



Геомембрана **GEOCHRON HDPE**

Лучшее решение для гарантированного результата

Геомембрана Geochron - это идеальное решение при создании объектов для тяжёлой промышленности - хвостохранилищ, золошлакоотвалов, полигонов ТБО и других, с сохранением целостности окружающей среды. Изготовлена из 100% первичного сырья HDPE.

Геомембрану Geochron отличают следующие характеристики:

- Обладает высокой устойчивостью к химическим веществам, кислотам и нефтепродуктам
- Имеет стойкость к УФ излучению, что позволяет быть нашей Геомембране прочным изолирующим барьером
- Показывает наилучшие физико-математические показатели, которые подтверждены лабораторными испытаниями
- Продукт ECO FRIENDLY

Более подробную информацию по поводу характеристик, методов применения, установки или доставки, Вы можете узнать на нашем сайте или связавшись с нашим менеджером.



WARTER
polymers

WARTER POLYMERS Sp. z o. o.
ул. Коралова 60
02-967 Варшава
www.warterpolymers.pl

Производство:
ул. Згленицкого 5, 09-411, Плоцк
тел: +48 785 897 134
e: h.malyszczek@warterpolymer.pl

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 28.06.2022 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

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

Представители журнала:

Республика Узбекистан –
ШЕРЗОД ВАФО-ОГЛЫ КАРИМОВ
karimov20-13@mail.ru

Российская Федерация, Москва –
ИРИНА ЯРОПОЛКОВНА ШВЕЦ
shvetsirina@yandex.ru

Российская Федерация, Сибирский регион –
ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ШАПОШНИК
shaposhnikyury@mail.ru

Периодичность 12 номеров в год

Тираж 1500 экземпляров

ISSN 2227-4766

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

Подписано в печать 31.09.2023 г.

Отпечатано:

«Print House Gerona»
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»



INTERRIN

Главный редактор

М.Ж. БИТИМБАЕВ, mbitimbaev@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Л.А. КРУПНИК, leonkr38@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Х.А. ЮСУПОВ, yusupov_kh@mail.ru

Ответственный редактор

Т.С. ДОЛИНА, 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

М.Б. Барменшинова, канд. техн. наук

А.Б. Бегалинов, д-р техн. наук, профессор

А.А. Бекботаева, PhD

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

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

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

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

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

В.Ф. Демин, д-р техн. наук

А.И. Едильбаев, д-р техн. наук

Д.Р. Каплунов (Россия), д-р техн. наук, профессор

Ш.В. Каримов (Узбекистан), PhD

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

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

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

В.И. Нифадьев (Кыргызстан), д-р техн. наук, профессор

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

Е.Н. Ольшанский, член-корреспондент МАИН

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

Б.Т. Ратов, д-р техн. наук, профессор

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

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

П.Г. Тамбиев, канд. техн. наук

Ш.Н. Туробов (Узбекистан), PhD

О.Г. Хайитов (Узбекистан), д-р геол.-минерал. наук, профессор

Р.А. Хамидов (Узбекистан), PhD

А.Н. Шодиев (Узбекистан), д-р техн. наук

Т.А. Чепуштанова, PhD

® – статья на правах рекламы

① – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

- 4 Колонка главного редактора
- 6 Уголь России и Майнинг
«Шире, чем Кузбасс! Глубже, чем Уголь!»
- Буровзрывные работы**
- 8 *Е.Т. Сердалиев, *Е.Е. Искаков, Б.А. Бахрамов, Д.Б. Аманжолов*
Исследование сейсмического воздействия взрыва на массив при отработке маломощных рудных залежей
- Геология**
- 14 **Б.К. Маулетбекова, Б.З. Калиев, Т.Д. Карманов, Ж.К. Татаева*
Реагентная технология и устройство для утилизации отработанных буровых растворов
- Геология**
- 20 **Г.Ж. Досетова, Т.В. Кряжева, Р.Х. Миркамалов, Н.А. Шарипова*
Интрузивные комплексы неопротерозоя Улытау-Арганатинской структурно-формационной зоны
- Геомеханика**
- 26 **Ф.К. Низаметдинов, Р.Н. Джамантыкова, А.В. Михнев, А. Алибаев*
Оценка устойчивости анизотропных карьерных откосов
- Геомеханика**
- 33 **М.Ж. Балпанова, Д.К. Таханов, А.Б. Жиенбаев, Г.Ж. Жунусбекова*
Жаман-Айбат кенорнында жазық кеншоғырларды қазу жүйесін геомеханикалық қамтамасыз ету
- Обогащение полезных ископаемых**
- 41 **S.A. Laikhan, N.A. Ulmaganbetov, B.Zh. Salkynbaev, M.S. Almagambetov*
Methods of pelletizing fine chromium raw materials, Kempirsay deposit, using polymeric binder
- Горные машины**
- 49 **А. Шакенов, И. Столповских, А. Абдиев*
Орта Азиядағы биік тау кенерлерінің энергетикалық әлеуеті
- Горные машины**
- 56 *Б.С. Бейсенов, *Е.Е. Сарыбаев, К.К. Елемесов, Р.З. Тагауова*
Исследование влияния реечного пускового устройства на базе сильфонных баллонов на пусковые токи технологических машин с тяжелым ротором
- Охрана труда и безопасность в горной промышленности**
- 61 **Л.И. Едильбаева, Ж.О. Ошакбаева, Г.М. Рахимова, А.Р. Енсебаева*
Опыт Великобритании по формированию профессиональных компетенций в области охраны здоровья и безопасности труда
- Юбилей**
- 65 Геннадий Васильевич Горбатенко
- 68 Требования к оформлению и условия предоставления статей

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат
Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

Дорогие читатели, уважаемые коллеги!

Мы с вами вместе прошли в 2023 г. две трети еще одного нашего совместного путешествия по самому нужному человечеству и миру – недрам, богатства которых надо использовать для благополучия и развития цивилизации. Освоение недр – это самая трудная и ответственная обязанность для специалистов, которые выполняют эту благородную миссию, потому что мы обязаны и сохранить, и сберечь этот мир, который мы разрушаем для его использования.

Такая двойная обязанность, составляющие которой, называемые «добыча полезных ископаемых», требующая выемки «горной массы», состоящей из полезных ископаемых и окружающей их «пустой породы», и сохранение природного равновесия совместно с животным миром, растительным покровом, плодородием, водным стоком и чистотой атмосферы требуют, казалось бы, противоположных действий.

Но творческий ум и забота об ареале своего существования ученых и производственников создают технологическую базу такого «дуального управления», которое, получив названия новых научных понятий «ресурсовспроизводство» и «ресурсосбережение», успешно развивается как становой хребет новых геотехнологий и минералургии.

Комбинированные открыто-подземные способы разработки, наземно-подземные каскадные способы, которые в обоих вариантах эффективно работают совместно с промежуточным целиком-ярусом, полная тиксотропная закладка отработанных слоевых камер с развитием горных работ в восходящем формате («снизу вверх»), организация непрерывности добычи руды созданием «сдвоенного блока» по простиранию, тросовое крепление вмещающих пород, отбойка телескопными шпурами маломощных крутопадающих и скважинами, перпендикулярными плоскости падения мощных крутопадающих рудных тел и многие другие, созданные и создаваемые физико-технические геотехнологии (ФТГТ), существенно и позитивно меняют облик подземного способа добычи.

Мир горного производства стоит перед революционным научным прорывом по созданию и массовому применению в масштабах повсеместной добычи металлических полезных ископаемых физико-химических геотехнологий (ФХГТ), основой которых является подземное выщелачивание. Многовариантные условия проблемы выщелачивания черных, цветных и драгоценных металлов из сульфидных и окисленных руд требует решения сложных задач, обеспечивающих:

- соответствие набора химических агентов и режима выщелачивания извлечению металлов как из однокомпонентных, так и многокомпонентных руд;
- оптимальный выбор рудной среды для полнообъемного проникновения выщелачивающего раствора и полного извлечения металла (-ов);
- создание искусственной всеобъемлющей проницаемости скального монолитного и плотного глинистого массива рудных тел для выщелачивания раствора;
- создание при необходимости экранирующих условий для создания границ по плоскостям залегания традиционных рудных тел для предотвращения попадания выщелачивающих растворов вне рудного тела;
- создание новых геотехнологий по извлечению металла (-ов) не только из традиционных рудных тел, но и из вмещающих пород, в том числе, из первичных и вторичных геохимических ореолов, вследствие чего рудная база будет использована полностью без потерь и разубоживания из традиционных рудных тел и к ним присоединена новая рудная база из ореолов.

Таким видится технологическое будущее горно-обогащительного производства, которое будет работать в ритме единого производственного процесса, объединяющего добычу и обогащение без подъема руды на поверхность.

Я думаю, что мы с вами будем свидетелями и участниками создания рудника будущего и сумеем сказать свое слово, подкрепленное делом, реализация которого будет основой неисчерпаемости ресурсов недр в историческом масштабе времени.



Инновационные решения и доказанная эффективность



ME Elecmetal обладает знаниями, опытом и производственными возможностями для обеспечения вашего предприятия надежными и эффективными решениями в технологиях дробления и измельчения. Гарантированное увеличение производительности и уменьшение времени простоя оборудования!

Изнашиваемые детали для мельниц и дробилок всех типов

- Полусамоизмельчения
- Самоизмельчения
- Шаровых
- Стержневых
- Гирационных
- Щековых
- Конусных
- Вертикальных

ME FIT Grinding

ME Elecmetal

Тел: +7 914 880 4545
+7 777 247 0787
+1 778 875 7525

Эл.Почта: russia@meglobal.com
www.me-elecmetal.com

УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ «Шире, чем Кузбасс! Глубже, чем Уголь!»

Ежегодно в начале июня в угольном сердце России – Кузбассе, в городе Новокузнецке, проходит главная угольная выставка страны – «Уголь России и Майнинг», на которой традиционно собираются российские и зарубежные производители, поставщики и потребители горно-шахтного оборудования.

