weight of the rock column falling on the supporting area of the roof within the location of these pillars;
- the width of the braced pillar in the narrowing areas should be at least 3-5 m, depending on the working height and the passage of technological equipment.

Table 1

**Deformation-strength characteristics of rock samples, specimens 1-5 in the water-saturated state under uniaxial compression**

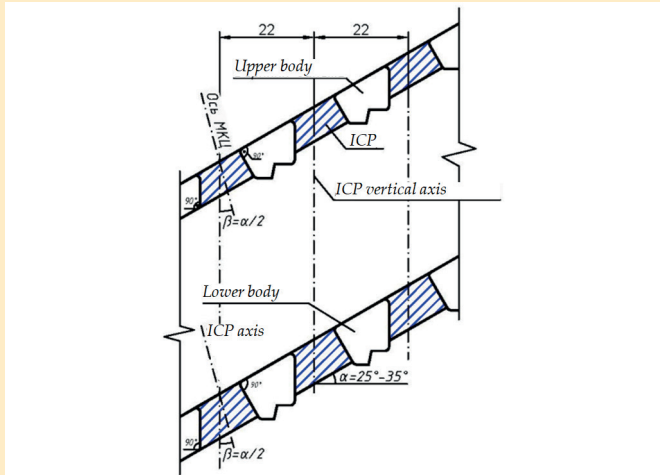
Кесте 1

**Бір осьті сығымдау кезінде суға қаныққан күйдегі 1-5 сынама тау жыныстары үлгілерінің деформациялық-беріктік сипаттамалары**

Таблица 1

**Деформационно-прочностные характеристики образцов горных пород проб 1-5 в водонасыщенном состоянии при одноосном сжатии**

Sample No.	Specimen No.	Break-down point, MPa	Deformation modulus, GPa	Shear strain rate $\nu$	Break-down point, MPa (average)	Deformation modulus, GPa (average)	Shear strain rate $\nu$ (average)
Red sandstone	4-1-1v	66.4	10.393	0.209	71.7	13.136	0.187
	4-1-2v	83.4	10.740	0.190			
	4-1-3v	61.6	13.479	0.182			
	4-1-4v	68.1	12.103	0.159			
	4-1-5v	76.7	9.069	0.192			
	4-1-6v	73.8	23.029	0.188			
Siltstone	5-1-1v	64.8	10.992	0.207	87.1	16.835	0.178
	5-1-2v	122.3	20.385	0.149			
	5-1-3v	56.9	14.423	0.201			
	5-1-4v	53.9	10.499	0.158			
	5-1-5v	109.7	19.079	0.185			
	5-1-6v	115.2	25.631	0.168			



**Figure 1. Diagram of inter-chamber pillars location when developing inclined deposits with the angle of incidence of 25°-35°.**

**Сурет 1. 25°-35° түсу бұрышы бар көлбеу кен орындарын пысықтау кезінде камералық целиктердің орналасу схемасы.**

**Рис. 1. Схема расположения междукамерных целиков при обработке наклонных залежей с углом падения 25°-35°.**

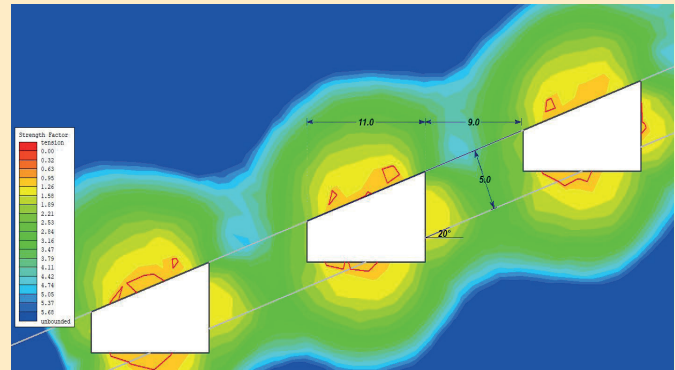
To justify the parameters of the stope and pillars, numerical modeling was carried out with changing the width of the chambers and inter-chamber pillars for incidence angles of 20, 25, 30 and 35 degrees. When simulating, indicators of the safety factor (SF), as well as indicators of the main compressive (Sigma 1) and tensile (Sigma 3) stresses were determined. The main compressive and tensile stresses make it possible to determine the necessary areas, such as the zone of stress concentration and discharge [6].

When driving a working, redistribution of stresses occurs in the surrounding rocks: some of the components of the stress tensor increase, others decrease. According to the standards of the International Society for Rock Mechanics (ISRM), for safe mining operations, the safety factor for rock stability must be higher than 1.2.

For the mining conditions of the development of the Zhi-landy deposit, the location of the inter-chamber pillars is taken on a square grid with the distance between the axes equal to 20x20 m.

Figure 2 below show the results of numerical modeling with the ore body thickness of 5 meters and at incidence angles of 20 degrees. The modeling was carried out based on the analysis of the physical and mechanical properties and structural features of rocks.

Based on the modeling results presented in Figure 2, it can be seen that at the incidence angle of 20 degrees, the stope and pillars are as a whole in a stable state, as evidenced by the safety factor of the rock massif presented as a graph in Figure 3. The graph shows that the minimum safety factor is higher than the value of 1.2, from which it should be assumed that the inter-chamber pillar and the stope are in a stable state. The maximum permissible width of the stope is 13.0 meters with the minimum thickness of inter-chamber pillars of 7.0 meters.



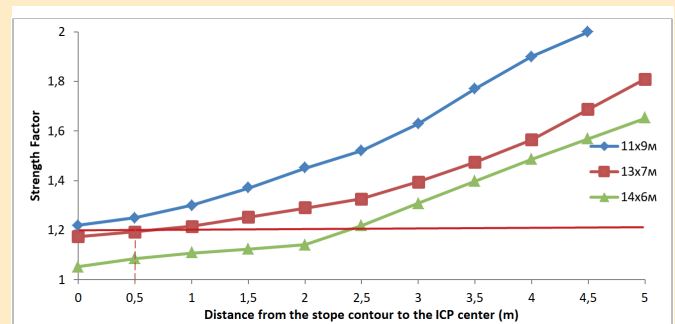
**Figure 2. Safety factor of the edge massif with the parameters of the stope 11x9 m and at the angle of incidence of 20 degrees.**

**Сурет 2. Тазарту камерасының параметрлері 11x9 м және құлау бұрышы 20 градус болған кезде контурлық массивтің қауіпсіздік қорының коэффициенті.**

**Рис. 2. Коэффициент запаса прочности законтурного массива при параметрах очистной камеры 11x9 м и при угле падения 20 градусов.**

With the stope width of 14 meters and the thickness of the inter-chamber pillar of 6 meters, the height of unstable areas on the roof of the stope is 2.5 meters, and the destruction of the inter-chamber pillar reaches up to 1.8 meters, from which it should be stated that the risks of rock collapse and the destruction of the inter-chamber pillars is great.

When mining ore reserves with the angle of incidence of 20 degrees using a room-and-pillar mining system, the boundary massif is stable, local destruction of rocks up to 0.5 meters is possible, mainly from the roof of the working in the form of delamination and chips [7]. The inter-chamber rear sight is in a stable state as evidenced by the safety factor of the inter-chamber rear sight of 1.3 or more.



**Figure 3. Changing the safety factor of the inter-chamber pillar depending on changing the width of the stope and the power of the inter-chamber pillar.**

**Сурет 3. Камераның ені мен камерааралық тұтастықтың қуатының өзгеруіне байланысты камерааралық тұтастықтың қауіпсіздік коэффициентінің өзгеруі.**

**Рис. 3. Изменение коэффициента запаса прочности междукамерного целика в зависимости от изменения ширины камеры и мощности междукамерного целика.**

Table 2

*Acceptable parameters of the stope and ICP, BP based on numerical modeling*

Таблица 2

*Допустимые параметры очистной камеры и междукамерных целиков, барьерных целиков на основе численного моделирования*

Кесте 2

*Сандық модельдеу негізінде тазарту камерасы мен камерааралық кентіректер, тосқауыл кентіректердің рұқсат етілген параметрлері*

Depth, m	Stope width, m	20 degrees			25 degrees			30 degrees			35 degrees		
		ICP, m	chamber width, m	BP, m	ICP, m	chamber width, m	BP, m	ICP, m	chamber width, m	BP, m	ICP, m	chamber width, m	BP, m
200	4	6	14	7,5	7	13	8	8	12	10	9	11	11
	5	6,5	13,5	8	8	12	9	9	11	11	10	10	12
	6	7	13	9	8,5	11,5	11	10	10	12	10	10	13
	7	8	12	11	9	11	13	10	10	14	10	10	15
	8	9	11	12	10	10	15	10	10	16	11	9	18
	10	10	10	13	10	10	17	11	9	18	11	9	20
	12	10	10	15	10	10	19	11	9	20	12	8	22
300	4	6,5	13,5	8	8	12	9	9	11	11	10	10	12
	5	7	13	9	8,5	11,5	11	10	10	12	10	10	13
	6	8	12	11	9	11	13	10	10	14	10	10	15
	7	9	11	12	10	10	15	10	10	16	11	9	18
	8	10	10	13	10	10	17	11	9	18	11	9	20
	10	10	10	15	10	10	19	11	9	20	12	8	21
	12	10	10	16	11	9	20	12	8	21	12	8	22
400	4	7	13	9	8,5	11,5	11	10	10	12	10	10	13
	5	8	12	11	9	11	13	10	10	14	10	10	15
	6	9	11	12	10	10	15	10	10	16	11	9	18
	7	10	10	13	10	10	16	11	9	18	11	9	20
	8	10	10	15	10	10	17	11	9	20	12	8	21
	10	10	10	16	11	9	19	12	8	21	12	8	22
	12	11	9	18	11	9	20	12	8	22	12	8	23
500	4	8	12	11	9	11	13	10	10	14	10	10	15
	5	9	11	12	10	10	15	10	10	16	11	9	18
	6	10	10	13	10	10	16	11	9	18	11	9	20
	7	10	10	15	10	10	17	11	9	20	12	8	21
	8	10	10	16	11	9	19	12	8	21	12	8	22
	10	11	9	18	11	9	20	12	8	22	12	8	23
	12	11	9	20	12	8	22	12	8	23	12	8	24

When mining ore reserves with the angle of incidence of 20 degrees, it is not necessary to change the shape of the inter-chamber pillar to trapezoidal, since the straight columned pillars can fully ensure the stability of the rock massif.

Based on the results of the analysis of the results obtained during the performed numerical modeling [8-9], Table 2 summarizes the recommended parameters of the ICP, BP and the panel width depending on the depth of development and the angle of incidence of the ore body [10].

The results summarized in Table 1 are recommended for use when mining inclined deposits (20-35°) with an ore body thickness of 4-7 meters.

The proposed technology of developing [11] inclined deposits with the incidence angle of 20-35 degrees using a room-and-pillar system in underground production by the example of the Zhilandy deposit can be described by the following sequence of operations.

The stoping in the panel is carried out according to the design documentation completed by a design institute or mine and according to the passports for supporting and controlling the roof of underground mine workings [12] that is approved by the chief engineer of the mine after driving transport and ventilation drifts.



### Results

In the course of the work performed, the permissible parameters of the stope, inter-chamber and barrier pillars were determined when mining inclined deposits with the angle of incidence from 20 to 35 degrees.

Based on a set of studies carried out, it was found that a classic (vertical) ICP was only permissible if the ore body incidence angle is up to 25 degrees; in the other cases, the rock massif is unstable and the probability of ICP collapse is very high.

In the range of changing the incidence angles of deposits from 25 to 35 degrees, the inter-chamber pillars should be placed with an inclination towards the uprising at the angle  $\beta = \alpha/2$  ( $\alpha$  is the incidence angle of the deposits) relative to

the normal to the bedding, and the ICP takes on a trapezoidal shape, since with the columned form of the ICP, the probability of destruction of the ICP is higher.

Based on the results of modeling the stress state, it follows that zones of stress concentration and discharge appear in the rocks surrounding the working. It decreases quite quickly deep into the massif, and at the distance of 5-7 half-spans, the stresses are practically no different from those that operated in the massif before driving the working.

### Acknowledgments

*This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19677938).*

### REFERENCES

- Balpanova M.Zh. Geomechanical justification of the parameters of the development system at the Zhaman-Aybat field. / Balpanova M.Zh., Zharaspaev M.A., Zhienbaev A., Tazhibaev D.K. // *Proceedings of the University, Karaganda: KarTU named after Abylkas Saginov*. 2022. №4. P. 149-156 (in Kazakh)
- Balpanova M.Zh. A method for estimating the volume of propagation of physical processes in the natural stressed state of a massif. / M.Zh. Balpanova, D.K. Takhanov, A.B. Zhienbaev, R.A. Musin. // *Mining Journal of Kazakhstan*. 2023. №11. P. 33-38 (in Kazakh)
- Takamoto H. Effect of Mine Water on the Stability of Underground Coal Mine Roadways. / Takamoto H., Takashi Sasaoka, Hideki Shimada, Kikuo Matsui, Ichinose J.M. // *Coal International*. 2012. №260 (3). P. 42-45 (in English)
- Takhanov D.K. Determining the parameters for the overlying stratum caving zones during re-peated mining of pillars. / Takhanov D.K., Zhienbayev A.B., Zharaspaev M.A. // *Mining of Mineral Deposits*. 2023. Vol. 18. Issue 2. P. 93-103 (in English)
- Imashev A.Zh. Problema razubozhivaniya rudy pri otrabotke malomoshchnykh rudnykh tel sistemoi podetazhnogo obrusheniya. / A.Zh. Imashev, D.K. Takhanov, A.A. Musin, A.E. Kuttybaev. // *Gornyi zhurnal Kazakhstana*. 2019. №8. S. 37-40 [Imashev A.Zh. The problem of ore dilution when mining thin ore bodies using a sublevel caving system. / A.Zh. Imashev, D.K. Takhanov, A.A. Musin, A.E. Kuttybaev. // *Mining Journal of Kazakhstan*. 2019. №8. P. 37-40] (in Russian)
- Shichuan Zhang. Effective evaluation of pressure relief drilling for reducing rock bursts and its application in underground coal mines. / Shichuan Zhang, Yangyang Li, Baotang Shen, Xizhen Sun, Liqun Gao. // *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. 2019. Vol. 114. P. 7-16 (in English)
- Ivadilina D.T. Development of a methodology for modeling the natural gas content of coal seams to select the type of support for mine workings. / D.T. Ivadilina, O.Sh. Shamshiev, Zh.K. Bogzhanova Zh.K. // *Mining Journal of Kazakhstan*. 2022. №7. P. 33-38 (in Kazakh)
- Kozhagulov K.Ch. Methods for direct calculation of soil subsidence over mines. / Kozhagulov K.Ch., Takhanov D.K., Imashev A., Kozhas A.K., Balpanova M.Zh. // «*Journal of Mining Sciences*»: scientific journal. 2020. Vol. 56. P. 184-195 (in English)
- Zeitinova Sh.B. Issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya massiva gornykh porod vblizi vertikal'nogo stvola. / Sh.B. Zeitinova, T.K. Isabek, A.Zh. Imashev, A.E. Kuttybaev. // *Gornyi zhurnal Kazakhstana*. 2018. №10. S. 18-22 [Zeitinova Sh.B. Study of the stress-strain state of a rock mass near a vertical shaft. / Sh.B. Zeitinova, T.K. Isabek, A.Zh. Imashev, A.E. Kuttybaev. // *Mining Journal of Kazakhstan*. 2018. №10. P. 18-22] (in Russian)
- Kulzhabaeva D.S., Ivadilina D.T. Analiz primeneniya sistemy razrabotki podetazhnymi shtrekami na rudnikakh TOO «Korporatsiya Kazakhmys». // *Trudy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Integratsiya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova realizatsii Plana natsii» (Saginovskie chteniya №14), 2022, ch. 2. – S. 24-26 [Kulzhabaeva D.S., Ivadilina D.T. Analysis of the use of the development system by sublevel drifts at the mines of Kazakhmys Corporation LLP. // *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Integration of Science, Education and Production – the Basis for the Implementation of the Nation's Plan» (Saginov Readings №14), 2022, part 2. – P. 24-26] (in Russian)**
- Joel Loow. Understanding technology in mining and its effect on the work environment. // *Mineral Economics*. 2022. Vol. 35. P. 143-154 (in English)

12. Ivadilina D.T. Predicting underground mining impact on the earth's surface. / Ivadilina D.T., Issabek T.K., Takhanov D.K., Yeskenova G.B. // Scientific bulletin of National Mining University. 2023. №1. P. 32-37 (in English)

#### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Балпанова М.Ж. Жаман-Айбат кенорнында қазу жүйесінің параметрлерін геомеханикалық негіздеу. / М.Ж. Балпанова, М.А. Жараспаев, А. Жиенбаев, Д.К. Тажибаяев. // Университет еңбектері, Қарағанды: Әбілқас Сағынов атындағы ҚарТУ. 2022. №4. Б. 149-156 (қазақ тілінде)
2. Балпанова М.Ж. Массивтің табиғи кернеулі күйіндегі физикалық процесстердің таралу аясын бағалаудың әдісі. / М.Ж. Балпанова, Д.К. Таханов, А.Б. Жиенбаев, Р.А. Мусин. // Қазақстан тау-кен журналы. 2023. №11. Б. 33-38 (қазақ тілінде)
3. Такамото Х. Шахта суларының көмір шахталарының жерасты жолдарының тұрақтылығына әсері. / Такамото Х., Такаши Сасаока, Хидеки Шимада, Кикио Мацуи, Ичиносе Дж.М. // Coal International. №260 (3). Б. 42-45 (ағылшын тілінде)
4. Takhanov D.K. Бағаналарды қайталап қазу кезінде қабаттың үстіңгі қабатының шөгуге аймақтарының параметрлерін анықтау. / Takhanov D.K., Zhienbayev A.B., Zharaspaev M.A. // Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру. 2023. Т. 18. Шығ. 2. Б. 93-103 (ағылшын тілінде)
5. Имашев А.Ж. Төмен қуатты кен денелерін едендік құлау жүйесімен өңдеу кезінде кенді ыдырату мәселесі. / А.Ж. Имашев, Д.К. Таханов, А.А. Мусин, А.Е. Куттыбаев. // Қазақстан тау-кен журналы. 2019. №8. Б. 37-40 (орыс тілінде)
6. Шичуан Чжан. Тау жыныстарының бұзылуын азайту үшін қысымның төмендеуімен бұрғылау тиімділігін бағалау және оны жерасты көмір шахталарында қолдану. / Шичуан Чжан, Янган Ли, Баотан Шен, Сижен Сун, Ликун Гао. // Тау жыныстары механикасы және тау-кен ғылымдарының халықаралық журналы. 2019. Т. 114. Б. 7-16 (ағылшын тілінде)
7. Ивадилинова Д.Т. Тау-кен қазбаларын бекіту түрін таңдау үшін көмір қабаттарының табиғи газдылығын модельдеу әдістемесін әзірлеу. / Д.Т. Ивадилинова, О.Ш. Шамшиев, Ж.К. Богжанова Ж.К. // Қазақстан тау-кен журналы. 2022. №7. Б. 33-38 (қазақ тілінде)
8. Kozhagulov K.Ch. Шахталардың үстіндегі жер бетінің шөгуге тікелей әсері. / Kozhagulov K.Ch., Takhanov D.K., Imashev A., Kozhas A.K., Balpanova M.Zh. // «Тау-кен ғылымдары журналы»: ғылыми журнал. 2020. Т. 56. Б. 184-195 (ағылшын тілінде)
9. Зейтинова Ш.Б. Тік магистральға жақын тау жыныстары массивінің кернеулі деформацияланған күйін зерттеу. / Ш.Б. Зейтинова, Т.К. Исабек, А.Ж. Имашев, А.Е. Куттыбаев. // Қазақстан тау-кен журналы. 2018. №10. Б. 18-22 (орыс тілінде)
10. Құлжабаева Д.С., Ивадилинова Д.Т. «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС кеніштерінде қабаттық қуақаздармен қазу жүйесін қолдануды талдау. // «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын жүзеге асырудың негізі» Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері (Сағынов оқулары №14), 2022, бөл. 2. – Б. 24-26 (орыс тілінде)
11. Джоэл Лоу. Тау-кен өнеркәсібіндегі технологияларды және олардың жұмыс ортасына әсерін түсіну. // Mineral Economics. 2022. Т. 35. Б. 143-154 (ағылшын тілінде)
12. Ивадилинова Д.Т. Жер асты тау-кен жұмыстарының жер бетіне әсерін болжау / Д.Т. Ивадилинова, Т.К. Исабек, Д.К. Таханов, Г.Б. Ескенова. // Ұлттық тау-кен университетінің Ғылыми хабаршысы. 2023. №1. Б. 32-37 (ағылшын тілінде)

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балпанова М.Ж. Геомеханическое обоснование параметров системы разработки на месторождении Жаман-Айбат. / М.Ж. Балпанова, М.А. Жараспаев, А. Жиенбаев, Д.К. Тажибаяев. // Труды университета, Караганда: КарТУ имени Абылқаса Сағинова. 2022. №4. С. 149-156 (на казахском языке)
2. Балпанова М.Ж. Метод оценки объема распространения физических процессов в естественном напряженном состоянии массива. / М.Ж. Балпанова, Д.К. Таханов, А.Б. Жиенбаев, Р.А. Мусин. // Горный журнал Казахстана. 2023. №11. С. 33-38 (на казахском языке)
3. Такамото Х. Влияние шахтных вод на устойчивость подземных дорог угольных шахт. / Такамото Х., Такаши Сасаока, Хидеки Шимада, Кикио Мацуи, Ичиносе Дж.М. // Coal International. 2012. №260 (3). С. 42-45 (на английском языке)
4. Takhanov D.K. Определение параметров зон обрушения вышележащего пласта при повторной отработке целиков. / Takhanov D.K., Zhienbayev A.B., Zharaspaev M.A. // Разработка месторождений полезных ископаемых. 2023. Т. 18. Вып. 2. С. 93-103 (на английском языке)
5. Имашев А.Ж. Проблема разубоживания руды при отработке маломощных рудных тел системой поэтажного обрушения. / А.Ж. Имашев, Д.К. Таханов, А.А. Мусин, А.Е. Куттыбаев. // Горный журнал Казахстана. 2019. №8. С. 37-40 (на русском языке)

6. Шичуань Чжан. Оценка эффективности бурения с понижением давления для уменьшения разрушения горных пород и его применение в подземных угольных шахтах. / Шичуань Чжан, Яньян Ли, Баотан Шэнь, Сичжэнь Сун, Ликунь Гао. // Международный журнал механики горных пород и горных наук. 2019. Т. 114. С. 7-16 (на английском языке)
7. Ивадилина Д.Т. Разработка методики моделирования природной газонасти угольных пластов для выбора типа крепления горных выработок. / Д.Т. Ивадилина, О.Ш. Шамшиев, Ж.К. Богжанова Ж.К. // Горный журнал Казахстана. 2022. №7. С. 33-38 (на казахском языке)
8. Kozhagulov K.Ch. Методы прямого расчета оседания грунта над шахтами. / Kozhagulov K.Ch., Takhanov D.K., Imashev A., Kozhas A.K., Valrapova M.Zh. // «Журнал горных наук»: научный журнал. 2020. Т. 56. С. 184-195 (на английском языке)
9. Зейтинова Ш.Б. Исследование напряженно-деформированного состояния массива горных пород вблизи вертикального ствола. / Ш.Б. Зейтинова, Т.К. Исабек, А.Ж. Имашев, А.Е. Куттыбаев. // Горный журнал Казахстана. 2018. №10. С. 18-22 (на русском языке)
10. Кулжабаева Д.С., Ивадилина Д.Т. Анализ применения системы разработки подэтажными штреками на рудниках ТОО «Корпорация Казахмыс». // Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №14), 2022, ч. 2. – С. 24-26 (на русском языке)
11. Джоэл Лоу. Понимание технологий в горнодобывающей промышленности и их влияние на рабочую среду. // Mineral Economics. 2022. Т. 35. С. 143-154 (на английском языке)
12. Ивадилина Д.Т. Прогнозирование воздействия подземных горных работ на земную поверхность. / Ивадилина Д.Т., Исабек Т.К., Таханов Д.К., Ескенова Г.Б. // Научный вестник Национального горного университета. 2023. №1. С. 32-37 (на английском языке)

**Information about the authors:**

**Ivadinova D.T.**, Ph.D, acting docent of the Department «Development of mineral deposits» NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan), [dinulb@mail.ru](mailto:dinulb@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-9731-0587>

**Rymkulova A.B.**, Junior research assistant of Scientific and Technical Center for Industrial Safety LLP (Karaganda, Kazakhstan), [arai-1995@mail.ru](mailto:arai-1995@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-2116-6371>

**Makasheva A.T.**, Engineer of the Department of Science of the NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan), [anara.makasheva@mail.ru](mailto:anara.makasheva@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-0477-0737>

**Smirnov A.**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Geomechanical Basis of Open-Pit Technology, M.S. Poliakov Institute of Geotechnical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM of the NAS of Ukraine), (Dnipro, Ukraine), [sm.contur24@gmail.com](mailto:sm.contur24@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0003-2827-521X>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Ивадилина Д.Т.**, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының доцент м.а. (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Рымқұлова А.Б.**, «Өнеркәсіптік қауіпсіздіктің ғылыми-техникалық орталығы» ЖШС кіші ғылыми қызметкері (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Макашева А.Т.**, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ Ғылым және инновация департаментінің инженері (Қарағанды қ., Қазақстан)

**Смирнов А.Н.**, т.ғ.к., аға зерттеуші, кен орындарын ашық игеру технологияларының геомеханикалық негіздері бөлімінің аға ғылыми қызметкері, Украинаның Ұлттық Ғылым академиясының Н.С. Поляков атындағы геотехникалық механика институты (Украинаның ҰҒА ИГТМ), (Днепр қ., Украина)

**Сведения об авторах:**

**Ивадилина Д.Т.**, и.о. доцента кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

**Рымқұлова А.Б.**, младший научный сотрудник ТОО «Научно-технический центр промышленной безопасности» (г. Караганда, Казахстан)

**Макашева А.Т.**, инженер Департамента науки и инноваций НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

**Смирнов А.Н.**, к.т.н., старший исследователь, старший научный сотрудник отдела Геомеханических основ технологий открытой разработки месторождений, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), (г. Днепр, Украина)



**МАШИНОСТРОЕНИЕ И  
МЕТАЛЛООБРАБОТКА**

**02-04  
АПРЕЛЯ**



**Казахстан, Алматы,  
ВЦ «Атакент»**

**Организатор:**



МВК «Атакент-Экспо»  
Республика Казахстан, 050057, г. Алматы,  
ул. Тимирязева, 42  
Тел.: +7 (727) 275 09 11, Моб.: +7 701 477 84 18  
E-mail: [venera@atakentexpo.kz](mailto:venera@atakentexpo.kz)  
[www.machinery-expo.kz](http://www.machinery-expo.kz)

**Официальная поддержка:**



Министерство индустрии и  
инфраструктурного  
развития Республики Казахстан

**2025**

Код МРНТИ 55.39.39

\*Д.Д. Басканбаева, К.К. Елемесов, Ж.К. Татаева, Л.Б. Сабирова  
Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

## ТАУ-КЕН ӨНЕРКӘСІБІ САЛАСЫНДАҒЫ ГАЗКОМПРЕССОРЛЫҚ АГРЕГАТТАР ҮШІН ҚЫСЫМДЫ РЕТТЕУ ПРОЦЕСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ҮРДІСІ

**Аннотация.** Тау кен өнеркәсібі пайдалы қазбалардың көптігін ескере отырып, біздің еліміздегі маңызды сала болып есептеледі. Ең маңызды пайдалы қазбалардың көпшілігі тау жыныстарында орналасқан, бұл жағдай тау-кен процесін қиындатады. Тау-кен өнеркәсібінде қолданылатын жаңартылған ауа компрессорлары қиын жағдайларда жұмыс істегенде жоғары қауіпсіздік маржасына ие болуы керек: бұл біртекті рельеф, температураның жоғары өзгеруі, жер астында жұмыс істеу. Бұл жұмыстың аясында газды айдау процесінің технологиялық схемасы зерттелді, компрессор жұмысы есептелді және MATLAB бағдарламасында жүйенің моделі құрылды. Компрессордың шығысындағы қысымның қозғалтқыш роторының айналымдарымен байланысы анықталды.