Выставка занимает лидирующее место в общероссийском выставочном рейтинге в номинациях «Выставочная площадь», «Профессиональный интерес», «Международное признание», «Охват рынка» и признана самой крупной в России по тематике «Природные ресурсы. Горнодобывающая промышленность».

XXXII Международный горнопромышленный форум, XXXII специализированная выставка технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг», XIV специализированная выставка «Охрана, безопасность труда и жизнедеятельности», IX специализированная выставка «Недра России» пройдут 4-7 июня 2024 года.

Мероприятия организует выставочная компания «Кузбасская ярмарка» при содействии Министерства энергетики РФ, Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерства труда и социальной защиты РФ, Министерства природных ресурсов и экологии РФ, Российского союза промышленников и предпринимателей, НП «Горнопромышленники России», Правительства Кузбасса и администрации города Новокузнецка.

Производители оборудования, спецтехники, инструмента и оснастки, сервисные и добывающие предприятия,

металлургические комбинаты будут представлены в более чем 30 тематических разделах.

Форум и выставки 2023 года прошли под девизом «Шире, чем Кузбасс! Глубже, чем Уголь!». На одной площадке собрались компании, работающие во всех отраслях промышленности, связанных с добывающим сектором экономики. Современные решения для горнорудной отрасли представили 638 экспонентов из России, Республики Беларусь, Китая, Турции, Индии, Италии, и представительства компаний из Европы и ЮАР.

За 4 дня работы выставки посетили 59 538 профессионалов отрасли из Республики Беларусь, Узбекистана, Казахстана, Индии, Китая, Турции, Республики Перу, Латвии, Монголии и 117 городов Российской Федерации, среди них: Норильский никель, Евраз, СУЭК, Сибирский Деловой Союз, Воркутауголь, Колмар, Русский уголь, Уралкалий, Беларуськалий, Кузбассразрезуголь, Кузбасская Топливная Компания, Русал и др.

Деловая программа Международного горнопромышленного форума традиционно проходила в формате тематических дней: «Министерский день», «День генерального директора», «День технического директора», «День главного механика» и включила в себя 76 мероприятий различной тематики, в которых приняли участие более 50 экспертов ведущих российских и зарубежных компаний и 3000 делегатов. Лидеры индустриального рынка обсудили не только состояние, но и перспективы горной отрасли, а также комплекс мер, направленных на повышение безопасности и улучшение условий труда специалистов.

Альбина Бунеева, директор ООО «Кузбасская ярмарка»: «Уголь России и Майнинг» уже 31 год является традиционным местом встречи лидеров горной отрасли и площадкой, где посетители могут ознакомиться с полным спектром оборудования и технологий. Ведь сам по себе уголь – это всего лишь сырьевая база. Основным драйвером развития отрасли являются люди, которые формируют эту отрасль и вносят свой вклад в развитие технологий, рациональное использование природных ресурсов, культуру безопасного труда и подготовку молодых специалистов. В 2023 году выставка прошла в обновленном формате. Площадка объединила компании, работающие в основных отраслях промышленности, связанных с добывающим и перерабатывающим секторами экономики. Состав и география участников значительно расширились производителями металлургической, машиностроительной и металлообрабатывающей отрасли, а площадь выставочной экспозиции выросла на 30%. Востребованность проекта подтверждается высоким интересом со стороны участников – более 40% экспонентов уже подтвердили свое участие в выставке 2024 года с увеличением площади своих экспозиций».



**СТАНЬТЕ ЧАСТЬЮ ГЛАВНОГО
ОТРАСЛЕВОГО СОБЫТИЯ!
4-7 июня 2024 года, г. Новокузнецк**

Код МРНТИ 52.13.21:52.13.15

Е.Т. Сердалиев¹, *Е.Е. Искаков¹, Б.А. Бахрамов², Д.Б. Аманжолов³
¹Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),
²Акционерное общество «AltynEx company» (г. Алматы, Казахстан),
³Toraighyrov University (г. Павлодар, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА НА МАССИВ ПРИ ОТРАБОТКЕ МАЛОМОЩНЫХ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Аннотация. В статье изложены результаты исследований сейсмического эффекта взрыва и разрушительного его воздействия на массив вмещающих пород при отбойке маломощных рудных залежей. Описана методика исследований сейсмического воздействия взрыва на устойчивость массива, базирующаяся на создании численной модели на основе рейтинговой классификации массива и составляющих волн напряжений в массиве для зарядов с заданными энергетическими свойствами методом конечных элементов. Установлены закономерности изменения амплитудных и временных характеристик волны напряжений в массиве от прочностных характеристик горных пород, энергетических свойств, параметров и конструкции зарядов ВВ. Достоверность научных выводов обеспечивается использованием современных представлений физики и механики в области разрушения горных пород, созданием численных моделей волнового нагружения массива горных пород взрывом.

Ключевые слова: руда, добыча, взрыв, мощность залежи, массив, обрушение, моделирование, энергия взрыва.

Жұқа кен шоғырларын игеру кезіндегі массивке берілетін жарылыстың сейсмикалық әсерін зерттеу

Андатпа. Мақаллада жұқа кен шоғырларын қопару кезінде жарылыстың массивке беретін сейсмикалық және бұзғыштық әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Массивтің рейтингті жіктелуі мен қуаты белгіленген зарядтардың жарылыстық кернеу толқындарына негізделген, шектік элементтер әдісімен жарылыстың массивке беретін әсерін зерттеу жолы келтірілген. Таужыныстарының беріктік сипаттамалары, энергетикалық қасиеттері, зарядтар параметрлері мен конструкцияларына байланысты массивтегі кернеу толқынының амплитудалық және уақыттық сипаттамаларының өзгеру заңдылықтары негізделген. Ғылыми тұжырымдардың сенімділігі таужыныстарын қопару саласындағы физика мен механиканың заманауи заңдылықтарын қолдану, жарылыс кезіндегі массивтегі толқындық жүктеменің сандық үлгілерін жасау арқылы қамтамасыз етіледі.

Түйінді сөздер: кен, игеру, жарылыс, шоғыр қалыңдығы, массив, опырылу, модельдеу, жарылыс қуаты.

Study of seismic effects of explosion on the massif during mining of thin ore deposits

Abstract. The article presents the results of studies of the seismic effect of the explosion and its destructive impact on the massif of host rocks during the breaking of thin ore deposits. A technique for studying the seismic impact of an explosion on the stability of an array is described, based on the creation of a numerical model on the basis of the rating classification of the array and the components of stress waves in the array for charges with specified energy properties by the finite element method. The regularities of changes in the amplitude and time characteristics of the stress wave in the massif from the strength characteristics of rocks, energy properties, parameters and designs of explosive charges are established. The reliability of scientific conclusions is ensured by the use of modern concepts of physics and mechanics in the field of rock destruction, the creation of numerical models of wave loading of a rock mass by explosion.

Key words: ore, mining, explosion, deposit power, massif, collapse, modeling, explosion energy.

Введение

Известно, что одной из особенностей разработки месторождений жильного типа и главным образом разработки залежей малой мощности является повышенная их трудоемкость по сравнению с системами, применяемыми в мощных рудных месторождениях. Это объясняется тем, что очистные работы при выемке маломощных рудных залежей приходится вести в узком выработанном пространстве, сильно затрудняющем выполнение основных технологических процессов. Особое влияние небольшая ширина очистного пространства оказывает на качественные показатели взрывных работ. Вследствие малой мощности рудных тел их отработка ведется с подрывкой вмещающих пород, что приводит к большому разубоживанию добытой руды и сложностям при извлечении металла при ее переработке.

В настоящее время на многих рудниках страны, разрабатывающих маломощные наклонно-залегающие жильные месторождения (Акбакай, Бестобе, Юбилейное), растут затруднения при ведении очистных работ, особенно в сложных горно-геологических условиях со значительными нарушениями вмещающих пород. При выемке маломощных рудных залежей с неустойчивыми вмещающими породами применение рациональных вариантов поэтажно-камерной системы с послонной отбойкой руды глубоко-

кими скважинами и доставкой силой взрыва резко осложняется.

В очистной выемке в результате обрушения вмещающих пород сейсмическим действием взрыва разубоживание руды в некоторых участках достигает до 70%. Несмотря на то, что на этих рудниках параметры взрывов отличаются друг от друга, основные особенности обрушения вмещающих пород одинаковы, то есть обрушения происходят в основном со стороны висячего бока камеры и имеют вид дугообразных форм, расположенных в большинстве случаев в концевой и средней частях камеры и их характерные размеры определенным образом связаны с параметрами взрывов, структурой массива, степенью его трещиноватости и физико-механическими свойствами пород. Как нам известно, массив вмещающих пород во время взрывной отбойки маломощных залежей подвергается более интенсивным деформациям вследствие того, что их кровля размещается в зоне сдвижений и сейсмических волн. При отработке маломощных рудных тел из трещиноватых, нарушенных массивов, учитывая вес одновременно взрывааемых скважинных зарядов ВВ, можно утверждать, что величина разубоживания руды в основном будет предопределяться сейсмическим воздействием взрыва [1, 2, 3, 4, 5].

Поэтому вопросы изыскания более гибких методов предварительного прогнозирования возможных зон обру-

Буровзрывные работы

шения вмещающих пород при отбойке маломощных рудных залежей являются актуальными и дают возможность эффективно управлять энергией взрыва по всей длине скважины и снизить степень разубоживания руды.

Методы исследования

В настоящее время не существует расчетного метода, позволяющего хотя бы приближенно получить форму поверхности разрушения, отрыва рудной залежи от массива, однако для практических целей оказывается в большинстве случаев достаточным оценить наибольшую глубину разрушения, так называемую мощность отрыва.