**Үйінді сөздер:** винттік компрессор, газды сығымдау, газды тасымалдау, оңтайландыру, моделдеу, газкомпрессорлық станция, газайдау агрегаты.

### The process of optimizing the pressure control process for gas compressor units in the mining industry

**Abstract.** The mining industry is the most important industry in our country, given the abundance of minerals. Most of the most important minerals are found in rocks, often deeply located, which complicates the extraction process. Modern air compressors used in the mining industry must have a high margin of safety when operating in difficult conditions: these are uneven terrain, high temperature differences, and work underground. This study investigated the technological scheme of the gas pumping process, calculated the compressor, and created a model of the system using MATLAB. The dependence of the compressor outlet pressure on the rotor speed of the motor was identified.

**Key words:** screw compressor, gas compression, gas transportation, optimization, modeling, gas compressor station, gas pumping unit.

### Оптимизация процесса регулирования давления для газоконпрессорных агрегатов в горнодобывающей промышленности

**Аннотация.** Горнодобывающая промышленность – самая важная отрасль в нашей стране, учитывая обилие полезных ископаемых. Большинство наиболее важных полезных ископаемых находятся в горных породах, часто глубоко расположенных, что затрудняет процесс добычи. Современные воздушные компрессоры, используемые в горнодобывающей промышленности, должны иметь высокий запас прочности при работе в сложных условиях: это неровный рельеф, высокие перепады температур, работа под землей. В рамках работы была исследована технологическая схема процесса перекачки газа, рассчитан компрессор и создана модель системы в программе MATLAB. Была выявлена зависимость давления на выходе компрессора от оборотов ротора двигателя.

**Ключевые слова:** винтовой компрессор, сжатие газа, транспортировка газа, оптимизация, моделирование, газоконпрессорная станция, газоперекачивающий агрегат.

### Кіріспе

Магистральдық құбырлардың геологиялық процесстердің әсеріне ұшырауын есепке ала отырып, газды алыс қашықтықтарға айдауға арналған магистралды газ құбырларының және де олардың күрделі газ жабдықтарымен жабдықталған түрлеріне тоқталып өтейік. Магистралды құбыр жүйесіне: құбырдың өзі, лупингтер, бұрылмалар, компрессорлық және газ тарату станциялары (ГТС) кіреді, олар газды үлкен қашықтықтарға айдау үшін арналған.

Арнайы объектілер магистралды газ құбыры келесі топтарға бөлінеді:

- бастауыш құрылыстар; газ құбыры;
- газ компрессорлық станциялар (ГКС);
- газ тарату станциялары;
- жер астындағы газ қоймалары;
- жөндеу-эксплуатациялық қызметтер топтары;
- тізбекті және станциялық байланыс агрегаттары;
- автоматизация және телемеханизация объектілері;
- электрохимиялық қорғау жүйесі, газ құбырын топырақ коррозиясынан қорғау;
- газ құбырының тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін қосымша объектілер.

Газ құбырының ұзын болған жағдайда, газ қысымын арттыру қажеттілігі қысымды көтеру (линейлік) компрессорлық станцияларды (КС) белгілі бір аралықта орналастыру арқылы жүзеге асырылады. Бір компрессорлық станцияның (КС) басқа станциядан қашықтығы газ құбырының өнімділігіне, максималды қысымға, компрессорлардың сипаттамаларына және басқа да жағдайларға байланысты. Оларға рельеф, инженерлік-геологиялық си-

паттамалар, энергия және су ресурстарының болуы және т.б. жатады. Компрессорлық станциялар арасындағы қашықтық әдетте 110-160 км құрайды, газ құбырларының гидравликалық есептеулеріне байланысты [1, 2].

Қысымды көтеру компрессорлық станциялар (КС) газды сықтаумен қатар, оны қоспалардан тазартады, құрғатады және салқындатады. КС-ның тиімділігі газды айдайтын агрегаттардың (ГАА) түрі мен санына байланысты. Ең көп таралған тип – газ турбинасымен жабдықталған агрегаттар, олардың жоғары қуаты, ықшамдығы, сенімділігі және айдалатын газда жұмыс істеу мүмкіндігі бар. Алайда, бұл жобада попуттық мұнай газын сықтау үшін электр жетегі бар КС қарастырылады, ол сығымдағыш сорап станциясының құрамына кіреді. ГАА-ның жұмысын оңтайландыру максималды тиімділікке қол жеткізу үшін оптималды жұмыс режимін тандаумен байланысты [3, 4].

Газдың газ құбыры арқылы қозғалысы үйкеліс күштерін жену үшін энергия жоғалтуымен өтеді. Нәтижесінде газдың жылдамдығы төмендейді, қысымның төмендеуі орын алады, бұл газ құбырының өткізу қабілетінің төмендеуіне әсер етеді. Белгіленген газ параметрлерін ұстап тұру үшін, белгілі аралықтарда тасымалданатын газдың энергиясын арттыру қажет. Бұл энергияны арттыру процесі компрессорлық станцияларда жүзеге асырылады. Жүйе параметрлеріне қойылатын талаптардың деңгейін анықтайтын негізгі факторлар – магистралды құбырдағы қысым, ол компрессордың жұмыс режиміне, сондай-ақ құбырдың сенімділігіне әсер етеді, құбырдың ұзындығы, одан болатын жоғалтулар мен сығымдау станциялардың ара қашықтығы [5]. Қоршаған орта температурасы, ол газ

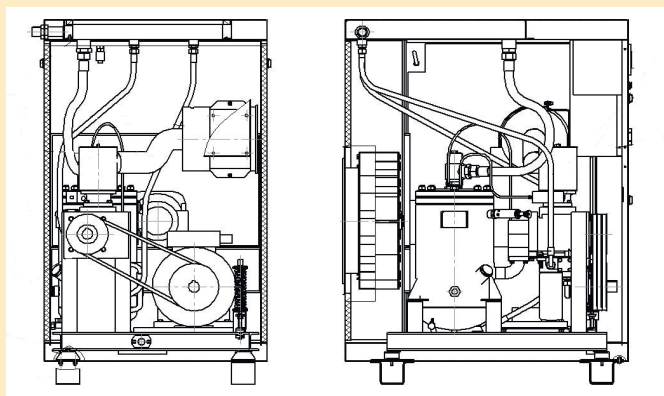


құбырындағы қысымға әсер етеді, температураның өзгеруінің құбырға деформация әсері. Газдың құбыр бойындағы шығыны, ол жүйедегі қысымды анықтайды, жергілікті тұрғындардың магистралды құбырдан газ тұтынуына байланысты уақыт бойынша тұрақты түрде өзгеріп отырады [6]. Құбырдағы жоғалтулар, олар түтікшелердің кедір-бұдырлығына, жер рельефіне, қолданылатын арматураның түріне, бұрылмаларға байланысты. Тұрақты реттеу кезінде энергияның жоғары шығындары мен қысымның өзгеруі орын алады, бұл жүйенің сенімділігіне әсер етеді, өйткені қысымның күрт артуы кез келген жерде құбырдың жарылуына әкелуі мүмкін, өйткені қысым толқынының құбыр бойымен қозғалысы 320 м/с жылдамдықпен жүреді. Сондықтан, қозғалтқышты басқару жүйесінде жұмсақ реттеу қажет, ол қайта реттеу үшін минималды энергия жұмсап, өтпелі процестерді қамтамасыз етеді [7].

Осы жұмыстың мақсаты – газокomppressorлық агрегаттың шығысындағы қысымды реттеу үрдісін жабық жүйеде зерттеу. Жобаланған жүйе асинхронды электр жетегін жиілікті басқару арқылы газкомпрессорлық агрегаттың тиімділігін арттыруға негізделген [8, 9].

### Зерттеу әдістемесі

Цех жалпы цехтық объектілер тізбегінен тұратынын есепке алып, олардың ГАА-ның негізгі жұмысын атқаратынын ескерек келе, қосымша жабдықтармен, сондай-ақ персонал үшін қажетті жағдайлар жасайтынын есте ұстаған жөн. Компрессорлық цехтағы барлық жабдық белгілі мерзімдерде, белгілі периодтылықпен гидравликалық және басқа да қажет сынақтарды, соның ішінде визуалды тексеруді өткізуі тиіс [10]. Арматура мен құбырлар талаптарға сай боялған, сондай-ақ механикалық зақымданулардан, дірілден және коррозиядан қорғалған. Компрессорлық цехтың негізгі жабдықтары мыналардан тұрады (сурет 1):



Сурет 1. ГКС технологиялық сұлбасы.

Figure 1. Technological scheme of the Gas Compressor Station.

Рис. 1. Технологическая схема ГКС.

- газды айдайтын агрегат;
- айналмалы су мен майды салқындату жүйесі;
- маймен қамтамасыз ету жүйесі;
- өрт қауіпсіздігі жүйесі;
- желдету және жылыту жүйесі;

- бақылау және автоматика құралдарының кешені;
- электрмен жабдықтау жүйесі;
- өндірістік кәріз жүйесі;
- көтеру механизмдері.

Көрсетілген типтік ГКС сұлбасы (сурет 1) және Қазақстан Республикасының Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігінің Ұлттық статистика бюросының газды айдау көлемдері туралы деректер негізінде ГКС компрессоры үшін техникалық талаптар әзірленді:

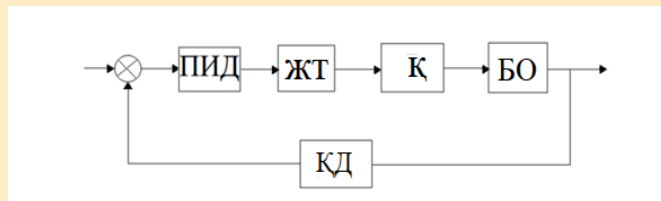
- газ 300 мм диаметрлі газ құбыры арқылы УКГ-ға тәулігіне 14 мың м<sup>3</sup> (10 м<sup>3</sup>/минутына) көлемінде түседі;
- ГКС-қа кіретін газдың қысымы 0,6-0,8 МПа құрайды;
- газдың шығатын қысымы 2-2,5 МПа.

Қозғалтқышқа қойылатын техникалық талаптар компрессордың қуатына негізделіп қалыптастырылады, сонымен қатар двигатель жарылудан қорғау талаптарына сәйкес жасалуы тиіс, өйткені жүйеде табиғи газ бар.

### Нәтижелер және оларды талқылау

**Автоматтандырудың функционалдық схемасын жасау**

Газды айдайтын агрегатты автоматты басқару жүйесі компрессордың шығатын газ қысымын бақылау мен реттеуді қамтамасыз етеді. Автоматтандыру жүйесінің функционалдық схемасы жасалды (сурет 2).



Сурет 2. Автоматтандырудың функционалдық схемасы, құрамында: ПИД – реттегіш; ЖТ – жиілік түрлендіргіш; К – қозғалтқыш; БО – басқару объектісі (компрессор); КД – қысым датчигі.

Figure 2. Functional diagram of automation, consisting of: PID – controller; VFD – variable frequency drive; M – motor; CU – control object (compressor); PD – pressure sensor.

Рис. 2. Функциональная схема автоматизации, состоящая: ПИД – регулятор; ПЧ – преобразователь частоты; Д – двигатель; ОУ – объект управления (компрессор); ДД – датчик давления.

### Жүйенің негізгі элементтерін таңдау

Берілген жүйе талаптарына сәйкес винттік компрессор таңдалды. Винттік компрессорлардың ерекше артықшылығы – олардың шығынын кең диапазонда реттеу функциясы: толық көлемнен шамамен он бес пайызға дейін, алтыншы клапанның болуы арқасында. Реттығынды сору аймағына қарай ось бойымен жылжыту газдың жұмыс камераларынан сору камерасына өтуіне мүмкіндік береді, бұл компрессордың жұмыс ұзындығын қысқартады және, тиісінше, компрессордың қуатын азайтады. Жүйені іске қосу кезінде тұтынатын қуатты минимумға дейін азайту өте маңызды. Электр қозғалтқышын жұмсақ және жеңіл іске қосу үшін, төмен пусктық токтармен. Осы мақсатта реттығынды шеткі күйге, шетіне қарай жылжытады, бұл компрессордың ми-



нимум шығыны мен сәйкесінше минималды іске қосу қуатын қамтамасыз етеді. Реттегіш реттығын шығынды реттеудің ең экономикалық тәсілдерінің бірін жүзеге асыруға мүмкіндік береді, бұл ақырында энергияны едәуір үнемдеуге әкеледі. Мұндай компрессор қамтамасыз етуі тиіс негізгі сипаттамалар төменде келтірілген:

- ротордың диаметрі: 200 мм;
- сору шарттары бойынша өнімділік диапазоны: 9-15 м<sup>3</sup>, жетек роторының айналымы – 3000 айн/мин;
- электр қозғалтқышының максималды қуаты: 200 кВт;
- кіріс қысымы: 0,6 МПа дейін;
- максималды жұмыс қысымы: 2,5 МПа.

Компрессордың электр қозғалтқышы – бұл жоғары қорғалуы бар күштік типтегі құрылғы. Құрылғы қауіпті жағдайларда пайдалануға арналған. Әрбір сала жабдықтың қауіпсіздігіне қойылатын жоғары талаптармен сипатталады. Ауадағы жанғыш заттардың жануын болдырмау үшін, құрал арнайы түрде оқшаулануы тиіс. Оның әрбір бөлшегі от ұшқынынан қорғалған болуы керек, бұл үшін арнайы материалдар пайдаланылады. Бұдан басқа, жарылысқа қарсы ВАО2 280 L2 электр қозғалтқышы мәжбүрлі ауа ағымымен жабдықталған. Агрегаттың корпусы шаң мен сұйықтықтың ішіне түсуін болдырмау үшін жасалған. Бұған оның ішкі құрылымы да кедергі келтіреді. Электр қозғалтқыштары үш фазалы асинхронды, қысқа жабық роторлы ВАО2 типті. Электр қозғалтқыштарының қорғау дәрежесі – IP54. Сыртқы желдеткіштің қорғау дәрежесі – IP20. Изоляцияның жылу төзімділік класы – F және H. Монтаждау әдісі бойынша орындау – IM1001.

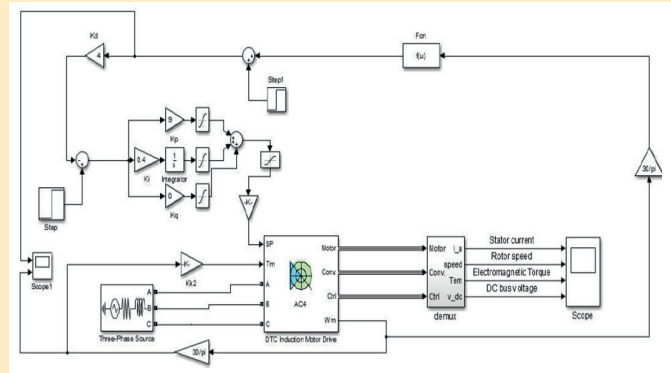
Таңдалған винттік компрессордың электр қозғалтқышы қамтамасыз етуі тиіс негізгі сипаттамалар төменде келтірілген:

- номиналды қуат: 200 кВт;
- синхронды айналу жиілігі: 3000 айн/мин;
- номиналды жүктемеде сырғу: 1,3%;
- номиналды жүктемеде ПӘК: 94%;
- номиналды жүктемеде қуат коэффициенті: 0,91;
- негізгі орындау массасы: 1130 кг;
- полюстер саны: 2.

#### Жүйенің моделін жасау

Алдын ала ұсынылған технологиялық және функционалдық схемаларға сәйкес, компрессор мен қозғалтқыштың анықталған параметрлеріне негізделіп, MATLAB R2015b бағдарламасында ГКС жұмыс процесін және оның оңтайландыруын модельдеу үшін жалпы схема құрылады.

Модельдің негізі AC4 – DTC индукциялық мотор драйв блогы болды, ол жиілік түрлендіргіші мен асинхронды электр қозғалтқышын қамтиды. Модельде AC4 блогымен қатар үш фазалы қуат көзі, Three-phase source, қолданылады, оның параметрлерінде кернеу мен қуат желісінің жиілігі орнатылады.  $F_{en}$  блогы басқару объектісін сипаттайды, ол винттік компрессор болып табылады.  $F_{en}$  блогымен есептелетін формула – қысымды есептеу формуласы;  $u$  айнымалысы – блокқа кіріс мәні, модельде бұл қозғалтқыштың айналымы. Блоктан шығатын қысым МПа-мен беріледі, кейін бұл қысым датчикке түсіп, электр сигналына түрлендіріледі, ол әрі қарай Simulink стандартты блоктарында жасалған басқару жүйесіне жіберіледі.



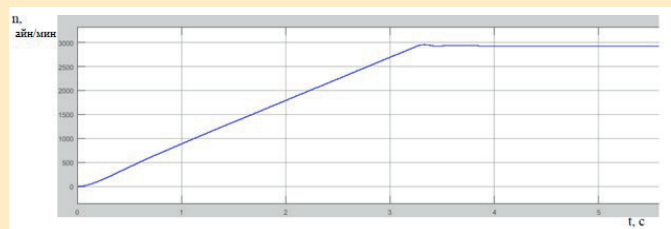
Сурет 3. Таңдалған жабдық параметрлері бойынша ГКС жұмысын модельдеу схемасы.

Figure 3. Simulation diagram of the Gas Compressor Station with selected equipment parameters.

Рис. 3. Схема моделирования работы ГКС с выбранными параметрами оборудования.

Модельде Step блогы берілетін кернеудің көзі болып табылады, оның диапазоны 0-10 В, өйткені жиілік түрлендіргішінің басқару жүйесіндегі максималды кернеу 10 В. Сондықтан 10 В мәні қозғалтқыштың максималды айналымдарына және сәйкесінше максималды шығыс қысымына 2,5 МПа сәйкес келеді. Жүйенің номиналды жұмыс режимі – 8 В-қа тең кернеу, жүйедегі қысым шамамен 2 МПа. Бұл номиналды жұмыс режимінде жүйеде қуат резерві болуы тиіс, себебі магистралды газ құбырының шығыны артқанда, қысым төмендейді. Сондықтан қысымды белгіленген деңгейде ұстап тұру үшін қозғалтқыштың айналымдарын арттыру қажет, осылайша шығыны көбейгенде қысым тұрақты қалады.

Модельдің барлық есептеулері қозғалтқыштың айналымдары 0 айн/мин болған бастапқы сәттен басталады, өйткені өтпелі процестердің толық көрінісін және жүйенің толық жұмысын көру үшін, оны тек нөлдік айналымдардан бақылауға болады. Жүйенің дұрыс жұмыс істейтінін тексеру үшін берілетін кернеу 10 В-қа орнатылады (сурет 4).



Сурет 4. Моделденген жүйенің  $U_3 = 10$  В кезінде жұмыс нәтижелері.

Figure 4. Results of the modeled system operation at  $U = 10$  V.

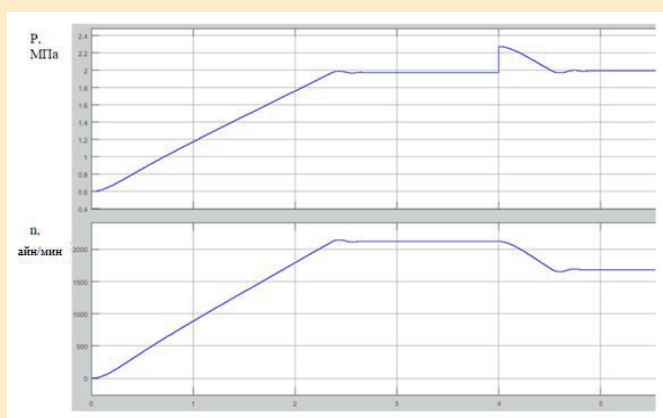
Рис. 4. Результаты работы смоделированной системы при  $U = 10$  В.

Графиктен көріп отырғанымыздай, жүйе максималды жұмыс режиміне 3,5 секундта шығады, при этом перерегулирование минималды, жүйенің жұмысы тұрақты және сапалы. Қозғалтқыштың айналымы 2950 айн/мин, бұл

есептелген қысымға 2,5 МПа сәйкес келеді. Жүйенің жұмысы дұрыс деп саналады.

Қозғалтқыштың жұмысы барлық заңдарға сәйкес келеді: жүйені (қозғалтқыш-компрессор) іске қосқанда, пускालық ток шамамен 400 А болды, ал белгіленген жылдамдыққа жеткенде жұмыс тоқы 150 А деңгейінде қалды. Электромагниттік момент жылдамдық графигіне сәйкес келеді, тұрақты жұмыс кезінде тұрақты токтағы кернеу деңгейі шамамен 570 В.

Келесі кезекте жүйенің  $U_3 = 8 В$  кезінде, яғни номиналды жұмыс режимінде, жұмысы моделденеді. Содан кейін 0,3 МПа қысымның төмендеуін модельдеу жүргізіледі, мысалы, газ құбырындағы шығын азайған кезде қысым номиналдан ауытқиды. Бұл жағдайда жүйе автоматты түрде қысымды төмендетуі керек, қозғалтқыштың айналымдарын азайту арқылы.



**Сурет 5. Жүйенің  $U_3 = 8 В$  кезінде жұмыс нәтижелері және 0,3 МПа қысымның көтерілуін өңдеу.**  
**Figure 5. Results of the system operation at  $U_3 = 8 V$  and pressure surge handling at 0.3 МПа.**

**Рис. 5. Результаты работы системы при  $U_3 = 8 В$  и отработка наброса давления в 0.3 МПа.**

Графиктен көріп отырғанымыздай, жүйе номиналды жұмыс режиміне шыққаннан кейін, қысым 4 секундта секіріп, жүйе автоматты түрде қозғалтқыштың айналымдарын төмендетті, осылайша қысым 2 МПа белгіленген деңгейінде қалды. Модельдеу нәтижелері жүйенің қысымның секіруін тиімді өңдейтінін көрсетті.