Мощность отрыва является в итоге основным параметром, определяющим степень обрушения вмещающих пород при отбойке рудного тела малой мощности и, следовательно, степень сейсмического воздействия на нее того или иного взрыва. Как показывают результаты обзора наиболее типичных случаев обрушения вмещающих пород действием взрыва, интенсивность разрушения может быть самой разнообразной – от весьма незначительных, слабо видимых разрушений до полного пробоя целиков, обрушения потолочин и завала подготовительных выработок. Таким образом, с практической точки зрения необходимо и в большинстве случаев достаточно знать мощность отрыва для того, чтобы в дальнейшем можно было оценить устойчивость рассматриваемого массива.

На основе теории разрушения твердых тел можно установить, что отбиваемое рудное тело отделяется от массива по контуру в результате действия напряжений сдвига в условиях сжимающих усилий. Кроме того, отрыв слоя руды при взрыве скважин сопровождается появлением составляющей динамического усилия. Это усилие направляется в сторону массива вмещающих пород и вызывает в массиве растягивающие напряжения. Обусловленные ударной взрывной волной и действующие по нормали к стенке камеры сжимающие напряжения приводят к разрушению вмещающих пород [6, 7, 8].

Тогда, относительную мощность отрыва можно выразить в следующем виде:

$$\delta = 0,01[\sigma(1 - \tau)]^{-1,2}, \text{ МПа}, \quad (1)$$

где σ – отношение прочности данной горной породы на разрыв к удвоенной максимальной амплитуде волны напряжений, МПа;

τ – относительное время нарастания напряжений.

Усилие, действующее на 1 м² поверхности отбиваемого слоя, можно найти из соотношения:

$$E = \frac{mV}{t}, \text{ Н}, \quad (2)$$

где m – масса отбиваемого слоя, обычно принимается относительно величины ЛНС, т/м;

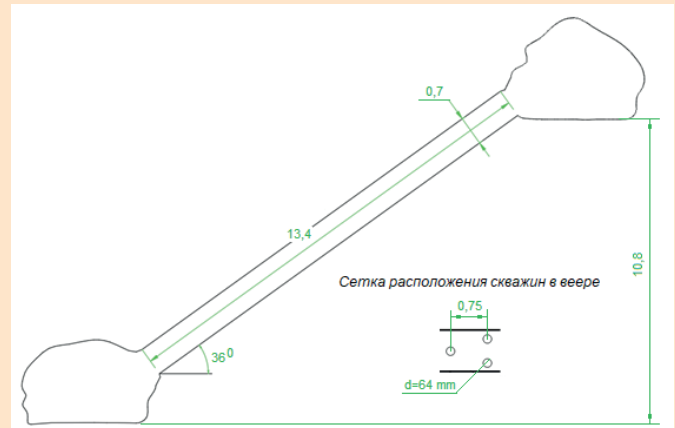
V – начальная скорость отрыва руды, м/с;

t – время между моментом взрыва и началом отрыва слоя, с.

На основе проведенных исследований было установлено, что основанное на указанное выше теории отрыва рудного слоя и рейтинговой классификации массива, со-

здание численной модели параметров сейсмических волн напряжений в пространства при взрыве групп скважинных зарядов дает возможность предварительно прогнозировать возможные зоны обрушения массива вмещающих пород при отбойке маломощных рудных залежей.

В связи с этим, для апробации данной методики была разработана пространственная модель сейсмического воздействия взрыва [9, 10] на сильнотрещиноватый нарушенный массив жилы «Пологая» Акбакайского месторождения, горизонт 590, между поэтажными штреками 18-19 с помощью программного продукта Rocscience RS2 (рис. 1).



**Рис. 1. Исходная геометрия исследуемого объекта.
Сурет 1. Зерттелетін нысанның геометриясы.
Figure 1. The initial geometry of the object under study.**

В процессе создания численной модели, исходя из паспортных параметров БВР (веер №57, жила «Пологая»), была рассчитана сила воздействия взрыва, применяемого ВВ в пределах одного веера, конструкции и расположения заряда в скважинах.

Результаты

Результаты исследования показали, что в трещиноватых нарушенных массивах при применении промышленных ВВ на основе аммиачной селитры, выделяющих при взрыве газов в среднем 800-900 л/кг, вес заряда (или обратная ему величина) оказывается достаточно важным параметром, находящимся в корреляционной связи со многими величинами, характеризующими интенсивность обрушения массива волнами напряжений. Как указывалось выше, разброс точек, характеризующих зависимость суммарной мощности отрыва рудного слоя от высоты камеры, в значительной степени объясняется различием в массах взрываемых зарядов и расстоянии от зарядов до свободной поверхности. На основе этой теории была достигнута симуляция эффекта взрыва на модели, которая указана двумя равнозначными, но разнонаправленными модулями распределения нагрузки (рис. 2).

Дифференцированное распределение энергии взрыва обеспечивается величиной заряда, плотностью заряжения и конструкцией заряда. Тогда, численная модель сейсмического воздействия взрыва на массив при отработке жилы «Пологая» показывает следующие модули напряжения (рис. 3, 4, 5, 6, 7).

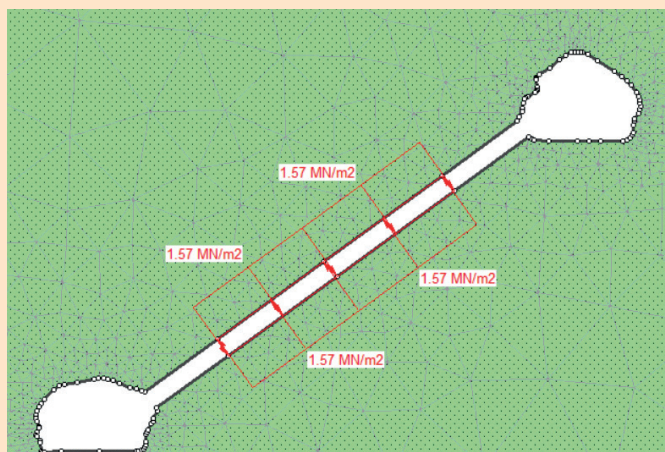


Рис. 2. Модули распределения нагрузки относительно величины силы взрыва.

Сурет 2. Жарылыс күшіне байланысты жүктемелердің бөліну модулі.

Figure 2. Load distribution modules relative to the size of the explosion force.

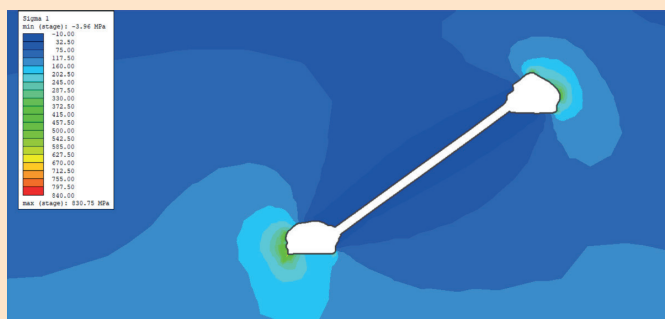


Рис. 3. Модули главных напряжений (ось X).

Сурет 3. Бас кернеулер модулі (X осі).

Figure 3. Modules of principal stresses (X-axis).

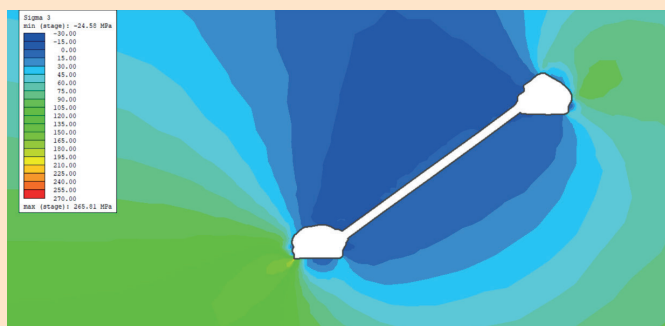


Рис. 4. Модули главных напряжений (ось Y).

Сурет 4. Бас кернеулер модулі (Y осі).

Figure 4. Modules of principal stresses (Y-axis).

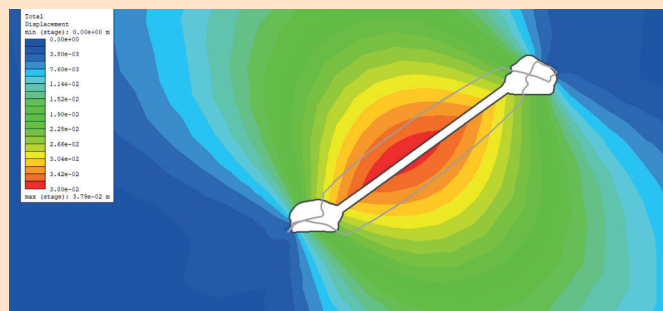


Рис. 5. Прогнозируемый конечный контур камеры (линия серого цвета).

Сурет 5. Камераның болжамды жиегі (сұр түсті сызықпен белгіленген).

Figure 5. Predicted final camera outline (gray line).

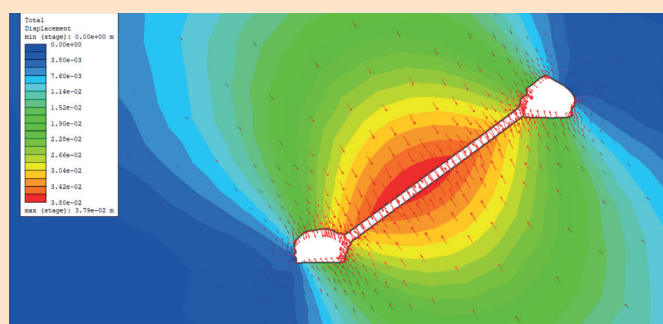


Рис. 6. Векторы распространения перемещений впоследствии взрыва.

Сурет 6. Жарылыс нәтижесінен болатын өзгерістің таралу бағыты.

Figure 6. Displacement propagation vectors after the explosion.

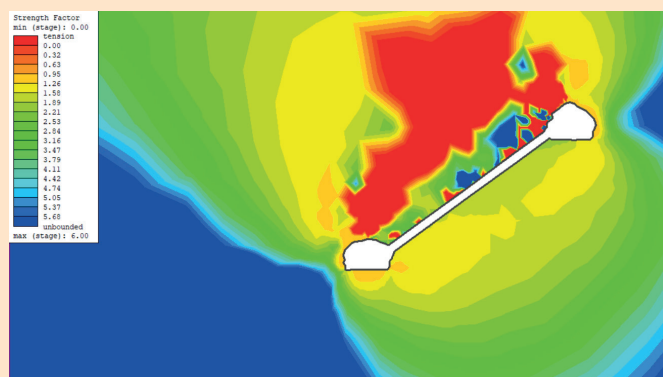


Рис. 7. Прогнозируемая зона обрушения вмещающих пород впоследствии взрыва.

Сурет 7. Жарылыс нәтижесінен мүмкін болатын болжамды опырылым аймағы.

Figure 7. The predicted zone of collapse of host rocks in the aftermath of the explosion.

Буровзрывные работы

По результатам выполненной численной модели сейсмического воздействия взрыва на массив при отработке жилы «Пологая» установлено, что обрушение массива будет происходить по непрочным контактам между слоями, по трещинам и по породным прослоям низкой прочности. Обрушения в основном будут иметь форму плиты с параллельными или близкими к параллельным основаниями. Глубина распространения обрушений колеблется в пределах 1 м и не захватывает вышележащие породы, если мощность слабоустойчивых пород не превышает указанной величины. При наличии мощных зон ослабленных пород и крупных тектонических трещин, проходящих по ослабленным породам, обрушение может распространиться на всю высоту залегания этих пород и по всей площади обнажения. В этом случае взрывы вызывают колебания в общей массе неустойчивых пород и вызывают их внезапное обрушение.

Обсуждение результатов

Таким образом, даже в трещиноватых слабоустойчивых породах непосредственное действие взрывов на кровлю камеры имеет характер, трудно отличимый от процессов проявления горного давления. Учитывая, что максимальное сейсмическое действие взрывов распространяется на глубину 1 м и мощность обрушения кровли в монолитных породах не превышает 3 м, для снижения степени разубоживания, за счет обрушения слабоустойчивых пород кровли при отработке маломощных рудных залежей необходимо проектировать массу заряда ВВ в группе исходя из условия одновременного взрывания всех зарядов в одной ступени замедления и отсутствия наложения по времени срабатывания детонаторов разных серий замедления.

Наиболее опасными для пород кровли камеры являются напряжения, действующие по нормали к ее поверхности. Это направление в большинстве случаев совпадает

с нормалью к контактам слабых прослоек с монолитными породами. Поэтому вопрос об интерференции колебаний от взрыва зарядов разных серий должен решаться в каждом конкретном случае с учетом применяемых для взрывания типа ВВ, детонаторов, параметров буровзрывных работ и степени опасности взрывов.

Заключение

На основании изложенных выше результатов исследования следует, что в большинстве случаев параметры буровзрывных работ, обеспечивающие эффективную отбойку и дробление полезного ископаемого, оказываются неудовлетворительными с точки зрения сейсмического эффекта и разрушительного их воздействия на массив вмещающих пород. Предложенный численный метод предварительного прогнозирования возможных зон обрушения вмещающих пород при отбойке маломощных рудных залежей дает возможность заранее определить оптимальные параметры взрыва с учетом энергетических свойств распределение энергии взрыва во взрываемом блоке.

Кроме того, предварительное прогнозирование возможных зон обрушения вмещающих пород дает прогноз сверхнормативных показателей разубоживания, возникающих из-за возможных обрушений кровли камер и на основе этого предварительно принимать меры по их устранению.

Благодарности

Статья опубликована по результатам научно-исследовательских работ, выполняемых в рамках проекта ИРН АР14871266 «Разработка инновационных методов эффективной и безопасной подземной разработки маломощных наклонных рудных залежей», при грантовом финансировании Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhratov B., Amanzholov D. Исследование влияния элементов залегания маломощного рудного тела и параметров камер на величину потерь и разубоживания. // Разработка месторождений полезных ископаемых. – 2022. – №16(4). – С. 56-64 (на английском языке)
2. Сердалиев Е.Т., Искаков Е.Е., Бахрамов Б.А., Аманжолов Д.Б. Обоснование параметров крепления кровли камер отрабатываемых маломощных залежей канатными анкерами. // Горный журнал Казахстана. – 2023. – №1. – С. 48-52 (на русском языке)
3. Бегалинов А.Б., Сердалиев Е.Т., Искаков Е.Е. Совершенствование отработки золотосодержащих руд Акбакайского рудного поля. // Горный журнал Казахстана. – 2012. – №12. – С. 4-7 (на русском языке)
4. Назарчик А.Ф., Олейников В.А., Богданов Г.И. Разработка жильных месторождений. – М.: Наука, 1977. – С. 189 (на русском языке)
5. Рафиенко Д.И., Назарчик А.Ф., Галченко Ю.П., Мамсуров А.М. Совершенствование разработки жильных месторождений. – М.: Наука, 1986. – С. 216 (на русском языке)
6. Кузьменко А.А., Воробьев В.Д., Денисюк И.И., Дауетас А.А. Сейсмическое действие взрыва в горных породах. – М.: Недра, 1990. – С. 173 (на русском языке)
7. Ракишев Б.Р. Энергоемкость механического разрушения горных пород. – Алматы: Баспагер, 1998. – С. 210 (на русском языке)
8. Ханукаев А.Н. Физические процессы при отбойке горных пород взрывом. – М.: Недра, 1974. – С. 222 (на русском языке)
9. Ekin Güngör, Sedat Esen, etc. Методы взрывных работ для контроля массива на золотом руднике Кыслаг. // 43-я ежегодная конференция по взрывчатым веществам и технике взрывных работ. – 2017. – С. 1-10 (на английском языке)

10. Battison R., Esen S., Duggan R., Henley K., Dare-Bryan P. Сокращение потери на золотом руднике Barrick Coal. // 11-й Международный симпозиум по разрушению горных пород с помощью взрывных работ. – Сидней, НЮУ, 24-26 августа 2015. – С. 1-9 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhramov B., Amanzholov D. Кеннің жоғалымы мен құнарсыздану шамасына жұқа кен шоғырларының орналасу элементтері мен камера параметрлерінің әсерін зерттеу. // Пайдалы қазбалы кенорындарын игеру. – 2022. – №16 (4). – Б. 56-64 (ағылшын тілінде)
2. Сердалиев Е.Т., Искаков Е.Е., Бахрамов Б.А., Аманжолов Д.Б. Жұқа кен шоғырларын игеру кезіндегі камера төбесін арқанды анкерлермен бекіту параметрлерін негіздеу. // Қазақстанның кен журналы. – 2023. – №1. – Б. 48-52 (орыс тілінде)
3. Бегалинов А.Б., Сердалиев Е.Т., Искаков Е.Е. т.б. Ақбақай кенорнының алтын кендерін игеруді жақсарту. // Қазақстанның кен журналы. – 2012. – №12. – Б. 4-7 (орыс тілінде)
4. Назарчик А.Ф., Олейников В.А., Богданов Г.И. Желілі кенорындарын игеру. – М.: Ғылым, 1977. – Б. 189 (орыс тілінде)
5. Рафиенко Д.И., Назарчик А.Ф., Галченко Ю.П., Мамсуров А.М. Желілі кенорындарын игеруді жақсарту. – М.: Ғылым, 1986. – Б. 216 (орыс тілінде)
6. Кузьменко А.А., Воробьев В.Д., Денисюк И.И., Дауетас А.А. Таужыныстарындағы жарылыстың сейсмикалық әсері. – М.: Кеуде, 1990. – Б. 173 (орыс тілінде)
7. Ракишев Б.Р. Таужыныстарын механикалық қопарудың қуат сиымдылығы. – Алматы: Баспагер, 1998. – Б. 210 (орыс тілінде)
8. Ханукаев А.Н. Таужыныстарын жарылыспен қопару кезіндегі физикалық процестер. – М.: Кеуде, 1974. – Б. 222 (орыс тілінде)
9. Ekin Güngör, Sedat Esen, etc. Кыслаг алтын кенішіндегі массивті бақылау үшін жарылыс жұмыстарын орындау әдістері. // Жарылғыш заттар мен жарылыс жұмыстарының техникасы бойынша жылсайынғы 43-ші конференция. – 2017. – Б. 1-10 (ағылшын тілінде)
10. Battison R., Esen S., Duggan R., Henley K., Dare-Bryan P. Barrick Coal алтын кенішінде жоғалымды төмендету. // Жарылыспен таужыныстарын қопару бойынша 11-ші халықаралық симпозиум. – Сидней, ЖОУ, 24-26 тамыз 2015. – Б. 1-9 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhramov B., Amanzholov D. Research into the influence of the thin ore body occurrence elements and stope parameters on loss and dilution values. // Mining of Mineral Deposits. – 2022. – №16(4). – P. 56-64 (in English)
2. Serdaliyev Y., Iskakov Y., Bakhramov B., Amanzholov D. Obosnovaniye parametrov krepleniya krovli kamer otrabatyvayemykh malomoshchnykh zalezhey kanatnymi ankerami [Justification of fastening parameters of the roof of the chambers of mined thin deposits with rope anchors]. // Gornyy zhurnal Kazakhstana = Mining Journal of Kazakhstan. – 2023. – №1. – P. 48-52 (in Russian)
3. Begalinov A.B., Serdaliyev Y.T., Iskakov Y.Y. etc. Sovershenstvovaniye otrabotki zolotosoderzhashchikh rud Akbakayskogo rudnogo polya [Improvement of mining of gold-bearing ores of the Akbakay ore field]. // Gornyy zhurnal Kazakhstana = Mining Journal of Kazakhstan. – 2012. – №12. – P. 4-7 (in Russian)
4. Nazarchik A.F., Oleinikov V.A., Bogdanov G.I. Razrabotka zhilykh mestrozhdeniy [Development of vein deposits]. // М.: Nauka = М.: Science. – 1977. – P. 189 (in Russian)
5. Rafienko D.I., Nazarchik A.F., Galchenko Y.P., Mamsurov A.M. Sovershenstvovaniye razrabotki zhilykh mestrozhdeniy [Improving the development of vein deposits]. // М.: Nauka = М.: Science. – 1986. – P. 216 (in Russian)
6. Kuzmenko A.A., Vorobyov V.D., Denisyuk I.I., Dauetas A.A. Seismicheskoye deystviye vzryva v gornykh porodakh [Seismic action of an explosion in rocks]. // М.: Nedra = М.: Bowels. – 1990. – P. 173 (in Russian)
7. Rakishev B.R. Energoyemkost' mekhanicheskogo razrusheniya gornykh porod [Energy intensity of mechanical destruction of rocks]. // – Алматы: Baspager, 1998. – P. 210 (in Russian)
8. Khanukaev A.N. Fizicheskiye protsessy proiskhodyat pri otboyye gornykh porod vzryvom [Physical processes during rock breaking by explosion]. // М.: Nedra = М.: Bowels. – 1974. – P. 222 (in Russian)
9. Ekin Güngör, Sedat Esen etc. Wall control blasting practices at Kisladag gold mine. // Conference: 43rd Annual Conference on Explosives & Blasting Technique. – 2017. – P. 1-10 (in English)
10. Battison R., Esen S., Duggan R., Henley K., Dare-Bryan P. Reducing crest loss at barrick cowl gold mine. // 11th International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting. – Sydney, NSW, 24-26 august 2015. – P. 1-9 (in English)