#### **Басқару жүйесін оңтайландыру әдісі**

Оптималды басқару мәселесі, екінші айнымалыларды олардың оптималды мәндерінің маңайында сақтау тәсілін табуға бағытталған, бұл кезде жүйенің параметрлерінің өзгеруі мен шектейтін әсерлердің салдарынан туындайтын флуктуацияларға қарамастан. Екінші айнымалылар басқару жүйесінің сапа критерийін сипаттау үшін қолданылады. Оптималды басқару мәселесі, осылайша, сапа

критерийін минимизациялау немесе максимизациялауға айналады. Көптеген оңтайландыру мәселелерін шешу әдістері арасында, әсіресе күрделі міндеттерді шешу кезінде, Понтрягиннің максимумы принципі мен Беллманның динамикалық бағдарламалау әдісі ең тиімді деп есептеледі. Сондықтан қозғалтқыш-компрессор жүйесін әрі қарай дамыту барысында, оңтайлы реттегіш алуды жоспарлаймыз. Понтрягиннің максимумы принципі кең ауқымды динамикалық процестер үшін оңтайлы шешім алудың стильді тәсілін ұсынады. Бұл принцип шектеулерге бағынатын функционалдың минимумын немесе максимумын табуды талап ететін оптимизация проблемасын шешуге мүмкіндік береді. Оңтайлы реттегішті есептеудің әдістерінің бірі – энергияны минимизациялау мәселесі. Бұл есептеу жүйені минималды энергия шығындарымен басқаруға қабілетті реттегіш алуға мүмкіндік береді, ал қайта реттеу қысымды көтеру компрессорлық станцияларында (ҚККС) жиі кездеседі. ҚККС-ның көбісі қалалар мен елді мекендерден алыс орналасқан, электр энергиясы жеткізілмейтін жерлерде болады. Электр энергиясы газ құбыры арқылы өтетін газды пайдаланып генераторлар арқылы өндіріледі, сондықтан станцияларда электр энергиясының шығыны мәселесі өте маңызды.

Көптеген практикалық маңызы бар басқару мәселелерінің ішіндегі энергияны минимизациялау мәселесі ерекше қызығушылық тудырады. Басқару әсерінің квадраты басқару үшін қажетті қуатқа пропорционалды болғандықтан және уақыт бойынша басқару сигналдарының квадратының интегралы оптималды басқару кезінде жұмсалған энергияның өлшемі ретінде қарастырылса, энергияны минимизациялау мәселесін интегралды минимизациялау мәселесі ретінде формулировкалауға болады.

#### **Қорытынды**

Жұмыс барысында процесс технологиялық схемасы зерттелді, функционалдық схемасы құрастырылды, компрессор есептелді, қозғалтқыш роторының айналымына байланысты компрессордың шығу қысымы тәуелділігі анықталып, құрастырылды, жүйенің коэффициенттері есептеле отырып, MATLAB бағдарламасында оның моделі жасалды. Модельдеу нәтижесінде жобаланған жүйенің көрсетілген техникалық талаптарға сәйкес келетіні, алынған модельдің шығыс сипаттамаларының тегіс екендігі, шығыс қысымында күрт секірістер туғызбайтыны және автоматты түрде қысымды реттей отырып, оператордың әрекетіне жауап беретіндігі анықталды.

#### **Алғыс**

*Зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің қаржылық қолдауымен №BR24992956 «Газды сығымдау үшін инновациялық жабдықтар мен технологияларды әзірлеу және құру» тақырыбы аясында жүзеге асырылды.*

#### **ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ**

1. Zheng J. Жоғары қысымды газ тәрізді сутекті сақтау технологияларын жасау. / Zheng J., Liu H., Xu P., Liu P., Zhao Yu., Jan J. // Халықаралық сутегі энергиясы журналы. 2012. №37 (1). Б. 1048-1057 (ағылшын тілінде)

2. *Aristides M. Bonanos. Тұзсыздандыруға арналған термокомпрессорды физикалық модельдеу. // Тұзсыздандыру. 2017. Т. 412. Б. 13-19 (ағылшын тілінде)*
3. *Mikaelyan E.A. Модификацияланған термодинамикалық модель негізінде компрессорлық қондырғылардың газ турбиналы газ компрессорлық қондырғыларын зерттеу. / Mikaelyan E.A., Mohammad S.A. // Халықаралық баламалы журналы. 2015. №17. Б. 1125-1131 (ағылшын тілінде)*
4. *Ahmad K. Sleiti. Экспандер компрессорлық қондырғымен басқарылатын жаңа термомеханикалық тоңазытқыш жүйесінің өнімділігін эксперименттік зерттеу. / Ahmad K. Sleiti, Wahib A. Al-Ammari, Mohammed Al-Khawaja, Ahmad T. Saker. // Қолданбалы жылу инжинирингі. 2022. Б. 212 (ағылшын тілінде)*
5. *Fischer F., Kuehl H.-D. Каскадты термокомпрессорлар арқылы сығылған ауаны генерациялау. // 19-шы Халықаралық Стирлинг қозғалтқышы конференциясы. E3S Web Conf., 2021. – Б. 313 (ағылшын тілінде)*
6. *9544-2005 МЕМСТ: Құбыр желілік арматура. Тығыздық нормалары мен сыныптары. М., 2005 (орыс тілінде)*
7. *5542-78 МЕМСТ: Табиғи жанғыш газдар өнеркәсіптік және коммуналдық тұрмыстық мақсатта: Техникалық шарттар. М., 1978 (орыс тілінде)*
8. *24.104-85 МЕМСТ: Автоматтандырылған басқару жүйелері үшін бірыңғай стандарттар жүйесі. Автоматтандырылған басқару жүйелері. М., 1985 (орыс тілінде)*
9. *Ahmad K. Sleiti. Төмен сортты жылумен жұмыс істейтін изобарикалық кеңейткіш компрессорлық қондырғысы бар біріктірілген термомеханикалық жүйесі-жобалау және талдау. // Ahmad K. Sleiti, Mohammed Al-Khawaja, Wahib A. Al-Ammari. // Халықаралық баламалы журналы. 2020. Т. 120. Б. 39-49 (ағылшын тілінде)*
10. *24.104-85 МЕМСТ: Автоматтандырылған басқару жүйелері үшін бірыңғай стандарттар жүйесі. Автоматтандырылған басқару жүйелері. М., 1985 (орыс тілінде)*

## REFERENCES

1. *Zheng J. Development of technologies for storing hydrogen gas under high pressure. / Zheng J., Liu H., Xu P., Liu P., Zhao Yu., Jan J. // International Journal of Hydrogen Energy. 2012. №37 (1). P. 1048-1057 (in English)*
2. *Aristides M. Bonanos. Physical Modeling of Thermo-Compressor for Desalination Applications. // Desalination. 2017. Vol. 412. P. 13-19 (in English)*
3. *Mikaelyan E.A. Investigation of gas turbine gas pumping units of compressor stations based on a modified thermodynamic model. International Journal of Alternative Fuels. / Mikaelyan E.A., Mohammad S.A. // International Journal of Alternative Fuels. 2015. №17. P. 1125-1131 (in English)*
4. *Ahmad K. Sleiti. Experimental Investigation on the Performance of a Novel Thermo-Mechanical Refrigeration System Driven by an Expander-Compressor Unit. / Ahmad K. Sleiti, Wahib A. Al-Ammari, Mohammed Al-Khawaja, Ahmad T. Saker. // Applied Thermal Engineering. 2022. P. 212 (in English)*
5. *Fischer F., Kuehl H.-D. Generation of Compressed Air by Cascaded ThermoCompressors. // 19th International Stirling Engine Conference. E3S Web Conf., 2021. – P. 313 (in English)*
6. *GOST 9544-2005: Armatura truboprovodnaya zapornaya. Klassy i normy germetichnosti zatvorov. М., 2005 [GOST 9544-2005: Shut-off pipe fittings. Classes and standards of tightness of valves. М., 2005] (in Russian)*
7. *GOST 5542-78: Gazy goryuchie prirodnye dlya promyshlennogo i kommunal'no-bytovogo naznacheniya: Tekhnicheskie usloviya. М., 1978 [GOST 5542-78: Natural combustible gases for industrial and municipal purposes: Technical conditions. М., 1978] (in Russian)*
8. *GOST 24.104-85: Edinaya sistema standartov avtomatizirovannykh sistem upravleniya. Avtomatizirovannyye sistemy upravleniya. М., 1985 [GOST 24.104-85: Unified system of standards for automated control systems. Automated control systems. М., 1985] (in Russian)*
9. *Ahmad K. Sleiti. A Combined Thermo-Mechanical Refrigeration System with Isobaric ExpanderCompressor Unit Powered by Low Grade Heat – Design and Analysis// Ahmad K. Sleiti, Mohammed Al-Khawaja, Wahib A. Al-Ammari. // International Journal of Refrigeration. 2020. Vol. 120. P. 39-49 (in English)*
10. *GOST 24.104-85: Edinaya sistema standartov avtomatizirovannykh sistem upravleniya. Avtomatizirovannyye sistemy upravleniya. М., 1985 [GOST 24.104-85: Unified system of standards for automated control systems. Automated control systems. М., 1985] (in Russian)*

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Zheng J. Разработка технологий хранения газообразного водорода под высоким давлением. / Zheng J., Liu H., Xu P., Liu P., Zhao Yu., Jan J. // Международный журнал по водородной энергетике. 2012. №37 (1). С. 1048-1057 (на английском языке)*



2. *Aristides M. Vonaos. Физическое моделирование термокомпрессора для применения в опреснении воды. // Опреснение воды. 2017. Т. 412. С. 13-19 (на английском языке)*
3. *Mikaelyan E.A. Исследование газотурбинных газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций на основе модифицированной термодинамической модели. / Mikaelyan E.A., Mohamud S.A. // Международный журнал альтернативных видов топлива. 2015. №17. С. 1125-1131 (на английском языке)*
4. *Ahmad K. Sleiti. Экспериментальное исследование эффективности новой термомеханической холодильной системы с расширительно-компрессионным агрегатом. / Ahmad K. Sleiti, Wahib A. Al-Ammari, Mohamud Al-Khawaja, Ahmad T. Saker. // Прикладная теплотехника. 2022. С. 212 (на английском языке)*
5. *Fischer F., Kuehl H.-D. Получение сжатого воздуха каскадными термокомпрессорами. // 19-я Международная конференция по двигателям Стирлинга. E3S Web of Conferences, 2021. – С. 313 (на английском языке)*
6. *ГОСТ 9544-2005: Арматура трубопроводная запорная. Классы и нормы герметичности затворов. М., 2005 (на русском языке)*
7. *ГОСТ 5542-78: Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения: Технические условия. М., 1978 (на русском языке)*
8. *ГОСТ 24.104-85: Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. М., 1985 (на русском языке)*
9. *Ahmad K. Sleiti. Комбинированная термомеханическая установка с изобарическим расширительным компрессором, работающим на низкосортном тепле – проектирование и анализ. // Ahmad K. Sleiti, Mohamud Al-Khawaja, Wahib A. Al-Ammari. // Международный журнал холодильной техники. 2020. Т. 120. С. 39-49 (на английском языке)*
10. *ГОСТ 24.104-85: Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. М., 1985 (на русском языке)*

#### Авторлар туралы мәліметтер:

**Басқанбаева Д.Ж.**, Ph.D докторы, «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан), [d.baskanbayeva@satbayev.university](mailto:d.baskanbayeva@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0003-1688-0666>

**Елемесов К.К.**, т.ғ.к., профессор, Энергетика және машинажасау институтының директоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан), [k.yelemessov@satbayev.university](mailto:k.yelemessov@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0001-6168-2787>

**Татаева Ж.Қ.**, «Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы» мамандығының 1-курс докторанты, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан), [z.tataeva@satbayev.university](mailto:z.tataeva@satbayev.university); <https://orcid.org/0009-0009-2874-1090>

**Сабирова Л.Б.**, т.ғ.к., «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан), [l.sabirova@satbayev.university](mailto:l.sabirova@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0001-8231-9944>

#### Information about the authors:

**Baskanbayeva D.**, Ph.D Associate Professor of the Department of Technological Machines and equipment, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Yelemessov K.**, Candidate of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Energy and Mechanical Engineering, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Tataeva Zh.**, 1st year doctoral student of the EP «Digital Engineering of Machines and Equipment», Senior Lecturer of the Department of «Technological Machines and equipment» Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Sabirova L.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Machines and equipment, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

#### Сведения об авторах:

**Басқанбаева Д.Д.**, доктор Ph.D, ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и оборудование», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Елемесов К.К.**, к.т.н., профессор, директор Института энергетики и машиностроения, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Татаева Ж.К.**, докторант 1-го курса по ОП «Цифровая инженерия машин и оборудования», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Сабирова Л.Б.**, к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и оборудование», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

Код МРНТИ 52.47.15

\*Ж.С. Сарқұлова<sup>1</sup>, Р.Ж. Оразбекова<sup>1</sup>, Г.А. Исенгалиева<sup>1</sup>, Ф.Т. Балмаганбетова<sup>2</sup><sup>1</sup>Aktobe regional university named after K. Zhubanov (Ақтөбе қ., Қазақстан),<sup>2</sup>Aktobe University named after S. Baishev (Ақтөбе қ., Қазақстан)

## ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯ: ҰНҒЫЛАРДЫ БҰРҒЫЛАУДАҒЫ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ПЕН АВТОМАТТАНДЫРУ РӨЛІ

**Аннотация.** Мақалада ұнғыны бұрғылаудағы цифрландыру мәселелері қарастырылады. Және мұнай-газ өнеркәсібінде ұнғыларды бұрғылаудағы ЖИ маңызын, процеске әсері сипатталды. ЖИ арқылы қандай проблемаларды шешуге болатыны туралы зерттелді. Мақалада жабдықтарды басқару, ұнғының бұрғылау уақытын қысқарту, шығындарды азайту қарастырылды. Роботизация, блокчейн технологиялары сияқты жаңа инновацияларда талқыланды. Ұнғымаларды бұрғылау мен мұнайды өңдеудің заманауи тенденцияларына шолу жасалды. Сонымен қатар, бұл технологиялар арқылы жұмыскерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге болады. Қоршаған ортаға әсерді төмендетуге және өндірістің шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. ЖИ мен автоматтандырудың дамуы арқылы бұл саладағы тиімділік пен инновациялық мүмкіндіктер артады.

**Түйінді сөздер:** жасанды интеллект, автоматтандыру жүйелері, ұнғыларды бұрғылау, оңтайлы бұрғылау, жабдықтарды басқару, деректерді талдау.

### Digital transformation: the role of artificial intelligence and automation in well drilling

**Abstract.** The article discusses the issues of digitalization in well drilling. And in the oil and gas industry, the importance of AI in drilling wells and the impact on the process were characterized. We have studied what problems can be solved with the help of AI. The article discusses equipment management, reduction of well drilling time, and cost reduction. New innovations such as robotics and blockchain technologies were discussed. A review of current trends in well drilling and oil refining has been conducted. In addition, with the help of these technologies, it is possible to ensure the safety of employees. It reduces the environmental impact and reduces production costs. Thanks to the development of AI and automation, efficiency and innovative opportunities in this area have increased.

**Key words:** artificial intelligence, automation systems, well drilling, optimal drilling, equipment management, data analysis.

### Цифровая трансформация: роль искусственного интеллекта и автоматизации в бурении скважин

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы цифровизации при бурении скважин. В нефтегазовой промышленности характеризовалось значение ИИ при бурении скважин, его влияние на процесс. Было изучено, какие проблемы можно решить с помощью ИИ. В статье рассмотрены управление оборудованием, сокращение времени бурения скважин, снижение затрат. Велось обсуждение о новых инновациях, таких как роботизация, технологии блокчейн. Проведен обзор современных тенденций бурения скважин и переработки нефти. Кроме того, с помощью этих технологий можно обеспечить безопасность работников, а также снизить воздействие на окружающую среду и уменьшить издержки производства. Благодаря развитию ИИ и автоматизации повысилась эффективность и инновационные возможности в этой области.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, системы автоматизации, бурение скважин, оптимальное бурение, управление оборудованием, анализ данных.

### Кіріспе

Ұнғыны бұрғылаудағы жасанды интеллект (ЖИ) пен автоматтандырудың рөлі қазіргі кезде өте маңызды. Мұнай және газ өндіру саласында бұл технологиялар жұмыс процестерін тиімдірек, қауіпсіз, әрі экономикалық жағынан ұтымды етуге мүмкіндік береді. Жасанды интеллект пен автоматтандыруды ұнғыны бұрғылау кезінде қолданудың бірнеше негізгі аспектілері бар:

#### 1. Процестерді автоматтандыру [1].

**Деректерді өңдеу:** ұнғыны бұрғылау барысында түрлі датчиктерден (мысалы, қысым, температура, бұрғылау жылдамдығы) алынған деректер көптеп жиналады. Жасанды интеллект осы деректерді талдай отырып, болашақтағы өзгерістерді болжауға, процестерді оңтайландыруға мүмкіндік береді.

**Жабдықты басқару:** автоматтандырылған жүйелер бұрғылау жабдықтарының жұмысын бақылайды. Бұл жүйелер, мысалы, бұрғылау басының бағытын, жылдамдығын және күшін нақты уақыт режимінде реттеп отырады. Бұл жұмыс тиімділігін арттырады және операторлардың жүктемесін жеңілдетеді.

#### 2. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету.

**Қауіп-қатерлерді алдын ала болжау:** жасанды интеллект бұрғылау алаңындағы қауіпті жағдайларды болжау үшін алдын ала деректерді талдай алады. Мысалы, бұрғылау процесінде жер асты жағдайларында ауытқулар болуы мүмкін, бұл ұнғының құлауы немесе жарылысына әкелуі ықтимал. ЖИ бұл өзгерістерді алдын ала анықтап, операторларға қауіпсіздік шараларын қабылдауға мүмкіндік береді.

**Адамдық факторды азайту:** ЖИ жүйелері адам қателігін азайтуға көмектеседі. Бұрынғы жүйелерде опера-

торлар көптеген шешімдерді қолмен қабылдайтын болса, автоматтандырылған жүйелер оларды деректер негізінде қабылдай алады, бұл жұмыс тиімділігін арттырады.

#### 3. Процестерді оңтайландыру.

**Оңтайлы бұрғылау параметрлерін таңдау:** ЖИ бұрғылау жұмыстарының параметрлерін, соның ішінде бұрғылау жылдамдығын, бұрғылау қысымын және сұйықтықтың ағымын есептей отырып, ең тиімді параметрлерді таңдайды. Бұл өнімділікті арттырады және уақытты үнемдеуге мүмкіндік береді.

**Шығындарды азайту:** автоматтандыру және ЖИ қолдану арқылы материалдар мен ресурстарды тиімді пайдалану, бұрғылау жұмыстарының уақытын қысқарту мүмкін болады, бұл өз кезегінде жалпы шығындарды азайтады.

#### 4. Ұнғыны бұрғылау процесін қашықтан бақылау.

**Қашықтан басқару:** жасанды интеллект және автоматтандыру арқылы операторлар бұрғылау алаңын қашықтан бақылап, басқаруға мүмкіндік алады. Бұл әсіресе қол жетпейтін немесе қауіпсіздікті қамтамасыз ету қиын жерлерде маңызды.

**Машиналар мен роботтар:** автономды роботтар мен дрондар ұнғыны бұрғылау кезінде инспекция жүргізуге, жабдықтарды тексеруге және басқа да қажетті шараларды орындауға мүмкіндік береді.

#### 5. Деректерді талдау және болжау.

**Үздіксіз деректер жинау:** жасанды интеллект бұрғылау кезінде үздіксіз деректер жинай отырып, оларды талдайды. Бұл үрдіс бұрғылау жұмыстарының барысын түсінуге, ұнғының жағдайын анықтауға, және бұрғылау операцияларын одан әрі жетілдіруге мүмкіндік береді.

**Болжау моделі:** ЖИ бұрғылау барысындағы ақаулар мен бұзылуларды алдын ала болжау үшін болжау модельдерін қолданады. Мұндай жүйелер ұңғының болашақтағы жағдайын болжауға, ақауларды ерте анықтауға мүмкіндік береді.

**Материалдар мен әдістер:** ұңғыны бұрғылаудағы жасанды интеллект (ЖИ) мен автоматтандырудың рөлі әлі де кенеюде, және бұл саланың болашағына үлкен әсерін тигізуде. Төменде [2] осы технологиялардың бұрғылау саласында тағы қандай пайдалы жақтары бар екенін қарастырайық.

#### 6. Нақты уақыттағы мониторинг және диагностика.

Нақты уақыттағы деректерді өңдеу: ЖИ жүйелері бұрғылау кезінде нақты уақыттағы деректерді жинап, оларды жылдам өңдеуге қабілетті. Мысалы, бұрғылау кезінде температура мен қысымның өзгеруін бақылап, ақауларды немесе қауіпті жағдайларды алдын ала анықтап, қажетті әрекеттерді жасауға мүмкіндік береді.

Деректерге негізделген диагностика: бұл технологиялар бұрғылау алаңында кез келген ақауды немесе бұзылуды диагностикалау үшін үлкен деректерді талдайды. Бұған бұрғылау құралының зақымдануын немесе жабдықтардың қалыпты жұмыс істеуін анықтау кіреді.

#### 7. Қалпына келтіру және сақтандыру.

**Ақауларды болжау және алдын алу:** ЖИ жүйелері бұрғылау процестерінде қолданылатын жабдықтардың жұмысын бақылап, болашақта болатын ақауларды болжау арқылы алдын алу шараларын іске асырады. Бұл жүйелер бұрғылау жұмыстары кезінде жабдықтың істен шығуы немесе зақымдануы мүмкін екенін ерте анықтап, операцияның үзілуінен сақтандырады.

**Кешенді сақтандыру және басқару:** мұнай-газ саласындағы үлкен жобалар үшін әртүрлі сақтандыру талаптары бар. Жасанды интеллект пен автоматтандыру бұрғылау жұмыстарын жүргізу кезінде қаржылық қауіп-қатерлерді болжауға және оңтайландыруға көмектеседі, соның ішінде жұмысшылардың жарақат алу қаупін, техникалық ақауларды немесе сыртқы факторлардың әсерін ескеруге болады.

#### 8. Экологиялық тиімділік.

**Қоршаған ортаға әсерді азайту:** бұрғылау кезінде қоршаған ортаға әсерді азайту маңызды мәселе болып табылады. ЖИ және автоматтандырылған жүйелер ресурстарды (сұйықтықтар, энергия, материалдар) тиімді пайдалануға

көмектеседі. Олар бұрғылау операциялары кезінде экологиялық нормаларды сақтауға және экологиялық зиянды азайтуға мүмкіндік береді.

**Қалдықтарды басқару:** ЖИ технологиялары қалдықтарды тиімді басқаруға көмектеседі. Бұған сұйықтықтардың қолданылуын бақылау, химиялық заттардың және басқа да қалдықтардың минимизациясы кіреді.

#### 9. Ұңғыны бұрғылау уақытын қысқарту.

**Оптимизацияланған уақыт кестелері:** жасанды интеллект бұрғылау процесіндегі әртүрлі факторларды ескеріп, ең тиімді жұмыс кестелерін жасауға көмектеседі. Бұл уақытты үнемдеуге, бұрғылау кезеңдерін қысқартуға және операциялардың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

**Динамикалық реттеу:** жасанды интеллект бұрғылау процесінің әртүрлі параметрлерін динамикалық түрде реттейді. Мысалы, бұрғылау жылдамдығын, қысымды және сұйықтықтың ағымын өзгертіп, жұмыс уақытын қысқартуға болады.

#### 10. Адам ресурстарын басқару.

**Операторлардың рөлін өзгерту:** ЖИ мен автоматтандыру бұрғылау алаңындағы операторлардың міндеттерін өзгерте отырып, оларды жоғары деңгейдегі басқару және талдау жұмыстарымен айналысуға бағыттайды. Автоматтандырылған жүйелер жұмысшыларды күнделікті механикалық әрекеттерден босатып, олардың қауіпсіздігі мен тиімділігіне назар аударуға мүмкіндік береді.

**Жасанды интеллекттің қолдауы [3]:** ЖИ жүйелері операторларға нақты шешімдер қабылдауда көмек көрсету үшін жағдайды талдайды және әртүрлі сценарийлерді ұсынады. Бұл білімнің жоғарылануы мен жұмыс тиімділігінің өсуіне әкеледі.

#### 11. Дистанциялық және автономды бұрғылау.

**Автономды ұңғы бұрғылауы:** ұңғыны бұрғылау процесінде автономды жүйелердің қолданылуы әлемдегі ең алдыңғы қатарлы жетістіктердің бірі болып табылады. Бұл технологиялар ұңғыны бұрғылауды операторлардың қатысуынсыз толықтай басқаруға мүмкіндік береді, әсіресе қол жетімсіз немесе қауіпті аймақтарда.

**Қашықтан басқару мүмкіндігі:** қауіпті немесе қиын жағдайларда жұмыс істеу үшін бұрғылау алаңын қашықтан басқару мүмкіндігі өте маңызды. Бұл әсіресе жер асты тереңдіктерінде немесе жоғары қысым мен температура жағдайларында өте пайдалы.

## Нәтижелер

*Цифрлық технологияның рөлі мен оның мұнай-газ саласына әсері [4]*

*Кесме 1*

*The role of digital technologies and their impact on the oil and gas industry [4]*

*Table 1*

*Роль цифровых технологий и их влияние на нефтегазовую отрасль [4]*

*Таблица 1*

Цифрлық технология	Рөлі мен қолданылуы	Артықшылықтар	Қолдану саласы
Жасанды интеллект (ЖИ).	Өндірістік процестерді оңтайландыру, ақауларды алдын ала болжау, деректерді нақты уақыт режимінде талдау.	Өндіріс тиімділігін арттыру, шығындарды төмендету, қауіпсіздікті жақсарту, кателіктерді азайту.	Ұңғымаларды басқару, өндірістік мониторинг, жабдықтардың ақауларын болжау.



Автоматтандыру жүйелері (SCADA, DCS).	Өндірістік процестерді автоматты түрде бақылау және басқару.	Жүйелі бақылау, жұмысшылардың араласуын азайту, деректерді үздіксіз жинау және талдау мүмкіндігі.	Кен орындарын басқару, өндіріс процестерінің автоматизациясы.
Үлкен деректер (Big Data) және аналитика.	Өндірістік деректерді жинақтау, сақтау және талдау.	Өндіріс процестерін оңтайландыру, тиімді шешімдер қабылдау, уақытты үнемдеу, шығындарды азайту.	Өндіріс жоспары, жабдықтың жұмыс тиімділігін бақылау.
Интернет заттары (IoT).	Сенсорлар мен құрылғыларды пайдаланып, өндіріс процесін бақылау.	Нақты уақыт режимінде мәліметтер алу, ақауларды алдын ала анықтау, қызметкерлердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету.	Кен орындарындағы мониторинг, жабдықтарды қашықтан бақылау.
Роботизация.	Мұнай-газ өндірісінде роботтар мен автоматты жүйелерді қолдану.	Жұмысшыларды ауыр жұмыстардан босату, өндіріс тиімділігін арттыру, қауіпсіздікті қамтамасыз ету.	Қиын жерлерде жұмыс істеу, зерттеу және техникалық қызмет көрсету.
Киберқауіпсіздік.	Цифрлық жүйелер мен құрылғылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету.	Мәліметтердің сақталуы, жүйелердің ақаусыз жұмыс істеуі, кибершабуылдардан қорғау.	Барлық цифрлық жүйелер, өндірістік процестерді автоматтандыру.
Цифрлық екілік (Digital Twin).	Кен орнын немесе жабдықты виртуалды түрде моделдеу және басқару.	Жабдықтың тиімділігін бақылау, ақауларды болжау, жөндеу уақыттарын қысқарту.	Кен орындарын модельдеу, жабдықтардың жұмысын талдау.
Cloud-технологиялар.	Деректерді сақтау, өңдеу және оларды қашықтан басқару.	Деректердің қолжетімділігі, ауқымды сақтау мүмкіндігі, жұмысты жеңілдету.	Деректерді басқару, өндірістік жоспарлау, сақтандыру жүйелері.
Блокчейн технологиясы.	Өндірістік операциялар мен транзакцияларды қауіпсіз және ашық түрде жазу.	Қауіпсіздік, ақшалай және өндірістік операциялардың ашықтығы, операцияларды бақылау.	Ақша айналымы, жеткізілім тізбегін бақылау, қауіпсіздік жүйелері.
Цифрлық кадрлар және білім беру платформалары.	Қызметкерлердің білімін арттыру және жаңа дағдыларды меңгеру үшін онлайн платформаларды пайдалану.	Оқыту процесін жеңілдету, қызметкерлердің дайындық деңгейін арттыру, өндіріс сапасын жоғарылату.	Оқу, қызметкерлердің біліктілігін арттыру, тренингтер.

Кесте 2

Мұнай-газ саласындағы жасанды интеллект (ЖИ)-тің артықшылықтары мен кемшіліктері [5]

Table 2

Advantages and disadvantages of artificial intelligence (AI) in the oil and gas industry [5]

Таблица 2

Преимущества и недостатки искусственного интеллекта (ИИ) в нефтегазовой отрасли [5]

Артықшылықтары	Кемшіліктері
Өндіріс тиімділігін арттыру	Жоғары бастапқы құн
Жасанды интеллект үлкен деректерді өңдей отырып, өндірістік процестерді тиімді түрде басқаруға мүмкіндік береді. Ол мұнай-газ ұнғымаларын оңтайландыру, өндірістік жүйелерді бақылау және ақауларды алдын ала болжауда қолданылады.	Жасанды интеллект жүйелерін енгізу үшін жоғары қаржы инвестициялары мен бастапқы шығындар қажет. Құрылғылар мен бағдарламалық қамтамасыз етуді жаңарту, білім беру жүйелеріне үлкен шығындар салынуы мүмкін.

<b>Шығындарды азайту</b>	<b>Деректердің сапасы мен дұрыстығына тәуелділік</b>
ЖИ жүйелері өндіріс шығындарын азайтуға мүмкіндік береді, себебі олар ұңғымалардың өнімділігін болжау, ақауларды алдын ала анықтау және жұмысты оңтайландыру арқылы ресурстарды тиімді пайдаланады.	Жасанды интеллект дұрыс нәтижеге жету үшін үлкен, сапалы деректерге мұқтаж. Деректердің дұрыс болмауы немесе сапасыз болуы жүйенің нәтижелеріне теріс әсер етуі мүмкін.
<b>Қауіпсіздік деңгейін арттыру</b>	<b>Жоғары техникалық біліктілік талаптары</b>
ЖИ жүйелері жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге көмектеседі. Мысалы, қауіпті жағдайларды болжау, жөндеу жұмыстарын уақытында өткізу, ақаулардың алдын алу сияқты функциялар адам өмірін сақтауға ықпал етеді.	Жасанды интеллектті тиімді пайдалану үшін мұнай-газ саласында жоғары техникалық біліктілігі бар мамандар қажет. Бұл кадрларды даярлау мен технологияны меңгеру процессін қиындатуы мүмкін.
<b>Шешім қабылдау процесін жеделдету</b>	<b>Киберқауіпсіздік мәселелері</b>
Жасанды интеллект нақты уақыт режимінде деректерді талдай отырып, жылдам әрі дәл шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Бұл өндірістік процестердің тиімділігін арттырады, уақытты үнемдейді.	Жасанды интеллект жүйелерінің кибершабуылдарға ұшырау қаупі бар. Жүйенің бұзылуы немесе хакерлердің шабуылдары нәтижесінде ақпараттың жоғалуы мен өндірістік тоқыраулар болуы мүмкін.
<b>Тікелей адам жұмысқа араласуды азайту</b>	<b>Этика және жауапкершілік мәселелері</b>
Жасанды интеллект адам араласуын минимумға дейін төмендетеді, бұл өз кезегінде қателіктердің саны мен өндірістің тежелуін азайтады. Барлық процесс автоматтандырылған түрде жүзеге асады.	Жасанды интеллекттің шешім қабылдау кезінде этикалық мәселелер туындауы мүмкін. Адамдардың жұмысын ауыстыру, жұмыссыздық деңгейінің өсуі сияқты сұрақтар қоғамда теріс пікірлерді тудыруы мүмкін.
<b>Экологиялық тиімділік</b>	<b>Жоғары тәуелділік және техникалық ақаулар</b>
ЖИ жүйелері экологиялық қауіптерді болжауға және бақылауға мүмкіндік береді. Бұл саланың экологиялық тұрақтылығын арттыруға, ластаушы заттарды азайтуға ықпал етеді.	Жасанды интеллект жүйелерінің ақаулары мен тоқыраулары өндірісті тоқтатып қоюы немесе өндірістік жүйені істен шығару қаупін туғызады. Сондай-ақ, жүйелерге толық тәуелділік туындауы мүмкін.
<b>Инновациялар мен жаңа технологиялар енгізу</b>	<b>Жұмысшыларды даярлау қажеттілігі</b>
Жасанды интеллект мұнай-газ саласында жаңа технологиялар мен инновацияларды енгізуге мүмкіндік береді. Бұл өндіріс жүйелерін жақсартуға және жаңғыртуға ықпал етеді.	Жасанды интеллектті енгізу үшін компанияларға жұмысшыларды жаңа технологияларға үйрету қажет. Бұл оқу процесі уақытты қажет етеді және қосымша шығындарды талап етеді.

Жасанды интеллект [6] мұнай-газ саласында өндіріс тиімділігін арттыру, қауіпсіздікті қамтамасыз ету және шығындарды азайту сияқты көптеген артықшылықтарды ұсынады. Алайда, бұл технологиялардың енгізілуі қымбат, олардан толықтай тиімді пайдалануды талап

ететін техникалық дағдыларды және жоғары біліктілікті мамандарды талап етеді. Сонымен қатар, киберқауіпсіздік, этика, жұмысшылардың жұмыс орнының қауіпсіздігі сияқты мәселелер де маңызды болып табылады.

*Ұңғыны бұрғылаудағы жасанды интеллект пен автоматтандырудың рөлі [7]*

*Кесте 3*

*The role of artificial intelligence and automation in well drilling [7]*

*Table 3*

*Роль искусственного интеллекта и автоматизации в бурении скважин Казахстана [7]*

*Таблица 3*

Қолдану саласы	Жасанды интеллект пен автоматтандырудың рөлі	Пайдасы
Процестерді автоматтандыру.	Деректерді жинау және өңдеу, бұрғылау жабдықтарын басқару.	Жұмыс тиімділігі артады, адам факторының ықпалы азаяды, операциялар жылдамдығы артады.
Қауіпсіздікті қамтамасыз ету.	Қауіпті жағдайларды болжау, ақауларды ерте анықтау, қауіпсіздік шараларын автоматты түрде іске асыру.	Қауіп-қатерлер азаяды, жұмысшылардың жарақат алу қаупі төмендейді, авариялық жағдайлар алдын алады.

Процестерді оңтайландыру.	Бұрғылау параметрлерін (жылдамдық, қысым, сұйықтық ағымы) оңтайландыру, ресурстарды тиімді пайдалану.	Өнімділік артады, шығындар азаяды, уақыт пен ресурстар үнемделеді.
Қашықтан бақылау.	Ұңғыны қашықтан бақылау және басқару, автоматтандырылған жүйелер арқылы инспекция жүргізу.	Қашықтан бақылау мүмкіндігі, қауіпсіздік пен тиімділік арттырады.
Деректерді талдау және болжау.	Үздіксіз деректер жинау, болашақтағы ақауларды немесе өзгерістерді болжау.	Ақаулардың алдын алу, болжау модельдерін қолдану арқылы жұмыс барысындағы тәуекелдер азаяды.
Экологиялық тиімділік.	Қоршаған ортаға әсерді бақылау, қалдықтарды басқару, экологиялық нормаларды сақтау.	Экологиялық әсер азаяды, ресурстар үнемделеді, экологиялық қауіптер төмендейді.
Ұңғыны бұрғылау уақытын қысқарту.	Оптимизацияланған жұмыс кестелері, параметрлерді динамикалық реттеу.	Жұмыс уақытын үнемдеу, бұрғылау процесінің жылдамдығы артады.
Адам ресурстарын басқару.	Операторлардың рөлін өзгерту, жоғары деңгейдегі басқару және талдау жұмыстарына назар аудару.	Операторлардың жүктемесі азаяды, жұмысшылардың қауіпсіздігі мен тиімділігі артады.
Автономды бұрғылау.	Автономды бұрғылау жүйелерін қолдану, қашықтан басқару, тәуекелді аймақтарда жұмыс істеу.	Қауіпті аймақтарда жұмыс істеу мүмкіндігі, адам қатысуынсыз жоғары тиімділікке қол жеткізу.
Кешенді сақтандыру және басқару.	Жабдықтардың ақауларын болжау, қаржылық қауіптерді талдау, жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету.	Қауіптерді ерте анықтау, бұрғылау жұмысын тиімді басқару, қаржылық шығындарды азайту.

Мұнай-газ саласындағы жасанды интеллекттің өсіп келе жатқан рөлі туралы айтатын болсақ [8], Мұнай Және Газ Басқармасы (OGA) Ұлыбританиядағы Ұлттық Деректер қоймасының (NDR) арқасында жасанды интеллектті 2019 жылы қолдана бастады. Пандемия 2020 жылы саланың құлдырауына себеп болды (карантин кезінде мұнай бағасы шамамен 50%-ға төмендеді). Дегенмен, көптеген компаниялар жасанды интеллектке белсенді түрде инвестиция салуда:

- Барлау мен өндірудің бастапқы кезеңдерін автоматтандыру;
- Мұхитты зерттеуге арналған жасанды интеллект роботтарын жасау;
- Табиғи майды анықтау мүмкіндіктерін жақсарту;
- Өнімділікті арттыру;
- Тәуекелдерді азайту;
- Операциялық шығындарды барынша азайту;
- Жеткізу тізбегін оңтайландыру;
- Бұрғылау жұмыстарының ROI-ін барынша арттыру;
- Мұнай кен орындарындағы жасанды интеллектке негізделген сенсорлар ;
- Жергілікті жұмысшылармен жаңартуларды бөлісу үшін мобильді интеграциялар.

Алғашқы пайдаланушылардың өз активтерін қорғаудың және көбірек инвесторларды тартудың артықшылығы бар екені таңқаларлық емес. Жасанды интеллектті мұнай-газ саласына ерте енгізу басқа салалардағыдай нәтижелерге әкеледі, яғни компанияларға нарықтағы позицияларын сақтауға және өз үлестерін кеңейтуге мүмкіндік береді, бұл басқаларға қарағанда бәсекелестік артықшылыққа ие болады.

### Нәтижелерді талдау

Жоғарыда айтылып кеткендей ЖИ пен автоматтандырудың артықшылықтары көп, оның кемшіліктеріне қарағанда. Біз ұсынып отырған шешімдердің ерекшелігі жаңа технологиялардың барлық мүмкіндігін қамту боп табылады. Процестерді яғни, түскен деректерді жинау оны өңдеу, бұрғылау жабдықтарын басқаруда автоматтандыру рөлі сипатталады. Ұңғыны бұрғылаудағы автоматизация [9] – бұл өндірістік процестерді жетілдіруге бағытталған маңызды қадам, себебі ол қауіпсіздік деңгейін арттырып, өнімділікті және тиімділікті жоғарылатуға мүмкіндік береді. Ұңғыны бұрғылаудың автоматизациясы бірнеше ерекшеліктермен сипатталады [10].

**Процестерді бақылау және басқару:** автоматизация жүйелері ұңғы бұрғылау процесін толық бақылауға мүмкіндік береді. Бұл датчиктер мен сенсорлар арқылы жер астындағы жағдайлар мен бұрғылау жабдығының күйін үнемі бақылап отыруды қамтамасыз етеді. Автоматтандырылған басқару жүйелері бұрғылау параметрлерін (мысалы, айналу жылдамдығы, қысым және температура) алдын ала белгіленген шектерде ұстап тұруға мүмкіндік береді.

**Қашықтан басқару:** қазіргі уақытта ұңғы бұрғылау қондырғыларының көпшілігі қашықтан басқарылуы мүмкін. Бұл операторларға орталықтан басқару пунктінен немесе бақылау бөлмесінен ұңғыны бұрғылау процесін қадағалауға және қажетті параметрлерді реттеуге мүмкіндік береді.

**Деректерді жинау және өңдеу:** автоматтандырылған жүйелер үлкен көлемдегі деректерді жинап, талдай алады. Бұл деректер бұрғылау процесінің тиімділігін арттыру, ақауларды ерте анықтау, сондай-ақ энергия мен ресурстарды үнемдеу үшін пайдаланылады.



**Қауіпсіздік:** автоматизация жұмысшылардың физикалық қатысуын азайтады, бұл олардың қауіпті жағдайларға түсу қаупін төмендетеді. Әсіресе ұңғы бұрғылау кезінде газдың немесе мұнайдың ағып кетуі, өрт немесе басқа да апаттар орын алуы мүмкін, автоматизация жүйелері осы апаттардың алдын алу үшін қауіпсіздік шараларын тез арада іске қосады.

**Процестерді оңтайландыру:** автоматтандырылған бұрғылау жүйелері бұрғылау процесін максималды тиімділікпен жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл энергия мен материалдарды үнемдеуге, сондай-ақ операцияларды жеделдетуге көмектеседі.

**Механикаландырылған және роботталған жүйелер:** ұңғыны бұрғылауда роботтық технологиялар мен механикаландырылған құрылғыларды қолдану жұмысты жеңілдетеді. Мысалы, автоматты бұрғылау қондырғылары мен роботтар еңбек сыйымдылығын төмендетеді және адам еңбегін алмастырады.

**Техникалық қызмет көрсету:** автоматизация жүйелері жабдықтардың жағдайын үнемі қадағалауға мүмкіндік береді, бұл жүйелердің жұмысын үнемі бақылап, ақауларды алдын ала анықтауға мүмкіндік береді. Бұл бұрғылау процесін үзіліссіз жүргізуге мүмкіндік береді.

### Қорытынды

Жасанды интеллект пен автоматтандыру ұңғыны бұрғылау саласында өндіріс тиімділігін арттыру, қауіпсіздікті қамтамасыз ету және экологиялық әсерді төмендету бағытында зор рөл атқарады. Бұл технологиялар жұмысшылардың қауіпсіздігін арттырып, бұрғылау процестерін неғұрлым икемді және тиімді ете отырып, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалануға мүмкіндік береді.

Қазақстанның мұнай-газ саласындағы цифрлық трансформация – бұл тек қана технологиялық прогресс емес, экономикалық тиімділікті арттырудың, қауіпсіздікті қамтамасыз етудің және экологиялық тұрақтылықты сақтаудың маңызды құралы. Жасанды интеллект пен автоматтандыру жүйелерін енгізу арқылы компаниялар өздерінің өндірістік процестерін оңтайландырып, нарықтық өзгерістерге бейімделе алады. Болашақта Қазақстанның мұнай-газ саласында цифрлық технологиялардың рөлі арта түседі, бұл саланың әлемдік деңгейде бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етеді.

Ұңғыны бұрғылаудағы жасанды интеллект (ЖИ) пен автоматтандырудың рөлі қазіргі кезде мұнай-газ саласының тиімділігі мен қауіпсіздігін айтарлықтай арттыруда. Бұл технологиялар жұмыс процестерін айтарлықтай оңтайландырып, шығындарды төмендетіп, өндіріс уақытын қысқартуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, олар адам факторынан туындайтын қателіктерді азайтып, қауіпті жағдайларды болжау арқылы жұмысшылардың қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Қорыта айтқанда, ұңғыны бұрғылаудағы автоматизация қауіпсіздік, тиімділік, дәлдік, ресурстарды үнемдеу және жұмыс сапасын жақсарту үшін үлкен маңызға ие.

Бұл технологиялар бұрғылау саласында тиімді жұмыс істеудің жаңа мүмкіндіктерін ашып, өндірістің жалпы өнімділігін арттыруға, шығындарды азайтуға және экологиялық және қауіпсіздік мәселелерін шешуге көмектеседі. Жасанды интеллект пен автоматтандырудың дамуы арқылы бұрғылау процестері болашақта одан да интеллектуалды және автономды болады, бұл мұнай-газ саласының бәсекеге қабілеттілігін күшейтеді.

### ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Храменков В.Г. Мұнай-газ ұңғымаларын бұрғылаудың технологиялық процестерін басқаруды автоматтандыру: академиялық бакалавриатқа арналған оқу құралы: М.: Юрайт, 2016, Б. 260 (орыс тілінде)
2. Храменков В.Г. Мұнай-газ ұңғымаларын бұрғылаудың технологиялық процестерін басқаруды автоматтандыру: оқу құралы: М.: Юрайт, 2016, Б. 416 (орыс тілінде)
3. Аверьянов Д.А. Цифрлық экономиканың даму кезеңдері. // Экономика және бизнес. 2019. Т. 1. Б. 10-13 (ағылшын тілінде)
4. Еремін А.Н. Сандық және интеллектуалды ұңғымалардың жаңа классификациясы. // Автоматика және мұнай-газ саласындағы ақпараттық технологиялар. 2016. Т. 2. №24. Б. 20-22 (ағылшын тілінде)
5. Николаев В.В. Мұнай-газ саласындағы цифрлық трансформация және инновациялар: М.: ММТУ, 2019, Б. 52-59 (орыс тілінде)
6. Бородин А.И. Инвестициялар аймақтық инновациялық дамудың үдеткіші ретінде: кіріспе бизнес басқару. / А.И. Бородин, О.В. Ваганова, М.В. Владыка, С.А. Кучерявенко, Н.Ф. Сивцова. // Халықаралық бизнесті басқару. 2016. Б. 3438-3442 (ағылшын тілінде)
7. Лебедев А.П. Энергетика саласындағы үлкен деректер және жасанды интеллект: мұнай-газ саласындағы қосымшалар: М.: Ресей мемлекеттік мұнай және газ университеті, 2019, Б. 98-103 (орыс тілінде)
8. Құрманов М.Т. Мұнай-газ секторындағы цифрлық технологиялардың енгізілуі: бБолашаққа көзқарас: Астана, Көктем, 2018, Б. 8-10 (қазақ тілінде)
9. Журавлев Г.И. Ұңғымаларды бұрғылау және геофизикалық зерттеу: оқу құралы: М.: Лань, 2018, Б. 132 (орыс тілінде)
10. Сүлейменов Д.Р. Мұнай-газ өндірісіндегі автоматтандыру және ақпараттық технологиялар: Алматы, Қазақ университеті, 2020, Б. 63-70 (қазақ тілінде)

## REFERENCES

1. Khramenkov V.G. Avtomatizatsiya upravleniya tekhnologicheskimi protsessami bureniya neftegazovykh skvazhin: uchebnoe posobie dlya akademicheskogo bakalavriata: M.: Yurayt, 2016, S. 260 [Khramenkov V.G. Automation of technological process control drilling of oil and gas wells: Textbook for academic bachelor's degree: M.: Yurayt, 2016, P. 260] (in Russian)
2. Khramenkov V.G. Avtomatizatsiya upravleniya tekhnologicheskimi protsessami bureniya neftegazovykh skvazhin: uchebnoe posobie: M.: Yurayt, 2016, S. 416 [Khramenkov V.G. Automation of technological process control drilling of oil and gas wells, Study guide: M.: Yurayt, 2016, P. 416] (in Russian)
3. Averyanov D.A. Stages of development of the digital economy. // Economy and Business. 2019. Vol. 1. P. 10-13 (in English)
4. Eremin A.N. New classification of digital and intelligent wells. // Automation and IT in the oil and gas field. 2016. Vol. 2. №24. P. 20-22 (in English)
5. Nikolaev V.V. Tsifrovaya transformatsiya i innovatsii v neftegazovoi otrasli: M.: NGTU, 2019, S. 52-59 [Nikolaev V.V. Digital transformation and innovations in the oil and gas industry: M.: MSTU, 2019, P. 52-59] (in Russian)
6. Borodin A.I. Investments as an accelerator of regional innovative development: An introduction to business management. / Borodin A.I., Vaganova O.V., Vladyka M.V., Kucheryavenko S.A., Sivtsova N.F. // Management of international business. 2016. №16. P. 3438-3442 (in English)
7. Lebedev A.P. Bol'shie dannye i iskusstvennyi intellekt v energeticheskom sektore: prilozheniya v neftegazovoi otrasli: M.: RGU nefti i gaza, 2019, S. 98-103 [Lebedev A.P. Big data and Artificial Intelligence in the energy sector: applications in the oil and gas industry: M.: Russian State University of Oil and Gas, 2019, P. 98-103] (in Russian)
8. Kurmanov M.T. Introduction of digital technologies in the oil and gas sector: a look into the future: Astana: Koktem, 2018, P. 8-10] (in Kazakh)
9. Zhuravlev G.I. Burenie i geofizicheskie issledovaniya skvazhin: uchebnoe posobie: M.: Lan', 2018, S. 132. [Zhuravlev G.I. Drilling and geophysical research of wells: Study guide: M.: Lan, 2018, P. 132] (in Russian)
10. Suleimenov D.R. Automation and information technologies in oil and gas production: Almaty, Kazakh University, 2020, P. 63-70 (in Kazakh)