Буровзрывные работы

Сведения об авторах:

Сердалиев Е.Т., канд. техн. наук, доцент, ассоциированный профессор кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), 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; <https://orcid.org/0000-0001-5269-9018>

Бахрамов Б.А., магистр технических наук, Технический директор Акционерного общества «AltynEx company» (г. Алматы, Казахстан), bagdat.bakratov@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8822-6941>

Аманжолов Д.Б., PhD, старший преподаватель кафедры «Промышленное гражданское и транспортное строительство» Факультета инженерии Toraighyrov University (г. Павлодар, Казахстан), amanzholovdikhan@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5666-9649>

Авторлар туралы мәліметтер:

Сердалиев Е.Т., техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы тау-кен металлургия институты, «Тау-кен ісі» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

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

Бахрамов Б.А., техника және технология магистрі, «AltynEx company» Акционерлік қоғамының техникалық директоры (Алматы қ., Қазақстан)

Аманжолов Д.Б., PhD, Toraighyrov University, Инженерия факультетінің «Өнеркәсіптік, азаматтық және көлік құрылысы» кафедрасының аға оқытушысы (Павлодар қ., Қазақстан)

Information about the authors:

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

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

Bakhratov B.A. master of technical science, Technical Director of JSC «AltynEx company» (Almaty, Kazakhstan)

Amanzholov D.B. PhD, Senior lecturer of the department «Industrial, Civil and Transport Construction» of the Faculty of Engineering of the Toraighyrov University (Pavlodar, Kazakhstan)



**INTERNATIONAL
METALLURGICAL
SUMMIT** **KAZAKHSTAN**

METALS AND ALLOYS

15 НОЯБРЯ | АЛМАТЫ | КАЗАХСТАН

www.metalsummit.kz

Код МРНТИ 38.59.01

*Б.К. Маулетбекова, Б.З. Калиев, Т.Д. Карманов, Ж.К. Татаева
Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

РЕАГЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ

Аннотация. Разработка установки для утилизации отработанного бурового раствора на месторождениях урана с использованием флокулянтов является важной задачей, поскольку отработанный буровой раствор содержит различные загрязнители, включая тяжелые металлы и радиоактивные элементы, которые могут нанести вред окружающей среде. Использование флокулянтов в данном процессе позволяет улучшить эффективность утилизации, так как они способны удалять твердые частицы и другие загрязнители из бурового раствора, что позволяет снизить его токсичность и уменьшить объем отходов, выделяемых на поверхность. Разработка установки для утилизации отработанного бурового раствора должна включать несколько этапов, таких как выбор подходящих флокулянтов и определение их оптимальной дозировки, разработка процесса обезвоживания и выделения твердых отходов, а также выбор соответствующего оборудования и технологий для проведения процесса.

Ключевые слова: отработанный буровой раствор, буровой шлам, флокуляция, утилизация, шламонакопитель, подземное скважинное выщелачивание.

Реагенттік технология және пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жаратуға арналған құрылғы

Андатпа. Флокулянттарды пайдалана отырып, уран кен орындарында пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату қондырғысын әзірлеу маңызды міндет болып табылады, өйткені пайдаланылған бұрғылау ерітіндісінің құрамы қоршаған ортаға зиян келтіруі мүмкін ауыр металдар мен радиоактивті элементтерді қоса алғанда, әртүрлі ластанушы заттарды қамтуы мүмкін. Бұл процесте флокулянттарды қолдану кәдеге жарату тиімділігін жақсартуға мүмкіндік береді, өйткені олар бұрғылау ерітіндісінен қатты заттар мен басқа ластанушы заттарды кетіруге қабілетті, бұл оның уыттылығын төмендетуге және жер бетіне шығарылатын қалдықтардың көлемін азайтуға мүмкіндік береді. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату қондырғысын әзірлеу қолайлы флокулянттарды таңдау және олардың оңтайлы мөлшерлемесін анықтау, сусыздандыру және қатты қалдықтарды шығару процесін әзірлеу және процесті жүргізу үшін тиісті жабдықтар мен технологияларды таңдау сияқты бірнеше қадамдарды қамтуы керек.

Түйінді сөздер: пайдаланылған бұрғылау ерітіндісі, бұрғылау шламы, флокуляция, кәдеге жарату, шлам жинағышы, жерасты ұңғымаларын шаймалау.

Reagent technology and device for disposal of spent drilling fluids

Abstract. The development of an installation for the disposal of spent drilling mud in uranium deposits using flocculants is an important task, since the spent drilling mud contains various pollutants, including heavy metals and radioactive elements that can harm the environment. The use of flocculants in this process makes it possible to improve the efficiency of disposal, since they are able to remove solid particles and other pollutants from the drilling mud, which reduces its toxicity and reduces the amount of waste released to the surface. The development of an installation for the disposal of spent drilling mud should include several stages, such as the selection of suitable flocculants and the determination of their optimal dosage, the development of a process for dewatering and solid waste separation, as well as the selection of appropriate equipment and technologies for the process.

Key words: spent drilling mud, drilling mud, flocculation, disposal, sludge accumulator, underground borehole leaching.

Введение

На сегодняшний день накопление и захоронение отработанных нерадиоактивных буровых растворов осуществляется в шламонакопителях, сооружаемых и эксплуатируемых действующими месторождениями. Согласно законодательству РК в области экологии, захоронение отработанных буровых растворов в шламонакопителях жестко ограничено, соответственно, срок до утилизации или переработки их составляет не более 12 месяцев. К тому же, в соответствии с принципом иерархии, разрабатываемые в компаниях программы управления отходами должны содержать сведения об объеме и составе образуемых отходов, способах их накопления, сбора, транспортировки, обезвреживания, восстановления и удаления, а также описание предлагаемых мер по сокращению образования отходов, увеличению доли их повторного использования, переработки и утилизации [1].

Значительное содержание глинистой массы в составе буровых шламов существенно замедляет ее высыхание и делает практически невозможным повторное использование шламов в течение допустимого срока накопления. Значительные ежегодные объемы буровых шламов (порядка 30 тыс. тонн), а также отсутствие на рынке готовых решений по переработке отработанных буровых шламов формируют для промышленности значительный риск возникновения дополнительных затрат на утилизацию буровых шламов, либо наложения штрафов

от уполномоченных государственных органов в области экологии.

Избежание дополнительных затрат возможно лишь с помощью разработки адаптированной техники и технологии экологичной переработки буровых шламов, с реализацией полного повторного использования продуктов переработки [2].

Материалы и методы

Существует ряд схожих методик по утилизации отработанных буровых растворов.

Известен способ ликвидации отработанного бурового раствора на водной основе (Авторское свидетельство SU 1677052 от 15.09.91 г.). Этот метод ликвидации отработанного бурового раствора на водной основе включает введение флокулянта в отработанный буровой раствор, что приводит к образованию твердой фазы и жидкой фазы. Целью является упрощение технологии утилизации твердой фазы за счет повышения степени обезвоживания в отделенную твердую фазу.

Последовательно вводят жидкое стекло и гидрозольный лигнин для дальнейшего повышения степени обезвоживания твердой фазы. Жидкое стекло является вязкой жидкостью, получаемой путем плавления кремнезема и щелочей при высоких температурах. Оно используется как связующее в различных промышленных процессах и имеет высокую адгезию и устойчивость к воде [3].

Гидролизный лигнин является природным полимером, получаемым при гидролизе древесины. Он широко используется в различных промышленных процессах в качестве связующего и стабилизирующего агента благодаря своим уникальным физическим и химическим свойствам.

Использование жидкого стекла и гидролизного лигнина помогает повысить эффективность обезвоживания твердой фазы и упростить технологию ее последующей утилизации.

Недостатком данного способа является двухступенчатая последовательность технологического процесса, что приводит к усложнению и удорожанию утилизации отработанного бурового раствора.

Аналогом предлагаемого метода является способ утилизации отработанного бурового раствора (Патент РФ №2229494 от 27.05.2004 г.), который является распространенным и используется для очистки буровых растворов от различных загрязнений, таких как глины, песок, нефть, металлические частицы и т.д. [4, 5].