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Храменков В.Г. Автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин: уч. пособие для академического бакалавриата: М.: Юрайт, 2016, С. 260 (на русском языке)
2. Храменков В.Г. Автоматизация управления технологическими процессами бурения нефтегазовых скважин: уч. пособие: М.: Юрайт, 2016, С. 416 (на русском языке)
3. Аверьянов Д.А. Этапы развития цифровой экономики. // Экономика и бизнес. 2019. Т. 1. С. 10-13 (на английском языке)
4. Еремин А.Н. Новая классификация цифровых и интеллектуальных скважин. // Автоматика и информационные технологии в нефтегазовой отрасли. 2016. Т. 2. №24. С. 20-22 (на английском языке)
5. Николаев В.В. Цифровая трансформация и инновации в нефтегазовой отрасли: М.: НГТУ, 2019, С.52-59. (на русском языке)
6. Бородин А.И. Инвестиции как ускоритель регионального инновационного развития: введение в бизнес-менеджмент. / А.И. Бородин, О.В. Ваганова, М.В. Владыка, С.А. Кучерявенко, Н.Ф. Сивцова. // Управление международным бизнесом. 2016. №16. С. 3438-3442 (на английском языке)
7. Лебедев А.П. Большие данные и искусственный интеллект в энергетическом секторе: приложения в нефтегазовой отрасли: М.: РГУ нефти и газа, 2019, С. 98-103 (на русском языке)
8. Курманов М.Т. Внедрение цифровых технологий в нефтегазовом секторе: взгляд в будущее: Астана, Весна, 2018, С. 8-10 (на казахском языке)
9. Журавлев Г.И. Бурение и геофизические исследования скважин: уч. пособие: М.: Лань, 2018, С. 132 (на русском языке)
10. Сулейменов Д.Р. Автоматизация и информационные технологии в нефтегазовом производстве: Алматы, Казахский университет, 2020, С. 63-70 (на казахском языке)

**Авторы туралы мәліметтер:**

**Сарқұлова Ж.С.**, Ph.D доктор, К. Zhubanov University, «Мұнай газ ісі» кафедрасының аға оқытушысы (Ақтөбе қ., Қазақстан), [zhadi\\_0691@mail.ru](mailto:zhadi_0691@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-8539-1802>

**Оразбекова Р.Ж.**, т.ғ.к., К. Zhubanov University, «Мұнай газ ісі» кафедрасының оқытушысы (Ақтөбе қ., Қазақстан), [riza\\_a\\_o@mail.ru](mailto:riza_a_o@mail.ru); <https://orcid.org/0009-0007-3970-3706>

**Исенғалиева Г.А.**, т.ғ.к., доцент, К. Zhubanov University «Экология» кафедрасының оқытушысы (Ақтөбе қ., Қазақстан), [isengul@mail.ru](mailto:isengul@mail.ru); <http://orcid.org/0000-0001-8742-6378>

**Балмағанбетова Ф.Т.**, т.ғ.к., доцент, S. Baishev University (Ақтөбе қ., Қазақстан), [balmaganbetova-fati@mail.ru](mailto:balmaganbetova-fati@mail.ru); <https://orcid.org/0009-0006-7056-7186>

**Information about the authors:**

**Sarkulova Zh.S.**, Ph.D doctor, K. Zhubanov University, senior lecturer of the Department of «Oil and Gas Business» (Aktobe, Kazakhstan)

**Orazbekova R.Zh.**, candidate of Technical Sciences, docent, senior lecturer of the Department «Oil and Gas Business» (Aktobe, Kazakhstan)

**Issengaliyeva G.A.**, candidate of Technical Sciences, docent, senior lecturer of the Department of «Ecology» (Aktobe, Kazakhstan)

**Balmaganbetova F.T.**, candidate of Technical Sciences, docent, S. Baishev University (Aktobe, Kazakhstan)

**Сведения об авторах:**

**Сарқұлова Ж.С.**, Ph.D доктор, К. Zhubanov University, старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело» (г. Ақтөбе, Казахстан)

**Оразбекова Р.Ж.**, к.т.н., доцент, К. Zhubanov University, старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело» (г. Ақтөбе, Казахстан)

**Исенғалиева Г.А.**, к.т.н., доцент, К. Zhubanov University, старший преподаватель кафедры «Экология» (г. Ақтөбе, Казахстан)

**Балмағанбетова Ф.Т.**, к.т.н., доцент, S. Baishev University (г. Ақтөбе, Казахстан)

XXXIII Международная специализированная  
выставка технологий горных разработок

# УГОЛЬ и МАЙНИНГ РОССИИ



XV Международная специализированная выставка

## ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

X Международная специализированная выставка

## НЕДРА РОССИИ

VI Специализированная выставка

## ПРОМТЕХЭКСПО

**3-6 июня 2025**



МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс «Кузбасская ярмарка»,  
ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк,  
т: 8 (800) 500-40-42

ШИРЕ, ЧЕМ КУЗБАСС!  
ГЛУБЖЕ, ЧЕМ УГОЛЬ!





Код МРНТИ 67.09.91:67.09.29

\*Е.З. Букаев, Ф.К. Нурбаева, Е.Д. Муралев

Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова  
(г. Актау, Казахстан)

## ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ ИЗВЕСТНЯКА- РАКУШЕЧНИКА ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ В НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Аннотация.** Добыча известняка-ракушечника имеет значение для строительства благодаря прочности и экологичности материала. Этот известняк, богатый карбонатом кальция ( $CaCO_3$ ), применяется для облицовочных и строительных блоков. Однако его добыча сопровождается экологическими рисками: изменением ландшафта, загрязнением, разрушением экосистем и образованием отходов. В работе исследуется возможность переработки отходов известняка для строительства. Испытания материалов на основе карбонатных отходов с добавлением органических компонентов показали их пригодность. Внедрение таких технологий снижает строительные затраты и уменьшает экологическое воздействие.

**Ключевые слова:** известняк, карьеры, загрязнение воздуха, отходы, ракушечник, материал.

**Әктасты-ұлтас өндіру қалдықтарын қайта өңдеу арқылы жаңа құрылыс материалдары ретінде кәдеге жарату перспективалары**

**Аңдатпа.** Әктас-ұлтасты өндіру құрылыс үшін материалдың беріктігі мен экологиялық тазалығына байланысты маңызды. Кальций карбонатына ( $CaCO_3$ ) бай бұл әктас қаптамалық және құрылыс блоктарын жасауға қолданылады. Алайда, оның өндірісі ландшафттардың өзгеруі, ластануы, экожүйелердің бұзылуы және қалдықтардың жиналуын қоса алғанда, экологиялық қауіптермен қатар жүреді. Бұл жұмыста әктастың қалдықтарын құрылысқа қайта өңдеу мүмкіндігі қарастырылады. Органикалық компоненттер қосылған карбонаттық қалдықтар негізіндегі материалдарды сынау олардың жарамдылығын көрсетті. Мұндай технологияларды енгізу құрылыс шығындарын азайтып, экологиялық әсерді төмендетеді.

**Түйінді сөздер:** әктас, карьер, ауаның ластануы, қалдықтар, ұлтас, материал.

### Prospects for the utilization of limestone-shell rock mining waste by processing into new building materials

**Abstract.** The extraction of limestone shell rock is important for construction due to the material's strength and eco-friendliness. This limestone, rich in calcium carbonate ( $CaCO_3$ ), is used for cladding and construction blocks. However, its extraction poses environmental risks, including landscape alteration, pollution, ecosystem destruction, and waste generation. This study explores the potential for recycling limestone waste for construction. Tests of materials based on carbonate waste with added organic components demonstrated their suitability. The implementation of such technologies reduces construction costs and minimizes environmental impact.

**Key words:** limestone, quarry, air pollution, waste, shell rock, material.

### Введение

Горнодобывающая отрасль Республики Казахстан является одной из ведущих в стране, продемонстрировав устойчивый рост после 1999 года благодаря привлечению иностранных инвестиций. Казахстан занимает второе место после России в СНГ по объемам добычи полезных ископаемых, а по общему объему добычи твердых полезных ископаемых республика находится на 13-м месте среди 70 горнодобывающих стран мира.

В стране накоплено около 31,6 млрд тонн промышленных отходов, в которые ежегодно добавляется около 1 млрд тонн. Основную часть составляют техногенно-минеральные образования (ТМО), такие как вскрышная порода и золошлаки (70% от общего объема), отходы обрабатывающей промышленности (10%) и прочие виды деятельности (20%).

Ведутся работы по переработке этих отходов, и, согласно последнему отчету, в 2020 году доля переработанных и утилизированных отходов составила 29,7%<sup>1</sup>.

Загрязнение окружающей среды отходами горнодобывающей промышленности представляет собой одну из наиболее острых экологических проблем в Казахстане. Огромные объемы отходов, образующихся в процессе добычи полезных ископаемых, негативно воздействуют на различные компоненты экосистемы. Хранение отходов в отвалах оказывает пагубное влияние на состояние почвы, загрязняет атмосферный воздух и подземные воды, создавая условия для деградации природных ресурсов. В ряде

случаев накопление отходов может оказывать воздействие и на локальные климатические условия, что особенно заметно в регионах с активной горнодобывающей деятельностью. Такие площади оказываются выведенными из оборота и не могут быть использованы для сельского хозяйства, строительства или рекреационной деятельности. Кроме того, длительное хранение отходов способствует дальнейшему ухудшению состояния этих территорий, так как химические вещества и пылевые частицы из отходов проникают в почву и атмосферу, усугубляя экологические проблемы.

Ракушечник является одним из типов известняков, относящихся к осадочным горным породам. Он почти полностью состоит из  $CaCO_3$  (карбонат кальция) и содержит небольшие количества йода и солей, что придает ему бактерицидные свойства.

Известняк-ракушечник уже долгое время успешно применяется как стеновой и облицовочный материал. По своим физико-механическим характеристикам он значительно превосходит не только бетонные плиты и шлакобетоны, но и обожженный кирпич.

Цветовая палитра этого отделочного материала варьируется от нежно-розового и кремового до белого<sup>2</sup>.

Прогнозируемые запасы известняка-ракушечника исчисляются миллиардами кубометров.

Сегодня крупнейшими производителями известняка являются Китай, США, Россия, Япония, Индия, Бразилия,

<sup>1</sup>Электронное правительство Республики Казахстана: офиц. сайт. Информация о сокращении, переработке и вторичном использовании отходов. URL: [https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste\\_reduction\\_recycling\\_and\\_reuse](https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse) (дата обращения: 09.01.2021).

<sup>2</sup>Worldatlas.com: caim. 2019. URL: <https://www.worldatlas.com/articles/limestone-facts-geology-of-the-world.html> (дата обращения: 28.07.2017).

Германия, Мексика и Италия [1]. Из-за высокого спроса на известняк и его переработанные продукты добыча осуществляется в значительных объемах по всему миру.

Добыча известняка оказывает разнообразное воздействие на окружающую среду, что приводит к изменению ландшафта, разрушению экосистем, изменению режима грунтовых вод, а также к образованию пыли и шума во время горных работ, таких как бурение, взрывные и вскрышные работы.

Но главным недостатком проблемы разработки месторождений известняка-ракушечника являются большие потери делового камня, связанные, как с процессом добычи, так и геологического характера залегания продуктивных слоев камня.

На текущий момент в СНГ ежегодно добывается более 20 млн м<sup>3</sup> добычи известняка-ракушечника. Половина разрабатываемых месторождений добычи известняка дает камни прочностью до 15 кг/см<sup>2</sup>, что отражается на сравнительно низком выходе стандартного камня,

в лучшем случае 70% от объема разработанной горной породы, при среднем выходе камня около 50% [2], из которых примерно 60% после первичной переработки отправляется на отвалы и в хвостохранилища. Уровень использования отходов камнедобывающей отрасли остается низким, составляя всего около 10% от общего объема отходов.

Отходы накапливаются в отвалах в большом количестве, и, разносимые ветром, создают загрязнение воздуха близлежащих территорий значительно выше ПДК, нанося вред населению и окружающей среде.

Одним из путей повышения эффективности разработки месторождений известняка-ракушечника является использование отходов добычи делового камня [2]. Существует различное использование отходов в химическом производстве, изготовлении цемента, в косметологии (см. табл. 1), но накопление отходов идет быстрее, чем их использование ввиду недостаточного использования данного материала.

Таблица 1

*Составы продуктов и изделий, полученных с использованием шламов от обработки камня (Н.А. Калдыбаев и др., 2014)*

Кесте 1

*Тасты өңдеуден алынған шламдарды пайдалану арқылы алынған өнімдер мен бұйымдардың құрамы (Н.А. Қалдыбаев және басқалар, 2014)*

Table 1

*Compositions of Products and Materials Produced Using Sludge from Stone Processing (N.A. Kaldaybayev et al., 2014)*

Наименование средств	Содержание компонентов	
	Шламы, %	Прочие компоненты, %
Полимерные композиции **	45-50 (1,2,3)	смолы ЭД-20, ЭД-16, ПН-1, Э-40, Э-41, ПН-12-50 – 55%
Кирпич стеновой пористый **	1-6 (1,2,3)	Лигнин – 40-85%, глина – 14-45%
Угольные брикеты **	1-4 (1,2,3,4)	Лигнин – 10-18%, угольная пыль – 78-88%
Чистящее бытовое вещество **	68-85 (3,4)	Сода – 4-10%, горчичный порошок – 1-2%, сульфенол – 5-20%
Чистящее вещество	68-85 (1,2,4)	Сода – 4-10%, сульфенол – 5-22%
Замазка оконная	80-85 (1,2,3)	Олифа – 1 0-3%, масло индустриаль – 2-10%
Шпатлевка «Карболат»	40-50 (1,2,3)	Латекс – 5-10%, карбоксилметил-целлюлоза – На – 2%, карбамид – 5-10%
Средство чистящее «Чистоль»	92-94 (3)	Дифталан – 1-2%, сода – 1,5-5%, стекло жидкое – 2%
Замазка универсальная морозостойкая	54-60 (1,2,3)	Латекс – 24-28%, асбест – 2-4%, белила цинковые – 3-4%, пластификатор ДБФ – 2-3%, стекло жидкое – 2-3%, синтимида – 1%
Герметик «Термопласт»	70-75 (3)**	Бутилкаучук – 10-14%, масло индустр. – 16-18%, глицерин сырой – 1%
Средство для чистки медных и алюминиевых изделий «Асидол»	60 (1,2,3)	Мыло – 2%, стеариновая кислота – 12%, кислота щавелевая – 3%, аммиак водный – 23%
Средство чистящее для кухонных плит «Норма»	59 (1,2,4)*	Моющее средство «Прогресс» – 5%, стекло жидкое – 1,5%, триполифосфат натрия – 5%, глицерин сырой – 2,85%, вода – остальное
Сухие штукатурные смеси различного назначения	Зависит от назначения смеси (1,2,3)*	Гипс, известь-кипечка, портландцемент марка 400

### Методы и методология

Исследования проводились с использованием современного оборудования и методов, соответствующих стандартам Республики Казахстан. Качество мелкого заполнителя оценивалось по методикам, изложенным в СТ РК 1217-2003 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» [3], в соответствии с требованиями, предъявляемыми к песку ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия» (с поправками) (изм. 1) [4] и ГОСТ 31424-2010 «Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия» как мелкому заполнителю» [5]. Определение зернового состава и модуля крупности проводили по методике СТ РК 1217-2003 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» [3]. Образцы ОДКП высушивались в нормальных условиях до постоянной массы, затем просеивались через сито 20 и 5 мм.

Насыпная плотность в уплотненном состоянии определялась по методике СТ РК 1217-2003 [3]. В качестве заполнителя использовались отсевы дробления карбонатных пород Жетыбайского месторождения.

Композиция готовилась следующим образом. Сначала дозируются сухие компоненты в следующих пропорциях, мас. %: комплексное вяжущее вещество – 60-80 (состав вяжущего: гашеная известь – 10-30; мелкодисперсные известняковые отходы – 70-90); древесная дробленка – 20-40; вода – 20-30% сверх 100% смеси вяжущего и органического наполнителя. Затем все компоненты тщательно перемешиваются в смесителе принудительного действия. Полученную смесь затворяют водой в количестве 20-30% от общей массы сухих компонентов и снова перемешивают. Подготовленную смесь помещают в закрытую пресс-форму для прессования, оснащенную патрубками для подвода и отвода углекислотной газовой смеси (УГВС). Прессованные изделия при давлении, например, 1,0 МПа, подвергаются карбонизации с потоком газовой смеси, содержащей 35% углекислого газа, в течение 15 минут, что позволяло достигнуть необходимой конечной прочности при сжатии.

Композиция для изготовления конструкционно-теплоизоляционных изделий включает органический

наполнитель и комплексное вяжущее вещество. Особенность заключается в применении древесной дробленки в качестве органического наполнителя и смеси гашеной извести и мелкодисперсных известняковых отходов в качестве комплексного вяжущего. Пропорции компонентов по сухому веществу (в мас. %): вяжущее вещество – смесь гашеной извести (10-30%) и мелкодисперсных известняковых отходов (70-90%), всего 60-80%; древесная дробленка – 20-40%; вода – 20-30% сверх 100% смеси комплексного вяжущего и органического наполнителя

Испытания проводились в соответствии с требованиями стандартов, действующих в Республике Казахстан: ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Метод определения плотности; ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам [6].

### Результаты

В процессе твердения изделий, содержащих гашеную известь, в среде с повышенной концентрацией углекислого газа происходила перекристаллизация гидроксида кальция в карбонат кальция, который образует прочную структуру, обеспечивающую требуемые физико-механические характеристики изделий (см. табл. 2).

На рис. 1 показаны результаты испытаний образцов строительного материала из отсева пиления камня Жетыбайского месторождения ракушечника при различном компонентном составе.

### Обсуждение результатов

Как показывают результаты испытаний, использование комплексного вяжущего вещества в количестве менее 60% недостаточно для формирования нужных свойств материала, а превышение 80% нецелесообразно из-за высокого расхода самого дорого компонента композиции [7-10].

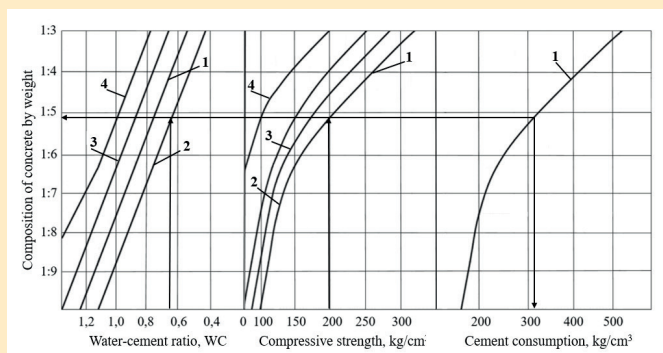
Применение композиции на основе комплексного вяжущего и органического наполнителя, твердеющего в среде с повышенной концентрацией углекислого газа, обеспечивает создание искусственного материала с проч-

Таблица 2  
Кесте 2  
Table 2

**Влияние состава композиции на физико-механические характеристики изделий**  
**Композиция құрамының бұйымдардың физико-механикалық сипаттамаларына әсері**  
**Influence of Composition on the Physical and Mechanical Properties of Products**

Расход ингредиентов, масс. %				Характеристика изделий		
Комплексные вяжущие		Органический наполнитель	Вода сверх 100% смеси ингредиентов	Прочность при сжатии, МПа	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С
Гашеная известь	Мелкодисперсный известняк					
10	90	20	20	5,7	800	0,17
10	90	40	22	3,5	670	0,14
30	70	20	25	2,5	550	0,12
30	70	40	30	2,0	450	0,08





1 – жесткость 30-40 сек; 2 – жесткость 6 сек;  
3 – жесткость 20-10 сек; 4 – осадок стандартного конуса 6-8 см

**Рис. 1. Подбор составов известнякового бетона на заполнителе из известняка Жетыбайского месторождения.**

**Сурет 1. Жетыбай кен орнының әктасынан алынған толтырғыш негізінде әктас бетон құрамдарын тандау.**

**Figure 1. Selection of limestone concrete compositions with aggregate from the Zhetybai limestone field.**

ностью 2,0-5,7 МПа, средней плотностью 450-800 кг/м<sup>3</sup> и коэффициентом теплопроводности 0,08-0,17 Вт/м·°С. Эти свойства делают материал подходящим для производства стеновых блоков, в которых используются отходы древесной обработки и соломы.

Преимущество данного метода заключается в удешевлении процесса гидрофобизации за счет применения полисульфида кальция – продукта взаимодействия обожженной извести и серы, являющегося отходом нефтедобычи и очистки. В результате пропитки плит полисульфидом кальция с красителем происходит снижение водопоглощения и повышение прочности, морозостойкости и грязеустойчивости. Объемная масса материала увеличивается не более чем на 5%, обеспечивая длительную эксплуатацию

без ухудшения гидрофобных свойств и повышение декоративных качеств.

Предлагаемый способ значительно улучшает физико-механические свойства ракушечника, придавая ему повышенную надежность и долговечность даже в сложных условиях эксплуатации. Установлено, что для достижения высокой стойкости против агрессивных факторов достаточно пропитать только поверхностный слой плит толщиной 10-15 мм. Пропитка может осуществляться в открытых ваннах при атмосферном давлении, что упрощает процесс и обеспечивает проникновение раствора в поры камня под действием капиллярных сил.

### Заключение

Отходы пиленого камня могут стать полноценным сырьем для производства строительных материалов, что позволит в будущем избавиться от многочисленных пылящих отвалов, загрязняющих окружающую среду и негативно влияющих на здоровье населения в этих регионах. Кроме того, использование отходов пиленого камня в строительной индустрии способствует снижению затрат на сырье и улучшению экологической обстановки за счет уменьшения объема промышленных отходов.

Проведенные исследования показали, что строительные материалы на основе отходов известняковых пород по характеристикам соответствуют требованиям строительной индустрии и могут производиться непосредственно на местах добычи строительного камня. Это снизит производственные затраты предприятий и создаст большой потенциал для применения в индустрии и строительстве, что будет способствовать созданию более устойчивой среды и снижению экологического воздействия карьеров по добыче известняка-ракушечника.

### Благодарность

Это исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант №АР22686399).