В данном случае используется реагент ФЛОК-С, который является органоминеральной комбинацией состава, содержащей окись кальция, полигликоль, олигосахарид и моносахариды. Окись кальция является основным компонентом реагента, который обладает коагулирующим действием и способствует сжатию твердых частиц бурового раствора в более плотные осадки.

Полигликоль и сахараиды, в свою очередь, выполняют роль флокулянтов, способствуя образованию более крупных частиц и ускоряя отделение твердой фазы в центрифуге.

После обработки раствора реагентом ФЛОК-С, буровой раствор подвергается центрифугированию, где он разделяется на жидкую и твердую фазы. Жидкая фаза может быть использована повторно в буровом процессе, а твердая фаза обычно направляется на дальнейшую утилизацию или захоронение.

Недостатком данного способа является сложный состав реагента и усложнение технологического процесса, связанный с обработкой в центрифуге, где после обработки разделенную твердую фазу бурового раствора очень затруднительно извлекать.

Установка для обработки отходов бурения (Патент RU 2 047 728) также является одним из способов утилизации буровых растворов. Данное устройство представляет собой установку для обработки отходов бурения, которая включает узел обработки буровых сточных вод, емкости растворов коагулянта и флокулянта, насосы и нагнетательные трубопроводы. Она также снабжена узлом обработки осадка БСВ и отработанного бурового раствора с дополнительным нагнетательным трубопроводом и емкостью растворения реагентов [6].

Согласно описанию патента, емкости растворов коагулянта и флокулянта размещены на шасси автомобильного средства. Это означает, что установка может быть перемещена на место работы с помощью транспортного средства, что является ее преимуществом перед стационарными установками.

Однако, с точки зрения конструкции и принципа работы, данное устройство для обработки отходов бурения не

является наиболее близким аналогом, так как его узел обработки буровых сточных вод, емкости растворов и насосы работают в единой системе, в то время как устройство, описываемое в вопросе, имеет отдельный узел обработки осадка БСВ и отработанного бурового раствора, с дополнительным нагнетательным трубопроводом и емкостью растворения реагентов [7].

Таким образом, хотя устройство из патента имеет свои преимущества, включая возможность перемещения и мобильности, оно не является наиболее близким аналогом по конструкции для описываемого устройства для обработки отходов бурения.

Предлагаемая технология для утилизации отработанного бурового раствора, накапливаемого при строительстве технологических скважин для подземного выщелачивания урановой руды, основывается на процессе разделения воды и отдельно гущи (глина, шлам) от смеси отработанного бурового раствора (ОБР) непосредственно на месте проведения буровых работ, и повторном использовании продуктов отделения для технических нужд, а также улучшении экологического климата региона, сокращении транспортных расходов, уменьшении численности людских ресурсов для обслуживания перевозок.

Также для реализации предлагаемой технологии разработана конструкция установки для утилизации отработанного бурового раствора. Установка – это комплекс оборудования, предназначенный для обезвреживания и очистки отработанного бурового раствора, который образуется при бурении скважин на месторождениях урана. Особенностью разработанной установки является использование флокулянтов, которое позволит ускорить процесс флокуляции и осаждения взвешенных частиц в растворе.

Разработанная технология утилизации отработанного бурового раствора и установка для ее реализации осуществляют процесс обработки отработанного бурового раствора с помощью коагулянта и флокулянта для разделения твердых частиц от жидкой фазы. Опишем процесс флокуляции с помощью действия коагулянтов и флокулянтов в установке. Сначала отработанный буровой раствор подается через дозатор реагентов в диспергатор, где происходит размешивание и обработка раствора с помощью коагулянта и флокулянта. Коагулянт помогает сгруппировать мельчайшие частицы в более крупные, облегчая тем самым процесс их дальнейшей фильтрации, а флокулянт помогает свести вместе образовавшиеся крупные частицы в более крупные группы, что дает возможность легко отделить твердые фракции от жидкости. Затем смесь направляется в емкость для отстоя твердых фракций смеси, где они оседают на дно и могут быть удалены. Жидкая фаза может быть выведена из системы и использована повторно [8, 9].

Результаты

В статье приводятся сведения по разработке технологии и техники для ее реализации, таким образом: в данной технологии применяется разработанный реагент Суперфлок-М неионогенного типа и жидкое стекло в определенных пропорциях. Эти реагенты помогают ускорить

и улучшить процесс отделения твердых частиц от жидкой фазы и обеспечить более эффективное разделение отработанного бурового раствора на две фазы: твердую и жидкую.

Создана установка, которая будет осуществлять очистку и утилизацию отработанного бурового раствора. Технологическая схема установки для утилизации отработанного бурового раствора представлена на рисунке 1, где 1 – зумф; 2 – хренок; 3 – всасывающая линия, 3 – шламовый насос, 5 – нагнетательная линия; 6 – дозатор; 7 – диспергатор; 8 – емкость для отстоя твердых фракций смеси; 9 – шиберная задвижка; 10 – салазка; 11 – рабочая лестница; 12 – водометный насос [10].

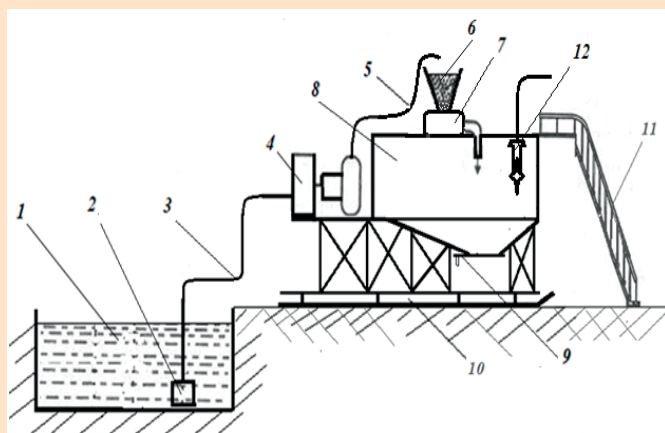


Рис. 1. Технологическая схема установки по разделению отработанного бурового раствора на жидкую и твердую фазу.

Сурет 1. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін сұйық және қатты фазаларға бөлуге арналған қондырғының технологиялық схемасы.

Figure 1. Technological scheme of the installation for separation of spent drilling mud into liquid and solid phases.

Способ осуществляется следующим образом: из зумфа 1 через хренок 2, через всасывающую линию 3 шламовым насосом 4, через нагнетательную линию 5 отработанный буровой раствор закачивается в дозатор 6, далее в диспергатор 7, где происходит его обработка коагулянт и флокулянт. Оптимальная концентрация коагулянта и флокулянта из дозатора 6 в виде раствора и отработанный буровой раствор потоком с помощью шламового насоса 3 закачивается в диспергатор 7, где подвергается интенсивному турбулентному движению регулируемой оптимальной гидродинамической скоростью. Диспергатор 7 выполняется в форме трубы, одна сторона которого больше другой, внутри которой установлено множество последовательно расположенных подвижных перемешивающих элементов, которые независимо вращаются на осях, проходящих перпендикулярно к большей стенке трубы, что позволяет обеспечить на каждом участке трубы одинаковые значения скорости сдвига и создает возможность оперативно изменять режим обработки суспензии вдоль трубы за счет взаимозависимого регулирования скорости вращения перемешивающих элементов. После диспергатора

обработанная реагентами масса сливается в емкость для отстоя твердых фракций смеси 8. В емкости 8 оптимальная концентрация коагулянта и флокулянта в виде раствора и отработанный буровой раствор интенсивно перемешивается с оптимальным градиентом скорости 1500 с^{-1} и на выходе из устройства в течение 10-12 сек. суспензия бурового раствора осаждается и содержание твердого в сливе составляет менее 25 мг/л. При оптимальной дозе флокулянта суспензия бурового раствора осаждается в течение 30 минут и при этом содержание твердого в сливе составляет 300-700 мг/л. В результате молекулы коагулянта и макромолекулы флокулянта равномерно адсорбируются на поверхности шламовых частиц бурового раствора, что приводит к эффективному разделению на жидкую и твердую фазы за короткий промежуток времени. В результате происходит мгновенное разделение на две фазы: твердую (глина, песок и горные породы) и жидкую (вода от бурового раствора).

Далее, образовавшаяся на поверхности вода откачивается водометным насосом 12 для дальнейшего использования, отстоявшаяся густая масса вываливается через шиберную задвижку 9 в кучу. Вся установка монтируется на салазках рамной конструкции 10. Обслуживание насосных установок, расположенных наверху, производится с помощью рабочей лестницы 11, а разделенная вода откачивается с помощью малогабаритного водяного насоса 12.

Предлагаемый способ позволяет выделять из исходного раствора до 70% жидкой фазы и получать осадок с влажностью 30-35%.

При разработке устройства для утилизации отработанного бурового раствора необходимо учитывать требования экологической безопасности и эффективности процесса. Также следует учесть особенности геологических условий и химического состава отработанного раствора в конкретной местности.

В итоге разработка технологии и техники для утилизации отработанного бурового раствора может значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду и повысить эффективность процесса подземного выщелачивания урановых руд [11].

Выводы

Целью разработки являлась разработка эффективного способа разделения отработанных буровых растворов на жидкую и твердую фазы, а также специального устройства для его реализации, которые позволят уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и снизить затраты на его транспортировку. При этом продукты разделения можно использовать повторно в качестве ценных компонентов при производстве буровых работ.

Разработанный комплекс технологии и техники для утилизации отработанного бурового раствора является важным инновационным решением для бурения скважин при подземном скважинном выщелачивании урановых руд.