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Lide D.R. CRC справочник по химии и физике: Бока-Ратон: CRC Press, 1998, С. 109 (на английском языке)
2. Мецгеряков С.В., Потулов О.Е. Известняк-ракушечник Мангышлака и Устюрта: Алма-Ата, Наука, 1974, С. 93 (на русском языке)
3. СТ РК 1217-2003: «Песок для строительных работ. Методы испытаний». А., 2005 (на русском языке)
4. ГОСТ 8736-2014: «Песок для строительных работ. Технические условия» (с поправками) (изм. 1). М., 2019 (на русском языке)
5. ГОСТ 31424-2010: «Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия». М., 2011 (на русском языке)
6. ГОСТ 12730.1-78: Бетоны. Метод определения плотности. Межгосударственный стандарт: ФГУП «Стандартинформ», 2018 (на русском языке)
7. Kibriya T. Устойчивое строительство – высокопрочный бетон с содержанием известняковой пыли в качестве наполнителя. / Kibriya T., Tahir L. // Мировой журнал инженерии и технологий. 2017. №5. С. 404-411 (на английском языке)
8. Yang H. Влияние известнякового порошка в искусственном песке на продукты гидратации и микроструктуру бетона с переработанными заполнителями. / Yang H., Liang D., Deng Z., Qin Y. // Строительные и отделочные материалы. 2018. Т. 188. С. 1045-1049 (на английском языке)

9. Felekoglu B. Использование больших объемов отходов известнякового карьера в бетонной промышленности (случай самоуплотняющегося бетона). // Ресурсы, сохранение и переработка. 2007. Т. 51. С. 770-791 (на английском языке)
10. Bukayev E.Z. Перспективы использования известняка для производства строительных материалов. // Научно-методический журнал «Достижения науки и образования». 2023. №2 (89). С. 77-79 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Lide D.R. CRC химия және физика анықтамалығы: Бока-Ратон: CRC Press, 1998, Б. 109 (ағылшын тілінде)
2. Мецерьяков С.В., Потулов О.Е. Маңғыстау және Устірт әктасты-ұлтасы: Алма-Ата, Ғылым, 1974, Б. 93 (орыс тілінде)
3. СТ РК 1217-2003: «Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Сынақ әдістері». А., 2005 (орыс тілінде)
4. ГОСТ 8736-2014: «Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Техникалық шарттар» (түзетулерімен) (өзг. 1). М., 2019 (орыс тілінде)
5. ГОСТ 31424-2010: «Қатты тау жыныстарын ұсақтау қалдықтарынан алынған инертті құрылыс материалдары. Техникалық шарттар». М., 2011 (орыс тілінде)
6. ГОСТ 12730.1-78: Бетондар. Тығыздығын анықтау әдісі. Мемлекетаралық стандарт: ФГУП «Стандартинформ», 2018 (орыс тілінде)
7. Kibriya T. Тұрақты құрылыс – толтырғыш ретінде әктас шаңы бар жоғары берікті бетон. / Kibriya T., Tahir L. // Инженерия және технологиялар жөніндегі әлемдік журнал. 2017. Т. 5. Б. 404-411 (ағылшын тілінде)
8. Yang H. Жасанды құмдағы әктас ұнтағының қайта өңделген толтырғыш бетонның гидратация өнімдері мен микроқұрылымына әсері. / Yang H., Liang D., Deng Z., Qin Y. // Құрылыс және құрылыс материалдары. 2018. Т. 188. Б. 1045-1049 (ағылшын тілінде)
9. Felekoglu B. Әктастың қалдықтарын бетон өндірісінде көп көлемде пайдалану (өздігінен нығыздалатын бетон мысалы). // Ресурстар, қорғау және қайта өңдеу. 2007. Т. 51. Б. 770-791 (ағылшын тілінде)
10. Bukayev E.Z. Құрылыс материалдарын өндіру үшін әктасты пайдаланудың перспективалары. // «Ғылым мен білім жетістіктері» ғылыми-әдістемелік журналы. 2023. №2 (89). Б. 77-79 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Lide D.R. CRC handbook of chemistry and physics: Boca Raton: CRC Press, 1998, P. 109 (in English)
2. Meshcheryakov S.V., Potulov O.E. Izvestnyak-rakushechnik Mangyshlaka i Ustyurta: Alma-Ata, Nauka, 1974, S. 93 [Meshcheryakov S.V., Potulov O.E. Limestone-shell rock of Mangyshlak and Ustyurt: Alma-Ata, Science, 1974, P. 93] (in Russian)
3. ST RK 1217-2003: «Pesok dlya stroitel'nykh rabot. Metody ispytaniy». A., 2005 [ST RK 1217-2003: «Sand for construction work. Test methods». A., 2005] (in Russian)
4. GOST 8736-2014: «Pesok dlya stroitel'nykh rabot. Tekhnicheskie usloviya» (s popravkami) (izm. 1). M., 2019 [GOST 8736-2014: «Sand for construction work. Specifications» (with amendments) (rev. 1). M., 2019] (in Russian)
5. GOST 31424-2010: «Materialy stroitel'nye nerudnye iz otsevvov drobleniya plotnykh gornykh porod pri proizvodstve shchebnya. Tekhnicheskie usloviya». M., 2011 [GOST 31424-2010: «Construction aggregates from screenings of crushed dense rocks in crushed stone production. Specifications». M., 2011] (in Russian)
6. GOST 12730.1-78: Betony. Metod opredeleniya plotnosti. Mezghosudarstvennyi standart: FGUP «Standartinform», 2018 [GOST 12730.1-78: Concretes. Method for determination of density. Interstate Standard: FSUE «Standartinform», 2018] (in Russian)
7. Kibriya T. Sustainable Construction-High Performance Concrete Containing Limestone Dust as Filler. / Kibriya T., Tahir L. // World Journal of Engineering and Technology. 2017. Vol. 5. P. 404-411 (in English)
8. Yang H. Effect of limestone powder in manufactured sand on the hydration products and microstructure of recycled aggregate concrete. / Yang H., Liang D., Deng Z., Qin Y. // Construction and Building Materials. 2018. Vol. 188. P. 1045-1049 (in English)
9. Felekoglu B. Utilization of High Volumes of Limestone Quarry Wastes in Concrete Industry (Self-Compacting Concrete Case). // Resources, Conservation and Recycling. 2007. Vol. 51. P. 770-791 (in English)
10. Bukayev E.Z. Prospects for the use of limestone for the production of building materials. // Scientific and Methodological Journal «Achievements of Science and Education». 2023. №2 (89). P. 77-79 (in English)

**Сведения об авторах:**

**Букаев Е.З.**, магистр естественных наук, научный сотрудник Института устойчивого развития аридных территорий при Каспийском университете технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан), [eldar\\_2306@mail.ru](mailto:eldar_2306@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5993-3719>

**Нурбаева Ф.К.**, к.т.н., ассоциированный профессор, преподаватель кафедры «Экология и геология», Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан), [farida.nurbayeva@yu.edu.kz](mailto:farida.nurbayeva@yu.edu.kz); <https://orcid.org/0000-0002-4051-0326>

**Муралев Е.Д.**, к.т.н., ассоциированный профессор, руководитель Института устойчивого развития аридных территорий при Каспийском университете технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан), [yevgeniy.muralev@yu.edu.kz](mailto:yevgeniy.muralev@yu.edu.kz); <https://orcid.org/0009-0006-6041-6341>

**Авторлар туралы мәліметтер:**

**Букаев Е.З.**, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті жанындағы Аридті аумақтарды тұрақты дамыту институтының ғылыми қызметкері (Ақтау қ., Қазақстан)

**Нұрбаева Ф.К.**, к.т.н., қауымдастырылған профессор, «Экология және геология» кафедрасының оқытушысы, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті (Ақтау қ., Қазақстан)

**Муралев Е.Д.**, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті жанындағы Құрғақ аумақтарды тұрақты дамыту институтының жетекшісі (Ақтау қ., Қазақстан)

**Information about the authors:**

**Bukayev Y.Z.**, Master of Science, Researcher Institute for Sustainable Development of Arid Territories at the Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

**Nurbayeva F.K.**, Ph.D., Associate Professor, Lecturer, Department of Ecology and Geology, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

**Muralev Ye.D.**, Ph.D, Associate Professor, Head of the Institute for Sustainable Development of Arid Territories at the Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

# ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА



## ПОДПИСКА' 2025 РЕКЛАМНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОТРУДНИЧЕСТВО

POST-DTS@YANDEX.KZ / +7 747 343 15 02 / MINMAG.KZ



Код МРНТИ 52.47.19

\*B.H. Hodzhanova, G.Zh. Abdusheva, D.B. Yakupova  
M. Utemisov West Kazakhstan University (Uralsk, Kazakhstan)

## FEATURES OF GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF OIL AND GAS FIELDS IN THE WEST KAZAKHSTAN REGION

**Abstract.** The West Kazakhstan region is rich in oil and gas reserves due to its historical geological development factors. The purpose of the study is to study the geographical distribution of gas and oil fields in the West Kazakhstan region. The article provides locations, location, geological development, geological age, depth of occurrence, occupied territory, reserves and share in the development of the country's economy. The description of about twenty oil and gas fields in the region is given. The largest of them are the Karachaganak and Chinarevskoye fields. In the course of the article, based on the study of factual material, an attempt was made to provide an economic justification for the use of all types of material raw materials for the development of agriculture in the region, taking into account the integrated use of energy and mineral resources, their effectiveness.

**Key words:** oil, gas, salt, geology, Karachaganak, Chinarev, deposit, hydrocarbon, methane, resource.

### Батыс Қазақстан облысы аумағында мұнай және газ кен орындарының географиялық таралу ерекшеліктері

**Аннотация.** Батыс Қазақстан облысы өзінің тарихи геологиялық даму факторларына байланысты мұнай және газ қорларына бай. Зерттеудің мақсаты Батыс Қазақстан облысы аумағында газ және мұнай кен орындарының географиялық таралуын зерттеу болып табылады. Мақалада Батыс Қазақстан облысы аумағында таралған мұнай және газ кен орындарының орны, орналасу ауданы, геологиялық дамуы, геологиялық жасы, орналасу тереңдіктері, алып жатқан аумағы, қоры қанша және ел экономикасының дамуындағы үлесі келтірілген. Облыс аумағындағы жиырмаға жуық мұнай және газ кен орындарына сипаттама берілді. Олардың ішінде ең ірілері Қарашығанақ және Чинарев кен орындары. Мақала барысында, нақты материалды зерделеу негізінде энергетикалық және минералдық ресурстарды кешенді пайдалануды, олардың тиімділігін ескере отырып, облыстың ел шаруашылығын дамыту үшін материалдық шикізаттың барлық түрлерін пайдалануға экономикалық негіздеме беруге әрекет жасалды.

**Түйінді сөздер:** мұнай, газ, тұз күмбездері, геология, Қарашығанақ, Чинарев, кен орны, көмірсутек, метан, ресурс.

### Особенности географического распределения месторождений нефти и газа на территории Западно-Казахстанской области

**Аннотация.** Западно-Казахстанская область богата запасами нефти и газа благодаря своим историческим геологическим факторам развития. Целью исследования является изучение географического распределения газовых и нефтяных месторождений на территории Западно-Казахстанской области. В статье приводятся место нахождения, район расположения, геологическое развитие, геологический возраст, глубина залегания, занимаемая территория, запасы и доля в развитии экономики страны. Дано описание около двадцати месторождений нефти и газа на территории области. Наиболее крупными из них являются Карачаганакское и Чинаревское месторождения. В ходе статьи на основе изучения фактического материала была предпринята попытка дать экономическое обоснование использования всех видов материального сырья для развития сельского хозяйства области с учетом комплексного использования энергетических и минеральных ресурсов, их эффективности.

**Ключевые слова:** нефть, газ, соль, геология, Карачаганак, Чинарев, месторождение, углеводород, метан, ресурс.

### Introduction

In the modern world, the dependence of the state economy on the oil industry is quite high. Due to the fact that MPC is the main type of energy raw material, its economic and political significance has increased. The availability of their own oil resources, the possibility of organizing the export of oil and petroleum products, various states achieve significant success in economic and social development. Fluctuations in world oil prices and the situation on the oil market lead to significant changes in the economic policies of both oil-producing countries and countries whose industry is based on oil imports [1].

The distribution and potential of world oil and gas resources are studied in the works [2, 3]. According to estimates and calculations, the world's extracted resources of conventional oil amount to  $5350,0 \times 10^8$  tons, recoverable resources of condensed oil –  $496,2 \times 10^8$  tons, and recoverable resources of natural gas –  $588,4 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>. The remaining recoverable oil and gas reserves amount to  $4,212.6 \times 10^8$  tons, and the increase in oil and gas field reserves amounts to  $1,531.7 \times 10^8$  tons. Undifferentiated recoverable oil and gas resources amount to  $3,065.5 \times 10^8$  tons [4].

Global oil and gas exploration field is composed of land, shallow water area and deepwater area in terms of landform, at present, a majority of countries define 300-500 m in water depth as lower limit of «deepwater area», for example, China and Brazil define sea area with water depth more than 300 m as deepwater area, the US defines sea area with water depth more than 305 m as deepwater area, France defines sea area with water depth more than 400 m as deepwater area, Mexico,

Australia and the UK define sea area with water depth more than 500 m as deepwater area, «deepwater» given in the paper means deepwater area in terms of oil and gas exploration [5].

Due to the history of geological development of the territory of the West Kazakhstan region, the distribution of oil and gas fields has its own characteristics. Based on the basic principles of geological zoning of oil and gas in the history of geological development, the state of geostructural elements, K.A. Li, S.M. Kamalov, O.N. Marchenko et al. conducted research on oil and gas fields in the West Kazakhstan region.

### Materials and methods

The aim of the study is to study the geographical distribution of gas and oil fields in the West Kazakhstan region.

The main principles and methods of research, available geological documentation obtained during exploration and evaluation works, methods of their systematic and structural analysis, as well as the current information and empirical base on the geology and mining industry of Western Kazakhstan were used in the preparation of the article.

Since the beginning of this century, the continuous development of the world economy has resulted in a huge increase in the consumption of fossil fuels. The extensive use of fossil fuels all over the world has brought a series of environmental problems, such as acid rain, air pollution and global warming. These problems are especially serious in developing countries, such as China and India. To mitigate the energy crisis and environmental problems, it is highly important to develop clean and renewable energy sources. In recent years, low carbon

mode has been regarded as a key strategy for economic development in more and more countries. With respect to low carbon development, natural gas enjoys many advantages when compared with other fossil fuels and renewable energies [6]. Such renewable energy sources include the gasfields of Western Kazakhstan such as Auketaishagyl, Port Arthur, Karagai, Gremyachin, Ulyanovskk, Tsyganov, Teplov, Karachaganak, Kamensk, Darinsk, Chinarev gas fields. Deposits located on the right bank of the Urals.

1. Karachaganak oil and gas condensate is located at a distance of 23 km to the north of the city of Aksay, West Kazakhstan region. The field was discovered in 1979. Its area is 30,000 hectares, 1.2 billion tons of oil and condensate, more than 1.35 trillion m<sup>3</sup> of gas. A pipeline with a length of 130 kilometers was laid to Russia at the Orenburg oil refinery, and due to the export of gas and condensate, its production began in 1984. In 1997, an agreement (PSA) was signed, which included the joint use of its products, the use of the field and future production, designed for 40 years. The agreement was signed between the joint venture companies with the Republic of Kazakhstan Sedgip (32.5%), British Gas International (32.5%), Texaco (20%), Lukoil (15%) [7].

In 1997, the partner companies held a joint meeting with the former Oil and Gas Commissioner of Kazakhstan to develop the territorial reserves of the Karachaganak field. The final production Sharing Agreement (ROC) defining the Karachaganak field production program until 2038 was signed. After this agreement came into force, about 14 billion was spent on the production and development of the Karachaganak field and the best technology was introduced for the extraction of the most complex reservoir formation in the world.

2. Chinarevskoye oil and gas condensate field-an oil and gas condensate field in the northern part of the Caspian Depression. It is located 40 km northeast of the city of Uralsk. The Chinarevskoye oil and gas condensate field is one of the last major discoveries of the Ural Geological Prospectors. It was discovered in 1991 in layers of carbonate sediments at a depth of 4300-5200 meters. The general partner of the company is Nostrum Oil and Gas Group Limited.

Geologists predict that natural gas reserves will amount to 49 billion m<sup>3</sup> and oil reserves amount to 35 million tons.

Zhaiymunai LLP is an independent company engaged in oil and gas production, as well as exploration and development of the Chinarevskoye field on the basis of a contract between the State Investment Committee of the Republic of Kazakhstan and Zhaiymunai LLP for pre-exploration, production and distribution of hydrocarbon products at the Chinarevskoye oil and gas condensate field, signed on October 31, 1997.

Today, the Company is among the large-scale social projects that are of great importance for the region, for five years it supplies gas at a fixed price for a gas turbine power plant with a capacity of 54 kW [7].

3. The Zapadny Teplov field is located 40 kilometers north-east of Uralsk. It borders the Orenburg Region to the north. The Mangalak-Kuibyshev oil pipeline passes through the territory. The Orenburg-Western Border gas pipeline runs from the south. Oil and gas reserves have been determined. The total reserves are 785 million tons [8].

4. The Teplov structure was discovered in 1962-1964 as a result of seismic studies. At the P-1 field at a depth of 4562 m, oil was extracted by drilling. Deep drilling revealed that there is a brachanticlinal layer between the structures of the G-1 and G-2 deposits. The layered core structure was excavated from a depth of 110-1200 m from north to east and from south to west. It is also asymmetrical: the northern slope is flat, while the southern slope is pointed. Two wings (north, north west and south, south east), formed in the Cenozoic and Permian eras, are separated by hills. The northern and Northwestern wings underwent a leaching process, rising to the Lower Triassic.

5. The territory of the Daryinsky deposit Ois located in the Priuralsky district of the Ural region. It occupies an area 25 kilometers southeast of the village of Darinsk. It is located 30 kilometers north-east of the city of Uralsk. The deposit corresponds to the reef structure scheme. The nearest villages to the territory are: Darinsk, Furmanov, Chuvashinsk, Chapov, and Trekin.

The shape of Darinsk is domed. The isogyps size is 5400 m 4x3 kilometers, with an amplitude of 360 m. The shape of the Southern The southern Chagan is also shaped like a dome. Salt piles consist of a mirror row of salts in a structure of 200-400 m. The salt ranges are 7-21 x 3-4 kilometers in size. The structure of the salt series originated in the Triassic period.

The Daryinskoye field was discovered in 1989. Oil reserves are 3452 million tons [8].

6. The Tsyganovskoye field is part of the Baiterek district of the West Kazakhstan region. The district is located 30 kilometers from the village of Peremetnoye, in the south-eastern part of the village of Tsyganov, and 60 kilometers from the city of Uralsk.

The structure is distinguished by artin mounds. The isogypsum size is 300 m. The size of the layers is 13-1.8 km, and the amplitude is 170 m. The initial layers are located at a depth of 2900 m.

The layer under the salt of sawdust is distinguished by salt anticlinal and local dome-shaped salts. The structures of the Western and central parts of the structure resist Tokarev tectonic tremors and rise up with an amplitude of 200-400 m.

Lower artinian salt structures correspond to an increase in the surface salt layer of the Mesozoic era. Gas reserves amount to 1 billion m<sup>3</sup>, oil reserves From 1-266-266 million m<sup>3</sup>, from 2-511 million m<sup>3</sup>, condensate – C<sub>1</sub> and C<sub>2</sub> to 15 million tons [8].

7. The Ulyanovsk territory is located in the Baiterek District of the West Kazakhstan region. The district center is located 20 kilometers from the village of Peremetny and 60 kilometers to the eastern part of Uralsk. The field was discovered in 1976. The Ural-Saratov railway passes through the territory.

Gas reserves were estimated at 1427 million m<sup>3</sup> in category C<sub>1</sub> and 831 million m<sup>3</sup> in category C<sub>2</sub>. Condensate C<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> amounted to 92 million tons.

8. The territory of Kamensk is part of the Taskalinsky district of the West Kazakhstan Region. The Orenburg-Western Border railway and gas pipeline run from the south, and the Mangyshlak-Kuibyshev oil and gas pipeline runs from the east. It is located 80 kilometers northeast of Uralsk.

According to the geological district, the Kamensk structure is located within the oil/gas layer region of the North-Caspian

region, which tectonically corresponds to the northern rim region of the Caspian lowland [8].

According to the MEMR data, as of 01.01.1997, the forecast resources of the Kamensk structure of category  $C_3$  are estimated as follows: for gas – 400 billion  $m^3$ , for condensate – 450/150 million tons of oil – 100/50 million tons of oil. The resources are mainly associated with salt deposits. According to the data of seismogeological analysis, the Kamenskaya structure is represented by four types of hydrocarbon ores.

Estimated reserves Kamensk estimated geological reserves of category  $C_3$  hydrocarbon raw materials for all parts of the studied structure (salt deposits) are more than 1 billion tons of conventional lubricants.

It is at the contract site that the production layers of hydrocarbons have not yet been discovered, but the Kamensk gas condensate mine has been discovered in the volume of this site. The approved balance sheet fund of this mine as of 01.01.1996 amounted to 7.5 billion  $m^3$  of gas ( $A+B+C_1$ ) and 1.5 billion cubic meters of gas ( $C_2$ ).

Only for the only discovered and studied structure «Kamensk», the forecast geological reserves ( $C_3$ ) are approximate: for gas condensate – 240-280 million tons. For free gas, 300-350 billion  $m^3$ .

Estimated estimated oil reserves are about 65-80 million tons. Date of the company's first registration – 24.10.2003.

The Kamensk structure was formed from fragments of the Permian period of the Caspian lowland. The Earth's crust, including Devonian and carboniferous dumps, penetrates the Caspian lowland by 5-7°. A primary salt layer formed in the north-west direction at a depth of 1000-1200 m, oil  $C_1$  is 3651 million  $m^3$ , oil  $C_2$  is 3059 million  $m^3$ , and condensate  $C_1 + C_2$  is 200 million  $m^3$ .

9. The Gremyachinskoye, Vostochno-Gremyachinskoye, and Yuzhno-Gremyachinskoye fields are located in the Baiterek region, in the north-east of the West Kazakhstan Region, bordering the eastern part of Teplov and are its continuation. The eastern part of Teplov is divided into Teplov-Gremyachin; the center is Ulyanov, and the western part is Tsyganov-Tokarev. The size of the Gremyachin structure is 5.5x2.1 kilometers, and the Eastern Gremyachin structure is 1.2x5 kilometers. The structures are oriented from the north and northeast to the south and southwest. The north is flat, and the south is fortieth. Refers to a tectonic structure, depending on its origin.

In 1974, an oil field was discovered. At a depth of 2823-2825 m, a water oil layer was found. The Vostochno-Gremyachinskoye field was discovered in 1976. The water oil layer was monitored at the established depth of 2837-2840 m. Category  $C$  reserves of 3.4 million tons.

The Yuzhno-Gremyachinskoye oil field is located in the northern part of the Caspian lowland, 35 kilometers northwest of the city of Uralsk. The share of methane in Gas mixed with oil is 55, ethane – 10, propane – 3.8, butane – 1.9, nitrogen – 19.7.

The field is one of the fields that has not been fully explored. However, the location is favorable due to the location, productive habitat, and high-quality oil reserves. Deposits located on the left bank of the Urals.

10. The bekot field is located in Karatobe district. It consists of very deep salt domes. West wing of the salt dome surface. It is divided into the east wing and the north block.

The West Wing is semi-hilly. The size of the rocks formed during the Triassic period in the hills is 400 m, the amplitude is 5x2 kilometers. The eastern wing consists of rocks from the Jurassic and Triassic periods. The northern block is 350m lower than the western wing and 150 m higher than the Eastern one. The Triassic rocks formed a semi-anticlinal formation. Oil reserves amount to 724 thousand tons of oil equivalent.

11. The Kubasai field was discovered in 1977 in the Karatobinsk district. It consists of thick salt domes extending in the direction of the meridian. The salty core of the formation lies at a depth of 700 m. The structure consists of two layers: east and west. The thickness of the layer is 7x25 kilometers with an amplitude of 250-450 m.

The western wing was divided into several blocks as a result of tectonic faults. During drilling, an oil reservoir was discovered. Category  $C_2$  reserves are 702.9 thousand tons [8].

12. Chingiz field is located in Karatobe district. It consists of a salt core 300 m deep, extending in the direction of the meridian. The building has 2 wings: east and west. The northern part of the western wing consists of a salt marsh with a height of 300 to 4000 m. And the salt in the southern part forms a large terrace, extending to a depth of 1900 m.

The oil reservoir is partially blocked. Initial reserves amount to 165.4 thousand tons. Interfluvium of the Urals and Volga.

13. Deep drilling operations in the Auketaishagyl structure took place in 1960. The structure consists of salt domes. Between 1960 and 1961, 11 deep wells were drilled. As a result, 110 million rubles the  $m^3$  gas reserve has been developed. The Auketaishagil dome was first discovered in 1934 on the basis of a gravimetric survey. As a result of the research, a three-channel salt dome was discovered. In the south-eastern part of the territory, a gas reservoir with reserves of 110 million tons was discovered. Currently, research on the territory of Auketaishagil is suspended.

14. The Bolganmola oil field is located in the Zhangalinsky district of the West Kazakhstan region, it is located 240 km south, southwest of the city of Uralsk. The field was discovered in 1969. The structure was located in the north-eastern part of the Dunbeek dome. The productive sedimentary layer 1828 m occurs at a depth of 1828 m. The reservoir consists of sandstone and siltstone rocks of the Lower Triassic. The thickness of the effective oil-saturated layer is 3 m. As a result of drilling operations, the distribution of Meso-Cenozoic and Permo-Triassic rocks was established. Drilling also revealed a layer of gas from Upper Triassic rocks. Formation is associated with the formation of oil. Oil and gas reserves. As a result of research activities on the territory of Bolganmola, reserves amounted to 425 million tons [8].

15. Port Arthur is located in the immediate vicinity of Akpater rural district of Kaztalov district. It is located 300 kilometers southwest of the city of Uralsk. As a result of the work carried out, the contour of the Absheron gas field was determined. Gas reserves are estimated at 100 million  $m^3$  [9].

16. The Karagai field is located on the border of Atyrau region, 60 kilometers southeast of the village of Taipak. The pine structure is located in the eastern part of the Koktau salt dome zone. According to tectonics, the salt dome rise consists of a body. It is associated with a salt structure facing south from



the dune dome. The salty core of this structure extends in the direction of the meridian. The angle of incidence of its slope 60 is from 45 to 60°C. Salt in the most elevated part lies at a depth of 515 m. Saline rocks consist of 3 different structural elements: Southwest, East, and North. Total gas reserves amounted to 234.9 million m<sup>3</sup> [10].

### Results and discussion

The results of the study showed that, taking into account the above data, the deposits distributed on the territory of the West Kazakhstan region are the Karachaganak and Chinarev oil and

gas fields of great importance in the Republic. These two deposits are effectively used in the country's farms. Identified oil and gas fields in the West Kazakhstan region are shown in Table 1.

Currently, the Karachaganak enterprise is one of the leading oil and gas companies in the Republic of Kazakhstan, which has a record performance in gas and condensate production, accounting for about 45 percent of total gas production and 16 percent of liquid hydrocarbon production. In 2020, the company produced 12.1 million tons of oil condensate and 20.2 billion m<sup>3</sup> of gas.