Уникальность предлагаемой полезной модели заключается в использовании в качестве коагулянта и флокулянта специальных реагентов неионогенного типа, которые позволяют выделять из исходного раствора до 70% жидкой фазы и получать осадок с влажностью 30-35 % [12].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Патент №8018. Т.К. Карманов, Н.К. Тусупбаев, Н.С. Асанов, Б.З. Калиев, М.Т. Оралбеков. Способ утилизации отработанного бурового раствора и установка для его реализации. 28.04.2023 г. (на русском языке)
2. Бабаян Э.В., Мойса Н.Ю. Буровые растворы. // Инфра-Инженерия. – Москва, 2019. – С. 332 (на русском языке)
3. Ягафарова Г.Г., Рахматуллин Д.В., Инсапов А.Н., Кузнецова Г.М., Мирсаитов Н.Р. Современные методы утилизации буровых отходов. // *Petroleum engineering*. – 2018. – Т. 16. – №2. – С. 123-129 (на русском языке)
4. Тусупбаев Н.К., Медяник Н.Л., Есенгазиев А.М., Билялова С.М., Ертаев М.А. Интенсификация процессов сгущения и обезвоживания хвостовой пульпы ультрафлокуляционной обработкой. // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. – 2020. – №4. – С. 149-156 (на русском языке)
5. Тусупбаев Н.К., Ержанова Ж.А., Билялова С.М., Тойланбай Г.А. Флокуляция суспензии кварца в присутствии суперфлокулянтов различного заряда. // *Комплексное использование минерального сырья*. – 2018. – №4. – С.17-27 (на русском языке)
6. Аверкина Е.В., Шакирова Э.В., Бутакова Л.А. Влияние реагентов-флокулянтов на параметры глинистых суспензий. // *Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия, Науки о Земле и недропользование*. – 2020. – №43(2). – С. 230-241 (на русском языке)
7. Маулетбекова Б., Калиев Б., Карманов Т. Утилизация отработанных буровых растворов при бурении технологических скважин в АО «НАК «КАЗАТОМПРОМ». // *Промышленность Казахстана*. – 2021. – №1(113). – С. 89-92 (на русском языке)
8. Карманов Т., Калиев Б. Перспективная технология бурения технологических скважин подземного скважинного выщелачивания урана. // *Промышленность Казахстана*. – 2021. – №1(113). – С. 35-38 (на русском языке)
9. Абиболла Ш., Калиев Б., Карманов Т. Состав бурового раствора при бурении технологических скважин в неустойчивых глинистых породах. // *Промышленность Казахстана*. – 2021. – №1(113). – С. 73-75 (на русском языке)
10. Dianjie Sui, Mingwang Zhan, Dianxue Sui, Fulei Zhao. Правила и методы утилизации отработанного бурового раствора. // Опубликовано по лицензии IOP Publishing Ltd. Серия конференций IOP: Науки о Земле и окружающей среде, Том 631, 3-я Международная конференция по загрязнению воздуха и экологической инженерии, 28-29 сентября 2020 г., г. Сиань, Китай (на английском языке)
11. He S.M., Li J.H., Wang J. Исследование технологии утилизации отработанного бурового раствора. // *Прикладная химическая промышленность*. – 2016. – №45. – С. 1792-1794 (на английском языке)
12. Olufemi Adebayo Johnson, Augustine Chioma Affam. Обработка и утилизация нефтешламов. // *Инженерно-экологические исследования*. – 2019. – №24(2). – С. 191-201 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Патент №8018. Т.К. Карманов, Н.К. Тусупбаев, Н.С. Асанов, Б.З. Калиев, М.Т. Оралбеков. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату тәсілі және оны іске асыру үшін орнату, 28.04.2023 ж. (орыс тілінде)
2. Бабаян Э.В., Мойса Н.Ю. Бұрғылау ерітінділері. // Инфра-Инженерия. – Мәскеу, 2019. – Б. 332 (орыс тілінде)
3. Ягафарова Г.Г., Рахматуллин Д.В., Инсапов А.Н., Кузнецова Г.М., Мирсаитов Н.Р. Бұрғылау қалдықтарын кәдеге жаратудың заманауи әдістері. // *Petroleum engineering*. – 2018. – Т. 16. – №2. – Б. 123-129 (орыс тілінде)
4. Тусупбаев Н.К., Медяник Н.Л., Есенгазиев А.М., Билялова С.М., Ертаев М.А. Ультрофлокуляциялық өңдеу арқылы қалдық целлюлозасын қоюландыру және сусыздандыру процестерін күшейту. // *Пайдалы қазбаларды игерудің физика-техникалық мәселелері*. – 2020. – №4. – Б. 149-156 (орыс тілінде)
5. Тусупбаев Н.К., Ержанова Ж.А., Билялова С.М., Тойланбай Г.А. Әр түрлі зарядты супер флокулянттардың қатысуымен кварц суспензиясының флокуляциясы. // *Минералды шикізатты кешенді пайдалану*. – 2018. – №4. – Б. 17-27 (орыс тілінде)
6. Аверкина Е.В., Шакирова Э.В., Бутакова Л.А. Флокулянт реагенттерінің сазды суспензия параметрлеріне әсері. // *Иркутск ұлттық техникалық зерттеу университеті, Иркутск қ., Ресей, Жер туралы ғылымдар және жер қойнауын пайдалану*. – 2020. – №43(2). – Б. 230-241 (орыс тілінде)

7. Маулетбекова Б., Калиев Б., Карманов Т. «Қазатомөнеркәсіп» ҰАК» АҚ-да технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезінде пайдаланылған бұрғылау ерітінділерін кәдеге жарату». // Қазақстан Өнеркәсібі. – 2021. – №1(113). – Б. 89-92 (орыс тілінде)
8. Карманов Т., Калиев Б. Уранды жерасты ұңғымалық шаймалау технологиялық ұңғымаларын бұрғылаудың перспективалық технологиясы. // Қазақстан Өнеркәсібі. – 2021. – №1(113). – Б. 35-38 (орыс тілінде)
9. Абиболла Ш., Калиев Б., Карманов Т. Тұрақсыз сазды жыныстарда технологиялық ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі бұрғылау ерітіндісінің құрамы. // Қазақстан Өнеркәсібі. – 2021. – №1(113). – Б. 73-75 (орыс тілінде)
10. Dianjie Sui, Mingwang Zhan, Dianxue Sui, Fulei Zhao. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату ережелері мен әдістері. // IOP Publishing Ltd лицензиясы бойынша жарияланған IOP конференциялар сериясы: Жер және қоршаған орта туралы ғылым, 631 том, 3-ші халықаралық ауаның ластануы және инженерлік экология конференциясы 28-29 қыркүйек 2020 ж., Сиань қ., Қытай (ағылшын тілінде)
11. He C.M., Li J.H., Wang J. Пайдаланылған бұрғылау ерітіндісін кәдеге жарату технологиясын зерттеу. // Қолданбалы химия өнеркәсібі. – 2016. – №45. – Б. 1792-1794 (ағылшын тілінде)
12. Olufemi Adebayo Johnson, Augustine Chioma Affam. Мұнай қалдығын өңдеу және кәдеге жарату. // Инженерлік-экологиялық зерттеулер. – 2019. – №24(2). – Б. 191-201 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Patent №8018. T.K. Karmanov, N.K. Tusupbaev, N.S. Asanov, B.Z. Kaliev, M.T. Oralbekov. Sposob utilizatsii otrabotannogo burovogo rastvora i ustanovka dlya ego realizatsii. // [Method of disposal of spent drilling mud and installation for its implementation], 28.04.2023 (in Russian)
2. Babayan E.V., Moisa N.Yu. Burovye rastvory [Drilling fluids]. // Infra-Inzheneriya = Infra-Engineering. – Moscow, 2019. – P. 332 (in Russian)
3. Yagafarova G.G., Rakhmatullin D.V., Insapov A.N., Kuznetsova G.M., Mirsaitov N.R. Sovremennye metody utilizatsii burovyykh otkhodov [Modern methods of disposal of drilling waste]. // Neftjanoe mashinostroenie = Petroleum engineering. – 2018. – Vol. 16. – №2. – P. 123-129 (in Russian)
4. Tusupbaev N.K., Medyanik N.L., Esengaziev A.M., Bilyalova S.M., Ertaev M.A. Intensifikatsiya protsessov sgushcheniya i obezvozhivaniya khvostovoi pul'py ul'traflokulyatsionnoi obrabotkoi [Intensification of the processes of thickening and dehydration of tail pulp by ultraflocculation treatment]. // Fiziko-tehnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh = Physical and technical problems of mineral development. – 2020. – №4. – P. 149-156 (in Russian)
5. Tusupbaev N.K., Erzhanova Zh.A., Bilyalova S.M., Toilanbai G.A. Flokulyatsiya suspenzii kvartza v prisutstvii superflokulyantov razlichnogo zaryada [Flocculation of quartz suspension in the presence of superfloculants of various charges]. // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja = Complex use of mineral raw materials. – 2018. – №4. – P.17-27 (in Russian)
6. Averkina E.V., Shakirova E.V., Butakova L.A. Vliyanie reagentov-flokulyantov na parametry glinistykh suspenzii [The effect of flocculant reagents on the parameters of clay suspensions]. // Irkutskij nacional'nyj issledovatel'skij tehnikeskij universitet, g. Irkutsk, Rossiya, Nauki o Zemle i nedropol'zovanie = Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia, Earth Sciences and Subsoil Use. – 2020. – №43(2). – P. 230-241 (in Russian)
7. Mauletbekova B., Kaliev B., Karmanov T. Utilizatsiya otrabotannykh burovyykh rastvorov pri burenii tekhnologicheskikh skvazhin v AO «NAK «KAZATOMPROM» [Utilization of spent drilling fluids during drilling of technological wells in JSC «NAC «KAZATOMPROM»]. // Promyshlennost' Kazahstana = Industry of Kazakhstan. – 2021. – №1(113). – P. 89-92 (in Russian)
8. Karmanov T., Kaliev B. Perspektivnaya tekhnologiya bureniya tekhnologicheskikh skvazhin podzemnogo skvazhinogo vishchelachivaniya urana» [Promising technology of drilling technological wells of underground borehole leaching of uranium]. // Promyshlennost' Kazahstana = Industry of Kazakhstan. – 2021. – №1(113). – P. 35-38 (in Russian)
9. Abibolla Sh., Kaliev B., Karmanov T. Sostav burovogo rastvora pri burenii tekhnologicheskikh skvazhin v neustoichivykh glinistykh porodakh [The composition of drilling mud when drilling technological wells in unstable clay rocks]. // Promyshlennost' Kazahstana = Industry of Kazakhstan. – 2021. – №1(113). – P. 73-75 (in Russian)
10. Dianjie Sui, Mingwang Zhan, Dianxue Sui, Fulei Zhao. Pravila i metody utilizatsii otrabotannogo burovogo rastvora [Regulations and methods for disposal of waste drilling fluid]. // Opublikovano po licenzii IOP Publishing Ltd. Seriya konferencij IOP: Nauki o Zemle i okruzhajushhej srede, Tom 631, 3-ja Mezhdunarodnaja konferencija po zagrijazneniju vozduha i jekologicheskoy inzhenerii, 28-29 sentjabrja 2020 g., g. Sian', Kitaj = Published under licence by IOP Publishing Ltd IOP Conference