Zhaiymunai LLP is a Kazakhstan oil and gas company engaged in the production, transportation, primary processing

*Identified oil and gas fields in the West Kazakhstan region*

*Батыс Қазақстан облысындағы анықталған мұнай және газбен орындары*

*Выявленные месторождения нефти и газа  
в Западно-Казакстанской области*

*Table 1*

*Кесте 1*

*Таблица 1*

Location #	Field	Geotectonic state	Of wells year of discovery depth	Of deposits, m state of geological age	State of the field
1	Auketaishagyl (gasfield)	Central Caspian Depression	1960/G-12	50-140/Neogene (Apsheron level)	Preliminary exploration
2	Port Arthur (gas field)		1961/P-27	202-222/Neogene (Absheron level)	
3	Bolganmola (oilfield)		1963/G-3	1835-1844/Lower Triassic	
4	Karagai (gasfield)		1968/G-3	910-915/Nizhny Bor (Barremian level)	In conservation
5	Beket (oilfield)		1972/G-1	1179-1185/Lower Triassic	In development
6	Chingiz (oilfield)		1973/G-8	559-1748/Lower Triassic	
7	Zapadno-Teplovskaya (oil and gas field)	Northern side zone of the Caspian basin. Lower Permian lateral carbonate berm	1973/G-5	2715-2995/Lower Perm	In development
8	Gremyachin (gasfield)		1974/G-2	2695-3030/Lower Perm (Artin Level)	
9	Ulyanovskk (gasfield)		1976/P-47	2735-3020/Lower Perm (Artin level)	
10	Tsyganov (oil gas field)		1977/G-24	2820-2925-Lower Perm (Artinsky Level)	
11	Teplov (oil and gas field)		1979/G-43	2826-3028/Lower Perm	
12	Karachaganak (oil and gas condensate field)	Inner side part of the Caspian depression	1979/P-10	3640-5270/Lower Perm-Fake developed since	1984
13			1988/G-15	5470-6270/Devonsky, Franco-Eiffel reservoir productivity	In preliminary exploration
14	Kamensk (gas condensate field)	Intermediate control North side zone of the Caspian depression	1986/G-2	2640-3182/Upper Perm(Kazan stage)	In development
15	Darinsk (oil and gas condensate field)	North-side zone of the Caspian basin	1989/G-1	4218-4270/Medium-carbon (Bashkir formation)	Preliminary exploration
16	Chinarev (oil and gas field)	At the outer margin of the Caspian lowland	1991/Zh-4 1993/Zh-10	2770-5300/Lower Permian-Middle Devonian (Eiffel level)	Developed since 1991

and sale of oil and gas in the contract area of the Chinarev oil and gas condensate field.

In 2019, the company implemented a project for the construction of GKDS – 3. The launch of this project will allow the company to increase the volume of gas treatment by 2.5 billion cubic meters per year. Thus, the dependence of the West Kazakhstan region on the supply of blue fuel from other regions will significantly decrease. 15% of oil goes to the domestic market, while condensate is mainly exported to European countries. 2300 tons of liquefied petroleum gas are sent to the needs of the region.

Where the remaining oil and gas fields are located, how much territory is known, but still does not apply to the country's economy. There are several conclusions about the reasons for the incomplete development in the national economy of more than 20 oil and gas ores, the location of which is determined on the territory of the region:

- the deposits are located very deep, covered with salt layers with a thickness of 3 thousand sometimes up to 5-8 thousand meters. The upper part of the salt beds is covered with sand pebbles, clay, and limestone;

- a small reserve of discovered deposits;

- very expensive development;

- taking into account the harmful impact on the environment, it becomes economically and environmentally inefficient.

### Conclusion

Oil and gas are the least valuable industrial raw materials. Probably, there is not a single branch of the national economy

that does not consume oil and gas and its refined products. The widespread use of oil and gas in the national economy is justified by effective economic indicators of use. Discovery of the Karachaganak and Chinarev oil and gas condensate fields allowed us to develop the oil-producing industry in our region.

The location of oil and gas fields distributed in the West Kazakhstan region, location area, geological development, geological age, depth of location, occupied territory, what are the reserves and their share in the development of the country's economy are given. On the territory Karachaganak, Chinarev, Teplov, Zapadny Teplov, Ulyanovsk, Darinsk, Kamensk, Gremyachinskaya group of formations, post, Kubasay, Chingiz, Auketaishagyl, Bolganmola, Port Arthur, Karagay regions with berildi oil and gas reserves description. The largest of them are the Karachaganak and Chinarevskoye fields. Based on the study of specific material, an attempt was made to give an economic justification for the use of all types of material raw materials for the development of the country's economy of the region, taking into account the integrated use of energy and Mineral Resources, their effectiveness.

The development of new capital construction fields is crucial for the accelerated development of the oil and gas industry. Currently, all previously discovered fields explored by single wells and imperfect seismic surveys need to be considered and revised not from the point of view of the total volume, but from the point of view of economic factors.

### REFERENCES

1. Yergozhin E.E. *Sovremennoe sostoyanie nefteperabatyvayushchey promyshlennosti ineftepererabatyvayushchey promyshlennostiryinka nefteproduktov v Kazakhstane.* / Yergozhin E.E., Chalov T.K., Kovrigina T.V., Melnikov E.A. // *Himicheskij zhurnal Kazakhstana.* 2019. №3. S. 6-38 [Yergozhin E.E. *Current state of the oil refining industry and oil products market in Kazakhstan.* / Yergozhin E.E., Chalov T.K., Kovrigina T.V., Melnikov E.A. // *Chemical Journal of Kazakhstan.* 2019. №3. P. 6-38] (in Russian)
2. Tong Xiaoguang. *Global oil and gas potential and distribution.* / Tong Xiaoguang, Zhang Guangya, Wang Zhaoming et al. // *Earth Science Frontiers.* 2014. №21 (3). P. 1-9 (in English)
3. Klett T.R. *An evaluation of the U.S. Geological Survey world petroleum assessment 2000.* / Klett T.R., Gautier D.L., Ahlbrandt T.S. et al. // *Aapg Bulletin.* 2005. №89 (8). P. 1033-1042 (in English)
4. Tong Xiaoguang. *Distribution and potential of global oil and gas resources.* / Tong Xiaoguang, Zhang Guangya, Wang Zhaoming, Wen Zhixin, Tian Zuoji, Wang Hongjun, Ma Feng, Wu Yiping. // *Petroleum exploration and development.* 2018. №45 (4). P. 779-789 (in English)
5. Hongjun Qu. *Distribution pattern and main factors controlling hydrocarbon accumulation of global oil and gas-rich deepwater basins.* / Hongjun Qu, Gongcheng Zhang, Shuo Chen. // *Journal of Natural Gas Geoscience.* 2018. Vol. 3. Issue 3. P. 135-145 (in English)
6. Jindong Zhang. *Natural gas market and underground gas storage development in China.* / Jindong Zhang, Yufei Tan, Tiantian Zhang, Kecheng Yu, Xuemei Wang, Qi Zhao. // *Journal of Energy Storage.* 2020. Vol. 29. P. 1013-1038 (in English)
7. Marchenko O.N. *Geologicheskie usloviya i rezul'taty rabot po osvoeniyu neftegazovogo potenciala Severnogo Prikaspiya: Ural'sk: Dastan, 2006, S. 30-35* [Marchenko O.N. *Geological conditions and results of work on the development of the oil and gas potential of the Northern Caspian region: Uralsk: Dastan, 2006, P. 30-35*] (in Russian)
8. Li K.A., Kamalov S.M. *Geografiya razmeshcheniya mestorozhdenij poleznyh iskopaemykh Ural'skoj oblasti i ih narodnohozyajstvennoe znachenie: Uralsk: Dialog, 1992, S. 25-38* [Li K.A., Kamalov S.M. *Geography of mineral deposits placement in the Ural region and their national economic significance: Uralsk: Dialog, 1992. P. 25-38*] (in Russian)
9. Marchenko O.N. *Ot Kenkiyaka do Karachaganaka: Uralsk: Dastan, 2003, S. 35* [Marchenko O.N. *From Kenkiyak to Karachaganak: Uralsk: Dastan, 2003, P. 35*] (in Russian)
10. Marchenko O.N. *Priural'skij neftegazovyy kompleks: Uralsk: Dastan, 2010, S. 50-59* [Marchenko O.N. *The Ural Oil and Gas Complex: Uralsk: Dastan, 2010, P. 50-59*] (in Russian)

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ергожин Е.Е. Қазақстандағы мұнай өңдеу өнеркәсібі мен мұнай өнімдері нарығының қазіргі жағдайы. / Е.Е. Ергожин, Т.К. Чалов, Т.В. Ковригина, Е.А. Мельников. // Қазақстан химия журналы. 2019. №3. Б. 6-38 (орыс тілінде)
2. Тон Сяогуан. Жаһандық мұнай-газ әлеуеті және таралуы. / Тон Сяогуан, Чжан Гуанья, Ван Чжаомин. // Жер туралы ғылымның шекаралары. 2014. №21 (3). Б. 1-9 (ағылшын тілінде)
3. Клетт Т.Р. АҚШ геологиялық қызметінің әлемдік мұнай бағасы 2000. / Т.Р. Клетт, Д.Л. Готье, Т.С. Ахлбрандт. // AAPG бюллетені. 2005. №89 (8). Б. 1033-1042 (ағылшын тілінде)
4. Тон Сяогуан. Жаһандық мұнай-газ ресурстарының таралуы мен әлеуеті. / Тон Сяогуан, Чжан Гуанья, Ван Чжаомин, Вэнь Чжисинь, Тянь Цзоцзи, Ван Хунцзюнь, М.А. Фэн, Ву Ипин. // Мұнайды барлау және игеру. 2018. №45 (4). Б. 779-789 (ағылшын тілінде)
5. Хунцзюнь Ку. Мұнай мен газға бай жаһандық терең су бассейндерінде көмірсутектердің жиналуын бақылайтын таралу құрылымы және негізгі факторлар. / Хунцзюнь Ку, Гунчэн Чжан, Шуо Чен. // Табиғи газ геофизикасы журналы. 2018. Т. 3. Шығ. 3. Б. 135-145 (ағылшын тілінде)
6. Цзиндун Чжан. Табиғи газ нарығы және Қытайдағы жерасты газ қоймаларын дамыту. / Цзиндун Чжан, Фэй Тан, Тянь Тянь Чжан, Кечун Ю, Сюэмэй Ван, Ци Чжао. // Энергияны сақтау журналы. 2020. Т. 29. Б. 1013-1038 (ағылшын тілінде)
7. Марченко О.Н. Солтүстік Каспийдің мұнай-газ әлеуетін игеру жөніндегі жұмыстардың геологиялық шарттары мен нәтижелері: Орал: Дастан, 2006, Б. 30-35 (орыс тілінде)
8. Ли К.А., Камалов С.М. Орал облысының пайдалы қазбалар кен орындарының орналасу географиясы және олардың ұлттық экономикалық маңызы: Орал: Диалог, 1992, Б. 25-38 (орыс тілінде)
9. Марченко О.Н. Кенкияктан Қарашығанаққа дейін: Орал: Дастан, 2003, Б. 35 (орыс тілінде)
10. Марченко О.Н. Орал мұнай-газ кешені: Орал: Дастан, 2010, Б. 50-59 (орыс тілінде)

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ергожин Е.Е. Современное состояние нефтеперерабатывающей промышленности и рынка нефтепродуктов в Казахстане. / Е.Е. Ергожин, Т.К. Чалов, Т.В. Ковригина, Е.А. Мельников. // Химический журнал Казахстана. 2019. №3. С. 6-38 (на русском языке)
2. Tong Xiaoguang. Мировой нефтегазовый потенциал и распределение. / Tong Xiaoguang, Zhang Guangya, Wang Zhaoming et al. // Границы науки о Земле. 2014. №21 (3). С. 1-9 (на английском языке)
3. Klett T.R. Оценка мировой нефтяной оценки Геологической службы США. 2000. / Klett T.R., Gautier D.L., Ahlbrandt T.S. et al. // AAPG Bulletin. 2005. №89 (8). С. 1033-1042 (на английском языке)
4. Tong Xiaoguang. Распределение и потенциал мировых ресурсов нефти и газа. / Tong Xiaoguang, Zhang Guangya, Wang Zhaoming, Wen Zhixin, Tian Zuoji, Wang Hongjun, Ma Feng, Wu Yiping. // Разведка и разработка нефти. 2018. №45(4). С. 779-789 (на английском языке)
5. Хунцзюнь Цюй. Структура распределения и основные факторы, контролирующие накопление углеводородов в глобальных глубоководных бассейнах, богатых нефтью и газом. / Хунцзюнь Цюй, Гунчэн Чжан, Шуо Чен. // Журнал геофизики природного газа. 2018. Т. 3. Вып. 3. С. 135-145 (на английском языке)
6. Цзиндун Чжан. Рынок природного газа и развитие подземных хранилищ газа в Китае. / Цзиндун Чжан, Юфэй Тан, Тяньтянь Чжан, Кечэн Юй, Сюэмэй Ван, Ци Чжао. // Журнал по накоплению энергии. 2020. Т. 29. С. 1013-1038 (на английском языке)
7. Марченко О.Н. Геологические условия и результаты работ по освоению нефтегазового потенциала Северного Прикаспия: Уральск: Дастан, 2006, С. 30-35 (на русском языке)
8. Ли К.А., Камалов С.М. География размещения месторождений полезных ископаемых Уральской области и их народнохозяйственное значение: Уральск: Диалог, 1992, С. 25-38 (на русском языке)
9. Марченко О.Н. От Кенкияка до Карачаганака: Уральск: Дастан, 2003, С. 35 (на русском языке)
10. Марченко О.Н. Приуральский нефтегазовый комплекс: Уральск: Дастан, 2010, С. 50-59 (на русском языке)

## Information about authors:

**Hodzhanova B.H.**, Senior Lecturer, M. Utemisov West Kazakhstan University (Uralsk, Kazakhstan), [hodzhanova.b@mail.ru](mailto:hodzhanova.b@mail.ru); <https://orcid.org/0009-0007-7475-3960>

**Abdusheva G.Zh.**, Senior Lecturer, M. Utemisov West Kazakhstan University (Uralsk, Kazakhstan), [abdusheva72@bk.ru](mailto:abdusheva72@bk.ru); <https://orcid.org/0009-0003-9412-9277>

**Yakupova J.B.**, Lecturer, M. Utemisov West Kazakhstan University (Uralsk, Kazakhstan), [yakupova\\_j@mail.ru](mailto:yakupova_j@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-3875-1224>

## Авторлар туралы мәліметтер:

**Ходжанова Б.Х.**, аға оқытушы, М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті (Орал қ., Қазақстан)

**Абдушева Г.Ж.**, аға оқытушы, М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті (Орал қ., Қазақстан)

**Якупова Д.Б.**, оқытушы, М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан университеті (Орал қ., Қазақстан)

## Сведения об авторах:

**Ходжанова Б.Х.**, старший преподаватель Западно-Казахстанского университета им. М. Утемисова (г. Уральск, Казахстан)

**Абдушева Г.Ж.**, старший преподаватель Западно-Казахстанского университета им. М. Утемисова (г. Уральск, Казахстан)

**Якупова Д.Б.**, преподаватель Западно-Казахстанского университета им. М. Утемисова (г. Уральск, Казахстан)



# MinTech 2025



**КАЗАХСТАН**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И  
ТЕХНОЛОГИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ  
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**21-23 мая  
г. Усть-Каменогорск**

**27-29 мая  
г. Павлодар**

**15-17 октября  
г. Актобе**

**БИЗНЕС-ТУРЫ НА ВЕДУЩИЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАЗАХСТАНА**



АО «Алюминий Казахстана»



Актюбинский завод  
ферросплавов АО ТНК  
«Казхром»



ТОО «АЭС  
Усть-Каменогорская ГЭС»

Организаторы:



+7 708 568-91-08

kazexpo\_tech

+7 707 456-53-07

kazexpo.kz

tech@kazexpo.kz



## АРЫСТАН ИБАТОЛЛА ДАЙЫРҰЛЫ (к 85-летию со дня рождения)

15 декабря 2024 года исполнилось 85 лет Члену-корреспонденту Национальной академии наук Республики Казахстан и академику МАИН, кандидату технических наук, профессору кафедры «Разработка месторождения полезных ископаемых» Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова Арыстану Ибатолле Дайырову.

Профессор КарТУ имени А. Сагинова Ибатолла Дайырович – выдающийся горный инженер, педагог и исследователь, более 60-ти лет посвятивший себя науке и образованию. Он вел исследования в горнодобывающей промышленности, работал на шахтах Караганды и комбинате АО «Қазақалтын». За выдающиеся заслуги награжден орденом «Парасат», медалями «Ерен еңбегі үшін», «Алтынсарин» и другими высокими наградами, включая звание «Отличник горной науки» и «Қазақстанның құрметті профессоры».

Его профессиональная карьера началась с работы на шахтах, затем продолжилась в Научно-исследовательском институте Караганды. В КарТУ имени А. Сагинова он занимал должности декана, заведующего кафедрой и директора горного института. Он внедрял современные методики преподавания, создавал учебники на казахском языке и участвовал в масштабных проектах, направленных на развитие технической литературы.

Научная деятельность Ибатоиллы Дайыровича охватывает широкий спектр исследований, включая разработку технологий отработки угольных пластов и изучение геомеханических процессов на глубоких горизонтах. Его работы были направлены на повышение безопасности и эффективности угледобычи. Основные достижения изложены в 5-ти монографиях, 6-ти учебниках и 10-ти учебных пособиях на государственном и русском языках, в 3-х словарях технических терминов, составленных на трех языках по отраслям производства (русский, казахский, английский); 224 научные статьи, 10 авторских свидетельств и 1 патент.

Как педагог, он воспитал сотни инженеров, которые стали ведущими специалистами в горной отрасли, учеными, депутатами и руководителями. Студенты всегда отмечали его внимание, поддержку и наставничество. Профессор активно участвовал в воспитательной работе, организовывал научные и культурные мероприятия.

Кроме научной и педагогической деятельности, Ибатолла Даирович интересуется историей, философией и

литературой. Он написал книгу «Тағдыр тағлымы», где описал жизненный опыт своего поколения, включив лирические стихи о любви, дружбе и родном Кокшетау.

Его жизнь – пример трудолюбия, самоотдачи и служения Родине. Потомок известного судьи и оратора рода Караул, он оставил глубокий след в науке, образовании и жизни общества.

Коллектив знает его как высококвалифицированного специалиста в области горного дела.

Такая дата подытоживает очень многое. Это огромный профессиональный и жизненный опыт. Это успехи и разочарования, находки и потери, радость и печаль.

Научно-педагогическая деятельность юбиляра подтверждается многочисленными научными и учебно-методическими разработками.

Жизненный путь его наполнен заботами, проблемами и поисками, а достижения зиждятся на том, что на алтарь избранного дела он направляет весь свой талант, не жалея при этом сил и здоровья.

Главный жизненный принцип Ибатоиллы Даировича – это добросовестный, творческий труд на всех участках работы, поэтому каким бы сложным и ответственным ни было дело, он всегда добивается высоких результатов. Заслуженной оценкой такого труда является искреннее уважение коллег и благодарность сотни выпускников.

*Коллектив Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова, кафедра «Разработка месторождений полезных ископаемых» и редакция «Горного журнала Казахстана» сердечно поздравляют Ибатоиллу Дайыровича Арыстана с юбилеем и желают доброго здоровья и дальнейших творческих успехов. Пусть еще долгие годы ему сопутствуют активность и огромный оптимизм!*



## НАРИМАН ЖАЛГАСУЛЫ (к 85-летию со дня рождения)

Нариман Жалгасулы – известный ученый в области создания специальных физико-химических способов добычи и переработки минерального сырья, Лауреат Премии Кабинета Министров Казахской ССР, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом экологии и безопасности горных работ Филиала РГП «НЦ КПМС РК» «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева».

Нариман Жалгасулы родился 31 декабря 1939 г. в ауле «Мырзабай» Жалагашского района Кызылординской области. После окончания Казахского политехнического института в 1963 г. был направлен на Жезказганский горно-металлургический комбинат им. К.И. Сатпаева, где прошел путь от начальника смены шахты «Покро» Жезказганского рудоуправления до начальника бюро по научной организации труда Западного рудника.

Научной деятельностью Н. Жалгасулы начал заниматься еще в 1965 г., работая начальником бюро по научной организации труда Западно-Жезказганского рудника. Он активно участвовал в исследованиях и внедрении новой высокопроизводительной самоходной техники и технологии для добычи полезных ископаемых подземным способом с привлечением ученых-горняков Казахстана, научных и проектных организаций г. Москвы и г. Ленинграда. Участвовал в сдаче к эксплуатации первой шахты-гиганта №55. Внедрение на Западно-Жезказганском руднике самоходной буровой, погрузочной и доставочной техники, комплексов, составленных по проектам Института горного дела АН КазССР, работников Жезказганского комбината и другими проектными организациями СССР, позволило поднять производительность труда горнорабочих почти в 4 раза, снизить травматизм в 1,5 раза и максимально снизить виброболезни бурильщиков.

В 1968 г. Н. Жалгасулы прошел по конкурсу на должность младшего научного сотрудника в лабораторию мощных рудных залежей Института горного дела АН КазССР. В этом же году поступает в очную аспирантуру при ИГД АН КазССР и продолжает работы в области изыскания новых направлений в развитии систем разработки рудных месторождений подземным способом, ведет плодотворную научную работу по исследованию технологических факторов, влияющих на интенсивность добычи руд в зависимости от оптимальных параметров очистных камер.

В 1973 г. защищает кандидатскую диссертацию на тему «Исследование интенсивности очистных работ при системе подэтажной выемки (на примере рудников комбината «Ачполиметалл»)». В диссертации Н. Жалгасулы на основе проведенного анализа отработки 30 очистных блоков за период 1968-1972 гг. убедительно доказал, что снижение интенсивности отработки блоков ведет к преждевременному обрушению кровли камер, увеличению уровня разубоживания, снижению эффективности производства.

Научное и практическое значение имеют работы, выполненные при участии Н. Жалгасулы в области исследований по системному анализу взаимного влияния гор-

нодобывающего предприятия и основных составляющих системы разработки «горнодобывающее предприятие – окружающая среда», выявлению и оценке технологических процессов, оказывающих наибольшее вредное влияние на окружающую среду, разработке рациональных способов повышения надежности поддержания выработанного пространства и предотвращения нарушения земной поверхности.

Разработанная и внедренная на рудниках Жезказгана технология смолоинъекционного упрочнения ослабленных трещинами рудных целиков, кровли очистных камер и подготовительных выработок позволяет снижать экологические нарушения земной поверхности, повысить прочностные характеристики ослабленных пород, расходы на крепление и значительно снизить себестоимость добываемой руды. За разработку и внедрение этой технологии на рудниках в 1991 году Н. Жалгасулы в числе сотрудников Института и работников ДГМК был удостоен премии Кабинета Министров КазССР.

В 1990-2000 гг. на основе выполненных работ под руководством Н. Жалгасулы с использованием комплексного метода исследований с применением основных положений теории сложных систем, методов эколого-экономического анализа и физического моделирования процессов и методологии обоснования механизмов геотехнологических процессов были разработаны средства снижения выбросов пыли и газов при различных горных работах, связанных с добычей и переработкой руд, разработаны рациональные технологии закрепления пылящих поверхностей (хвостохранилищ, рудных и породных отвалов, дорог) дешевыми композиционными материалами. Разработаны способы рекультивации и восстановления плодородия земель, нарушенных горными работами, произведен подбор кустарников и трав для выращивания их на пылящей поверхности хвостохранилищ.

На основе выполненных исследований за период 1975-2001 гг. в области разработки эколого-технологических и методических основ повышения эффективности добычи руд и снижения нагрузки на природную среду от деятельности горнодобывающих предприятий за счет разработки и внедрения новых, экологически чистых технологических процессов в 2001 г. Н. Жалгасулы защитил доктор-





скую диссертацию на тему «Эколого-технологические основы повышения эффективности разработки полезных ископаемых».

Большое практическое значение для народного хозяйства Казахстана имеет поднятая Н. Жалгасулы проблема утилизации отходов бурого угля. Под его руководством и непосредственном участии разработана технология брикетирования бурого угля и получения из его отходов гуминовых препаратов. Гуминовые препараты обладают способностью улучшать эксплуатационные свойства свинцовых аккумуляторов на 25%, используются в производстве окатышей, а также в качестве коагулянтов, дубителей, красителей, для очистки сточных вод, при бурении глубоких скважин, а также выщелачивании редких и благородных металлов и др. Они имеют широкое практическое использование в сельском хозяйстве при выращивании культурных растений на сильно засоленных почвах.

В настоящее время под его руководством продолжаются исследования по технической и биологической рекультивации отвалов и хвостохранилищ предприятий, обеспечивающие снижение пылеобразования. Разработаны методические указания по снижению опасного воздействия на окружающую среду, которые были использованы в проекте рекультивации старых породных отвалов и разработан технологический регламент по биорекультивации объектов АО «Костанайские минералы» и биорекультивации хвостохранилища и склада отходов обогащения марганцевых руд Жездинской обогатительной фабрики.

Н. Жалгасулы автор более 350 печатных работ, в том числе 11 монографий, 35 авторских свидетельств и патентов. Им подготовлено 17 кандидатов технических

наук, 3 магистранта и Ph.D докторанта, он руководит диссертационными работами 3-х соискателей-докторантов, а в 2007 г. ему присвоено звание профессора.

Заслуги Н. Жалгасулы в научной, научно-организационной деятельности высоко оценены общественностью и правительством: награжден медалью «Ветеран труда», знаком «Лучший рационализатор СССР», лауреат Премии Кабинета Министров КазССР по науке и технике, Почетной грамотой акима города Алматы, медалями «Шахтер даңқы», «За заслуги в науке» (РФ), «За заслуги» Современной Гуманитарной Академии РФ, «300 лет М. Ломоносову», орденом Вернадского (г. Санкт-Петербург), «190-лет г. Кызылорды», Почетный знак «Отличник горной науки», Благодарственное письмо Министра науки и высшего образования РК С. Нурбек.

Н. Жалгасулы является академиком Национальной академии горных наук и Международной академии «Экология», Почетным гражданином Жалагашского района Кызылординской области, Почетным профессором Илийского исследовательского Университета) (КНР), избран профессором Актюбинского Университета им. С. Баишева. За значительный вклад в горную науку Казахстана и развитие Института решением Ученого совета от 3 декабря 2009 г. Н. Жалгасулы присвоено звание «Почетный научный сотрудник Института горного дела им. Д.А. Кунаева».

*Уважаемый Нариман Жалгасович! Уверены, что Ваш богатый опыт, труд и профессионализм продолжают приносить успех в решении задач горно-металлургической отрасли. Поздравляем Вас с юбилеем и желаем крепкого здоровья, энергии, долгих лет жизни, благополучия, счастья и новых творческих достижений на благо горной науки Казахстана!*

**Коллектив Филиала  
РГП «НЦ КПМС РК» КП МПС РК  
«Институт горного дела им. Д.А. Кунаева»**

# СТАТЬИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В 2024 ГОДУ

## БУРЕНИЕ СКВАЖИН

№3 2024

*М.Б. Изтаев, \*Ж. Алишева*

**Применение полимерных растворов для повышения скорости бурения скважин в месторождении Узень**

№12 2024

*\*Ж.С. Сарқұлова, Р.Ж. Оразбекова, Г.А. Исенғалиева, Ф.Т. Балмағанбетова*

**Цифрлық трансформация: ұңғыларды бұрғылаудағы жасанды интеллект пен автоматтандыру рөлі**

## ВЗРЫВНОЕ ДЕЛО

№5 2024

*\*С.А. Сағидуллаев*

**Выбор эффективного и безопасного способа контурного взрывания**

№6 2024

*\*С.А. Сағидуллаев*

**Управление физико-механическими воздействиями при взрывании пород различной крепости и трещиноватости**

№8 2024

*\*Е.Т. Сердалиев, Е.Е. Искаков, Д.Б. Аманжолов, Н.П. Шалдунов*

**Оптимизация параметров отбойки рудных тел методом моделирования с применением специальных интегрированных программных продуктов**

№11 2024

*\*Б.А. Орынбаев, Е.Х. Абен*

**Влияние точности замедлений электронных средств инициирования на качество буровзрывных работ**

№12 2024

*Е.Т. Сердалиев, \*Е.Е. Искаков, Б.А. Бахрамов, Ж.Г. Кенесов*

**Оптимизация дробления руды при разработке золоторудных месторождений открытым способом**

## ГЕОДЕЗИЯ

№3 2024

*\*А.К. Сатбергенова, А.А. Калдыбаев, М.Б. Игемберлина, Д.С. Ожигин*

**Аэрокосмический мониторинг состояния земной поверхности подработанной территории города Караганды**

№4 2024

*Х.М. Касымканова, Э.О. Орынбасарова, \*К.А. Жанакулова, Б. Адебиет*

**Путь относительных гравиметрических измерений: от маятника к микрочипу**

№8 2024

*Е.О. Шаленов, \*А. Кенесбаева, Э.О. Орынбасарова, К.А. Жанакулова*

**Определение значения гравитационной постоянной**

№10 2024

*Х.М. Касымканова, Э.О. Орынбасарова, А.С. Уразалиев, \*К.А. Жанакулова*

**Метод определения дрейфа гравиметра CG-6 Autograv для обеспечения высокоточных измерений силы тяжести**

*\*А.З. Капасова, М.П. Талерчик, Е.Ж. Маусымбеков*

**Изучение особенностей использования спектрального метода дистанционного зондирования для обнаружения геологических признаков месторождений полезных ископаемых**

№11 2024

*Г. Мейрамбек, \*Д.Ж. Рахимбаева, К.Б. Рысбеков, А. Ержанқызы*

**Мониторинг изменения береговой линии Каспийского моря методом водного индексирования на основе геопространственных данных**

**ГЕОЛОГИЯ***№2 2024**А.Н. Копобаева, \*А. Амангелдіқызы, Е.М. Казтаев, Н.С. Асқарова***Изучение геохимических особенностей пласта к7 Карагандинского угольного бассейна***№5 2024**M.V. Ponomareva, \*Ye.V. Ponomareva, A.T. Tungushbayeva, D.A. Inkin***Identifying promising areas within the Zhezkazgan depression by a complex of geological and geophysical studies***№6 2024**G. Tarassenko, Y. Muralev, Y. Demicheva, \*Y. Bukayev***Exploring the geology and tectonics of the moyinkum trough for oil and gas prospects***№8 2024**Э.Ю. Сейтмуратова, Д.О. Даутбеков, \*М.А. Маурапова, А. Даулетулы***Современное состояние минерально-сырьевой базы Казахстана и металлогенические исследования в Институте геологических наук им. К.И. Сатпаева***№11 2024**M.V. Ponomareva, \*Ye.V. Ponomareva, A.T. Tungushbayeva, D.A. Inkin***Assessment of industrial significance of the Shektas and Surdzhar sites in the north-eastern part of the Zhezkazgan depression***№12 2024**Г.Ж. Жолтаев, \*З.Т. Умарбекова, А.А., Ш.Д. Минискул, Р.А. Аманбаев***Формирование и перспективы Архарлинского золоторудного узла****ГЕОМЕХАНИКА***№1 2024**\*А.Б. Рымқұлова, Ш.Б. Зейтинова, Д.К. Жумадилова, А.Е. Касымжанова***Массивтің сулануының ашық кеніш жағдауының тұрақтылық көрсеткіштеріне әсерін модельдеу***№4 2024**Н.Ф. Низаметдинов, Л.Д. Баймагамбетова, \*М.Б. Игемберлина, А.К. Сатбергенова***Оперативное построение цифровых моделей горных выработок на Жезказганском месторождении на основе использования ручного сканирования***№5 2024**\*А.Б. Кыдрашов, Н.М. Жумагалиева, М.Ж. Рыскалиев, С.М. Жарылгапов***Тазартпа кеңістігінің маңындағы массивтің кернеулі-деформациялы күйін геомеханикалық негіздеу***№7 2024**Н.Б. Бахтыбаев, Р.Х. Альжанов, Э.Р. Халикова, \*С.С. Ефремова***Анализ геомеханических условий рудника Жомарт 2***№8 2024**\*Ы. Жакыпбек, Е.Е. Әбделімов, М. Тоқтар, М.Е. Бектаев***Кен орындарын игерудегі жер ресурстарының бұзылуын талдау және мониторингтеу***M.Zh. Valpanova, \*A.E. Kuttybayev, D.K. Takhanov, A.B. Zhienbayev***Conditions of the overlaying stratum collapse with outcrop during remining the Zhaman-Aybat deposit***А.Ж. Имашев, \*А.А. Мусин, Г.Б. Ескенова, Г.Ж. Жунусбекова***Исследование возможных зон неупругих деформаций горных пород на глубоких горизонтах***№10 2024**Б. Хусан, \*С.А. Мустафин, Г.Б. Ескенова, Ж.М. Асанова***Методика определения влияющих факторов на устойчивость бортов карьера при ведении буровзрывных работ**



## №11 2024

\*Б.А. Орынбаев, С.Б. Алиев, С.С. Мырзахметов

**Сравнительный анализ методов оценки устойчивости откосов в изотропной среде**

## №12 2024

И.Д. Арыстан, \*А.К. Матаев, А.М. Хамзе, Т.С. Ибырханов

**Изучение механических свойств руды и пород рудных месторождений с оценкой природного поля напряженного состояния массива**

D. Ivadilina, \*A. Rymkulova, A. Makasheva, Andrii Smirnov

**Substantiating inter-chamber pillar parameters when developing inclined bedding****ГЕОТЕХНОЛОГИЯ**

## №1 2024

Е.Т. Сердалиев, \*Е.Е. Искаков, Б.А. Бахрамов, Д.Б. Аманжолов

**Экспериментальное исследование воздействия взрывных работ на устойчивость горных выработок**

У.А. Бектибаев, Н. Жалгасулы, А.Т. Салкынов, \*А.А. Исмаилова

**Гранулометрический состав руды – основной фактор выхода металла**

## №3 2024

А.А. Мусин, Г.Ж. Жунусбекова, \*Ш.Б. Зейтинова, Т.К. Шайыяхмет

**Снижение разубоживания руды при отработке маломощных рудных тел путем искусственного поддержания выработанного пространства**

## №4 2024

А.Ж. Имашев, А.М. Суимбаева, А.Ж. Ауелбекова, А.К. Матаев

**Оценка разубоживания руды при отработке маломощных крутопадающих залежей на основе численного моделирования**

## №8 2024

М.К. Имангазин, \*Б.Т. Уахитова, М.Г. Султанов, А.Т. Игисенова

**Гай кен орнында өндірудің тиімділігін арттыру үшін өзіжүргі жабдықтардың жаңа түрлерін енгізу және оңтайландыру**

## №9 2024

\*С.К. Молдабаев, Д.В. Бабец, К.Б. Рысбеков, А.Н. Нурманова

**Оценка влияния тектонических нарушений в донной части карьеров на безопасность извлечения запасов месторождения**

## №10 2024

А.А. Мусин, \*А.Ж. Имашев, Н.Қ. Шәйке, А.М. Суимбаева

**Определение устойчивого состояния техногенных обнажений при отработке наклонных рудных залежей камерно-столбовой системой разработки**

D.R. Akhmaturov, \*N.M. Zamaliyev, M.S. Usenbekov, R.A. Musin

**Development of a methodology for determining the volume of cavities of gas accumulations in waste areas and methane content**

## №11 2024

А.Ж. Имашев, \*Г.Т. Нуршайықова, Ш.Б. Зейтинова, З.К. Тунгушбаева

**Численный анализ устойчивости бортов и основания отвала на основе метода конечных элементов****ГЕОФИЗИКА**

## №2 2024

Р.А. Мусин, Ф.Е. Муртазина, \*Ж.М. Асанова, Э.Р. Халикова

**Результаты исследований электроразведки методом сопротивлений по методике электротомографии**

№4 2024

*А. Шарапатов, Г.А. Кабдсихова, \*Н.А. Асирбек, А.Б. Садуов***Плотностные и магнитные характеристики пород восточной части Сарысу-Тенизского поднятия (Центральный Казахстан)****ГЕОХИМИЯ**

№1 2024

*\*А.Б. Демешева, Б.В. Успенский, Р.К. Мадишева, Г.Б. Амангельдиева***Перспективы нефтегазоносности Арысқумского прогиба Южно-Торгайского осадочного бассейна****ГЕОЭКОЛОГИЯ**

№3 2024

*\*М. Nurpeisova, R. Nurlybayev, Y. Orynbekov, A. Iskakov***Research and use of ash and slag waste for the production of building materials**

№9 2024

*\*Ы. Жакыпбек, А. Айдарқызы, Е.Е. Бегимжанова, Г.Б. Кезембаева***Теміртау қаласының өнеркәсіптік ластануын қашықтықтан зондтау арқылы бағалау**

№11 2024

*Г.А. Исенғалиева, \*Г.А. Гатаулина, С.К. Алмат, А.А. Тогизбаева***Загрязнение почв бассейна реки Эмба и очистка их от нефтепродуктов***\*Б. Хусан, Д.А. Бейшенкулова, Е.А. Цешковская, Н.К. Цой***Анализ воздействия угольного месторождения Агулак на состояние окружающей среды**

№12 2024

*\*Е.З. Букаев, Ф.К. Нурбаева, Е.Д. Муралев***Перспективы утилизации отходов добычи известняка-ракушечника путем переработки в новые материалы****ГИДРОГЕОЛОГИЯ**

№2 2024

*\*D.S. Sapargaliyev, V.M. Mirlas, Y.Z. Murtazin, V.A. Smolyar***Hydrogeological study and assessment of the groundwater resources in the cretaceous deposits of the Zhem basin**

№7 2024

*\*V.S. Rakhimova, D.S. Sapargaliyev, E.V. Sotnikov, T.A. Rakhimov***Numerical modeling of groundwater flow and alluvial floodplains nitrate transport geocological aspects of Aktobe region, Kazakhstan****ГОРНЫЕ МАШИНЫ**

№2 2024

*\*Д. Крамсаков, И. Столповских, С. Кузьмин, С. Мелентьев***Обоснование технологических требований к горно-транспортным системам карьеров**

№5 2024

*Б.С. Бейсенов, К.К. Елемесов, Бортебаев С.А., \*Е.Е. Сарыбаев***Ауыр роторлы жабдықтың негізгі жетегінің бөлігі ретінде пневматикалық іске қосу құрылғысының энергетикалық-қуаттық параметрлерін зерттеу**

№7 2024

*Б.С. Бейсенов, Р.З. Тагауова, С.А. Бортебаев, \*Е.Е. Сарыбаев***Исследование силовых и раздвижных параметров трехкамерных сильфонных пневмобаллонов**

№12 2024

*\*Д.Д. Басқанбаева, К.К. Елемесов, Ж.К. Татаева, Л.Б. Сабирова***Тау-кен өнеркәсібі саласындағы газкомпрессорлық агрегаттар үшін қысымды реттеу процесін оңтайландыру үрдісі**

**КРЕПЛЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК***№1 2024**Р.А. Мусин, Н.Б. Бахтыбаев, \*С.С. Ефремова, Р.Х. Альжанов***Разработка крепления устья вентиляционного шурфа***А.Қ. Матаев, \*А.Ж. Имашев, Б. Хусан, Н.К. Шайке***Выбор оптимального вида крепления горных выработок на основе моделирования напряженного состояния подземных конструкций****МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО***№3 2024**\*Н.Ф. Низаметдинов, Н.Р. Кадыров, Р.Ф. Низаметдинов, Д.К. Элиманов***Дистанционный надзор за состоянием устойчивости оградительных дамб обогатительных фабрик***№10 2024**\*Г. Мейрамбек, М.Б. Нұрпейісова, Қ.Б. Рысбеков, Д.М. Қырғызбаева***Жыланды кеніші Сарыоба карьерінің беткейлерін нығайтудың тәсілі және ертіндісі***№11 2024**T.B. Nurpeissova, G.S. Madimarova, \*A.E. Ormambekova, F.T. Juldikarayeva***Modeling of mining and geological objects Akzhal career****МЕТАЛЛУРГИЯ***№4 2024**\*R.M. Zhdanov, M.S. Almagambetov, N.A. Ulmaganbetov, S.A. Laikhan***Briquetting of corrosion-resistant electrically conductive powder***№5 2024**Н.К. Досмухамедов, \*Е.Е. Жолдасбай, Ю.Б. Ичева***Извлечение Cu, Zn, Pb из огарка от обжига тонкой конвертерной пыли медного производства выщелачиванием серной кислотой***\*B.Zh. Salkynbayev, R.S. Kazbekov, M.S. Dosekenov, A.A. Myrzagaliyev***Investigation of the physical properties of existing slags of high-carbon and refined ferrochrome of the Aktobe ferroalloy plant***№6 2024**И.М. Алматов, \*О.Г. Хайитов***Разработка комплексной технологии переработки полукокса горючих сланцев месторождения Актау***М.К. Есенов, \*Л.И. Раматуллаева, А.А. Волненко, Г.К. Ивахнюк***Дисперсті материалдарды өңдеуге арналған технологиялық жабдықтағы жылу және масса алмасу процестеріне салқындатқыш жылдамдығының әсерін зерттеу***№8 2024**\*Г.К. Макашева, Л.М. Каримова, Б.С. Баимбетов, С.В. Мамяченков***Исследования по обогащению лежалых хвостов с получением черного медного концентрата***№9 2024**Б.С. Баимбетов, Е.Б. Тажиев, \*Г.Ж. Молдабаева, А.А. Даулетбакова***К проблеме переработки отвальных шлаков медеплавильных заводов Казахстана***\*Т.А. Chepushtanova, S.B. Yulusov, J.M. Yespenova, A.S. Tulegenov***Development of a process for the production of hard solid nanophers (Fe-Co) from complex black slate source***\*А.С. Раимбекова, В.И. Капралова, Ш.Н. Кубекова, Л.А. Жусупова***Исследование возможности переработки техногенных отходов месторождения Жайрем на растворы фосфатирования**



**МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ***№1 2024**\*O.O. Medvedieva, L.V. Yakubenko, P.I. Kopach, R.S. Lubinsky***Integrated use of natural resources in the process of exploitation of steeply dipping mineral deposits***№2 2024**\*С.Е. Пуненков***Хризотилловые волокна и хризотилцементные изделия на его основе****НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО***№2 2024**\*К.Т. Бисембаева, Г.С. Сабырбаева, А.С. Хадиева, А.А. Бекбаулиева***Оценка основных показателей разработки месторождения при дополнительном способе регулирования***№6 2024**\*С.А. Сагидуллаев***Получение эмульгатора для производства битумных эмульсий***№10 2024**\*А.А. Мельдешов, А.К. Абишева, М.М. Матаев***Перспективы эффективного использования попутного нефтяного газа и легких углеводородов***№11 2024**\*А.С. Хадиева, К.Т. Бисембаева, Г.С. Сабырбаева, А.И. Койшина***Мұнай өндіруді қарқынды мақсатында полиакриламидті біртекті емес қабатта қолдану тиімділігін зерттеу***№12 2024**\*B.H. Hodzhanova, G.Zh. Abdusheva, D.B. Yakupova***Features of geographical distribution of oil and gas fields in the West Kazakhstan region****ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ***№5 2024**\*А.К. Сейсенбек, Ш.А. Телков, И.Ю. Мотовилов***Исследование флотационного обогащения медно-золотосодержащей руды месторождения Коктасжал***№6 2024**\*А. Доберсек, А. Кирнарский***Перспективы снижения энергоемкости обогащения железной руды***А.Р. Мамбеталиева, \*Т.Ш. Тусупбекова, Г.К. Макашева, С. Елеусиз***Исследования по определению уровня окислительно-восстановительного потенциала для окисленной части хвостов***№7 2024**А.Р. Мамбеталиева, \*Г.К. Макашева, Т.Ш. Тусупбекова, А.О. Мугинов***Исследование влияния теплового кондиционирования на технологические показатели обогащения медных хвостов***Г.Е. Аскарлова, \*К.К. Мамырбаева, М.Р. Шаутинов, А.Б. Бегалинов***Қиын байытылатын алтын құрамды кенді сатылы гравитациялық байытуды зерттеу***№9 2024**И.Ю. Мотовилов, \*М.Б. Барменишинова, Ш.А. Телков, Р.С. Омар***Изучение вещественного состава и оценка гравитационной обогатимости окисленных полиметаллических руд месторождения РК***№11 2024**\*С.Р. Бейсенова, М.Б. Барменишинова***Определение технологических показателей флотационного обогащения в процессе проведения опытно-промышленных испытаний флотомашины Jameson Cell 1500**

**ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ***№3 2024*

*\*Ж.У. Жубандыкова, Р.Ж. Оразбекова, Г.А. Исенгалиева, Р.Р. Саитгалиев*  
**Дон тау-кен байыту комбинатындағы жаракаттанудың статистикалық талдауы**

*№4 2024*

*Л.И. Раматуллаева, Ш.Қ. Шапалов, \*Б.Т. Уахитова, Ж.К. Баймуханбетова*  
**Металлургиялық кәсіпорын мысалында өндірістік жаракаттануды талдау**

*М.К. Есенов, \*Л.И. Раматуллаева, А.А. Волненко, Г.К. Ивахнюк*  
**Қоршаған ортаны қорғау үшін аэрозоль бөлшектерін ұстауды оңтайландыру**

*№5 2024*

*\*С.А. Сагидуллаев*  
**Өндірістік қауіпсіздік саласында мемлекеттік саясатты дамыту**

*№7 2024*

*М.К. Есенов, \*Л.И. Раматуллаева, А.А. Волненко, Г.К. Ивахнюк*  
**Барабандық аппараттардың жұмыс параметрлерінің атмосфераға шаң мен ластаушы заттардың шығарылуына әсерін талдау**

*Т. Уахитова, М.М. Тайжигитова, \*Г.С. Нурбосынова, Р.Р. Саитгалиев*  
**Анализ травматизма в горно-металлургической отрасли Актюбинского региона в период с 2013-2022 гг.**

*А. М. Курманов, А.Б. Бекмагамбетов, \*Л.И. Едильбаева, А.Е. Сабидуллина*  
**Анализ международного опыта по оценке профессионального риска на объектах горнодобывающей отрасли**

*№10 2024*

*А.М. Курманов, А.Б. Бекмагамбетов, \*Б.Т. Уахитова, Д.К. Жумадуллаев*  
**Анализ травматизма на шахте «Молодежная» Донского ГОКа**

**ПЕРЕРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ***№9 2024*

*\*А.С. Бейсебаева, С.М. Жарылкан, Е.Н. Есжан, С. Азат*  
**Методы переработки отходов горно-металлургического производства**

**РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД***№5 2024*

*А.Ж. Имашев, \*А.М. Суимбаева, А.Қ. Матаев, А.А. Мусин*  
**Обоснование применения контурного взрывания для обеспечения сохранности проектных параметров выработок**

*№9 2024*

*\*А.А. Орынбай, А.Е. Алибаев, Т.С. Ибырханов*  
**Рациональные параметры БВР, обеспечивающие наименьшие затраты на добычу и переработку руды**

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ в редакцию периодического печатного издания «Горный журнал Казахстана»

1. «Горный журнал Казахстана» принимает к публикации оригинальные статьи научного и научно-технического содержания, отражающие результаты исследовательской и научной деятельности, имеющие рекомендации к практическому применению решаемых вопросов, а также статьи обзорного характера, отвечающие критериям первичной научной публикации (полный перечень рубрик указан на сайте *minmag.kz*).

### 2. Основные требования к статьям, представленным для публикации в журнале:

- набор статьи производится в текстовом редакторе Word шрифтом Times New Roman 12 кеглем с полуторным интервалом;
- общий объем статьи, включая рисунки, таблицы, метаданные не должен превышать 8 печатных страниц;
- статьи (за исключением обзоров), должны содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике (см. п. 1), научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями, отраженными в п. 3;
- статья может быть представлена на казахском, русском или английском языке;
- в редакцию представляется окончательный, **тщательно выверенный вариант** статьи, исключающий необходимость постоянных доработок текста на этапах издательского процесса;
- перед отправкой статьи в редакцию журнала авторам необходимо проверить текст на предмет отсутствия плагиата.

### 3. Структура статьи должна содержать следующие разделы:

- код МРНТИ (ГРНТИ <http://grnti.ru/?p1=52>) – шестизначный;
- название статьи (сокращения не допускаются, не допускается использование аббревиатур и формул; максимальное количество слов 10-12) должно быть информативным, соответствовать научному стилю текста, содержать основные ключевые слова, характеризующие тему (предмет) исследования и содержание работы, предоставляется на казахском, русском и английском языках;
  - инициалы и фамилии авторов; статья должна иметь не более 4 авторов; знаком «\*» указывается автор-корреспондент;
  - сведения о каждом авторе (ученая степень, ученое звание, должность, место основной работы, город, страна, контактные данные (адрес электронной почты), ORCID ID) предоставляются на казахском, русском и английском языках;
    - полное название организации (-й), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
    - аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация предоставляется на казахском, русском и английском языках объемом не менее 700 и не более 900 символов (примерно 150...200 слов);
    - ключевые слова в количестве 6...10 устойчивых словосочетаний, по которым в дальнейшем будет выполняться поиск статьи (сокращения и аббревиатуры не допускаются): ключевые слова отражают специфику темы, объект и результаты исследования и предоставляются на казахском, русском и английском языках;
    - текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение/ выводы);
    - список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2015 года, предоставляется на казахском, русском и английском языках.

**РИСУНКИ** должны иметь расширение графических редакторов CorelDraw, Photoshop, Illustrator и т. п.). Фотографии должны быть предельно четкими в графическом формате (TIFF, JPEG, CDR) с разрешением не менее 300 dpi. Все буквенные и цифровые обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисовочном текстах. Надписи и другие обозначения на графиках и рисунках должны быть четкими и легко читаемыми. **ПОДПИСИ К РИСУНКАМ И ЗАГОЛОВКИ ТАБЛИЦ ОБЯЗАТЕЛЬНЫ.** Оформляются отдельным блоком на казахском, русском и английском языках.

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ** следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские – курсивом. **Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста** (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ** составляется в порядке цитирования и оформляется в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на литературу в тексте отмечаются по мере их появления порядковыми номерами в квадратных скобках. Список приводится на казахском, русском и английском языках с указанием в скобках оригинала публикации. Образец оформления литературы и транслитерации размещен на сайте *minmag.kz*.

### 4. Условия приобретения журналов авторами.

С автором(ами) заключается договор о приобретении 10 (десяти) экземпляров журнала согласно установленным расценкам на текущий год, которые он(они) имеют право распространять среди горной общественности. После оплаты статья публикуется в номере журнала согласно очередности. Если существует необходимость опубликовать статью в одном из ближайших номеров журнала, авторы оплачивают ускорение в размере 50000 (пятьдесят тысяч) тенге.