Series: Earth and Environmental Science, Volume 631, 3rd International Conference on Air Pollution and Environmental Engineering 28-29 September 2020, Xi'an, China (in English)

11. He C.M., Li J.H., Wang J. *Issledovanie tehnologii utilizacii otrabotannogo burovogo rastvora [Research of Waste Drilling Fluid Disposal Technology]. // Prikladnaja himicheskaja promyshlennost' = Applied Chemical Industry. – 2016. – №45. – P. 1792-1794 (in English)*
12. Olufemi Adebayo Johnson, Augustine Chioma Affam. *Obrabotka i utilizacija nefteshlamov [Petroleum sludge treatment and disposal]. // Inzhenerno-jekologicheskie issledovanija = Environmental Engineering Research. – 2019. – №24(2) – P. 191-201 (in English)*

Сведения об авторах:

Маулетбекова Б.К., докторант, преподаватель кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), b.mauletbekova@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-4229-429X>

Калиев Б.З., к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), b.kaliyev@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-7040-6319>

Карманов Т.Д., к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), t.karmanov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-1463-5392>

Татаева Ж.К., главный менеджер отдела докторантуры, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), z.tatayeva@satbayev.university; <https://orcid.org/0009-0009-2874-1090>

Авторлар туралы мәліметтер:

Маулетбекова Б.К., докторант, «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының оқытушысы, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Калиев Б.З., т.ғ.к., «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Карманов Т.Д., т.ғ.к., «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Татаева Ж.К., докторантура бөлімінің бас менеджері, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Mauletbekova B.K., doctoral student, teacher of department of «Technological machines and transport», Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Kaliyev B.Z., candidate of technical sciences, associate professor of department of «Technological machines and transport», Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Karmanov T.D., candidate of technical sciences, associate professor of department of «Technological machines and transport», Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Tatayeva Zh.K., chief manager of the doctoral studies department, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Код МРНТИ 38.37.19, 38.37.21

*Г.Ж. Досетова¹, Т.В. Кряжева², Р.Х. Миркамалов³, Н.А. Шарипова²¹Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан),²Акционерное общество «Жезказганский университет имени О.А. Байконурова» (г. Жезказган, Казахстан),³Государственное Учреждение «Институт минеральных ресурсов» (г. Ташкент, Узбекистан)

ИНТРУЗИВНЫЕ КОМПЛЕКСЫ НЕОПРОТЕРОЗОЯ УЛЫТАУ-АРГАНАТИНСКОЙ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОЙ ЗОНЫ

Аннотация. В статье освещены результаты полевых исследований докембрийских интрузивных образований Южного Улытау. Актуальность определяется новым подходом рассмотрения минераграфических условий рудоносности сложнопостроенных валлообразных гранитогнейсовых куполов неопротерозоя Улытау-Арганатинской зоны. Эта территория имеет очень сложное геологическое строение с широким возрастным диапазоном, слагающих ее геологических образований. Интрузивные образования этой зоны образуют различные по составу и возрасту интрузивные комплексы, которые совместно с метасоматическими гранитогнейсами и мигматитами генетически сопряжены с развитием гранитогнейсовых куполов. Актасский, Жаункарский и Соуктальский интрузивные комплексы вместе с вулканитами Коксуйской, Майтубинской серий и Карасулейменовской свиты слагают фрагменты позднерифейского окраинно-континентального вулканоплутонического пояса.

Ключевые слова: структурно-формационная зона, интрузивный комплекс, метасоматические гранитогнейсы, лейкограниты, вулканоплутоническая ассоциация, гнейсовидные аплиты, метаморфический фундамент.

Улытау-Арганаты құрылымдық-формациялық аймағының неопротерозойының интрузивті кешендері

Аннотация. Мақалада Оңтүстік Улытаудың кембрийге дейінгі интрузивті құрылымдарының далалық зерттеулерінің нәтижелері көрсетілген. Улытау-Арганаты аймағының неопротерозойының өзектілігі күрделі салынған білік тәрізді гранитогнейс күмбездерінің кенділігінің минераграфиялық жағдайларын қараудың жаңа тәсілімен айқындалады. Бұл аумақ оның геологиялық түзілістерінің жас диапазоны өте күрделі геологиялық құрылымға ие. Бұл аймақтың интрузивтік түзілістері метасоматикалық гранитті-гнейстермен және мигматиттермен бірге гранитті-гнейсті күмбездердің дамуымен генетикалық байланысқан әртүрлі құрамдағы және жастағы интрузивтік кешендерді құрайды. Актас, Жаункар, Сұқтал интрузивтік кешендері Көксу, Майтөбе қатарындағы жанартау жыныстарымен және Карасулейменовск түзілімімен бірге кеш рифейлік континенттік шеткі вулканоплутондық белдеуінің фрагменттерін құрайды.

Түйінді сөздер: құрылымдық-формациялық аймақ, интрузивті кешен, метасоматикалық гранитогнейстер, лейкограниттер, вулканоплутоникалық ассоциация, гнейсoidты аплиттер, метаморфтық негіз.

Intrusive Neoproterozoic complexes of the Ulytau-Arganatsinsky structural-formation zone

Abstract. The article highlights the results of field studies of Precambrian intrusive formations of Southern Ulytau. The relevance is determined by a new approach to the consideration of mineralogical conditions of ore bearing of complex-built shaft-shaped granite-gneiss domes of the Neoproterozoic Ulytau-Arganatsinsky zone. This territory has a very complex geological structure with a wide age range of its geological formations. The intrusive formations of this zone form intrusive complexes of different composition and age, which, together with metasomatic granite-gneisses and migmatites, are genetically associated with the development of granite-gneiss domes. The Aktas, Zhaunkar, and Souktal intrusive complexes, together with volcanic rocks of the Koksui, Maytyubinskaya series, and the Karasuleimenovskaya Formation, compose fragments of the Late Riphean marginal continental volcanoplutonic belt.

Key words: structural-formation zone, intrusive complex, metasomatic granitogneisses, leucogranites, volcanoplutonic association, gneiss-like aplites, metamorphic basement.

Введение

Целью исследований является анализ докембрийских интрузивных комплексов Улытау-Арганатинской зоны. В ходе выполнения исследований при работе над диссертацией на соискание ученой степени PhD по специальности «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» изучены докембрийские интрузивные образования в рамках Улытауского сиалического массива, которые образуют различные по составу и возрасту интрузивные комплексы. Здесь по минеральному составу и времени образования отчетливо выделяются Актасский, Жаункарский, Соуктальский комплексы, комплекс метасоматических гранитогнейсов и мигматитов, которые генетически сопряжены с формированием гранитогнейсовых куполов. Фрагменты Актасского, Жаункарского и Соуктальского интрузивных комплексов, слагающих массивы, совместно с вулканитами Коксуйской, Майтубинской серий и метасоматическими породами Карасулейменовской свиты формируют реликты окраинно-континентального вулканоплутонического пояса позднерифейского возраста [1].

Методика

Систематизация результатов полевых исследований геологического строения зоны и изучение минерации магматических пород.

Научная новизна исследований

Разновидности древних магматических комплексов неопротерозоя (верхнего рифея) залегают среди литостратиграфических толщ и образуют фундамент Улытауского сиалического массива.

В ходе полевых исследований было выявлено, что метаморфно-метасоматические гранитогнейсовые массивы имеют нечеткие контакты с кристаллическими сланцами и микрогранитами бектурганской серии. На основании этого можно предположить, что они завершают собой развитие сложнопостроенных валлообразных куполов гранитогнейсового состава [2, 3].

В западной части Майтубинской подзоны имеет широкое распространение Актасский интрузивный комплекс. Его возраст определен как неопротерозойский *ly Tn a (ly Rf₃ a)*. Впервые он был выделен и изучен И.З. Филлиповичем в 1965 году.

Гранитоиды Актасского интрузивного комплекса прорывают метаморфизованные вулканиты Коксуйской серии, образуя единую вулканоплутоническую ассоциацию, сформировавшуюся в позднем рифее. Экзогенные изменения интрузивов проявлены очень слабо. Они проявились в виде узких зон перекристаллизации вмещающих пород, в которых гранулитовые образования

кварц-полевошпатового состава имеют размер зерен менее 0,1 мм.

Граниты, представляющие породы главной фазы внедрения, сложены мелко- и среднезернистыми лейкогранитами (рис. 1а), из которых отобрано и исследовано 115 проб и изготовлены 25 шлифов (рис. 2). Проведенные петрографические исследования показывают, что они рассланцованы и в разной степени катаклазированы, содержание первичного магматического плагиоклаза незначительно. Содержание кварца в них не превышает 30% и по химическому составу они варьируют от гранита до лейкогранита. Полевой шпат представлен максимальным микропертитом. Содержание постмагматического альбита чаще всего не превышает 9%, и очень редко достигает 20%. Такое высокое содержание характерно для наиболее альбитизированных разностей (рис. 1б).

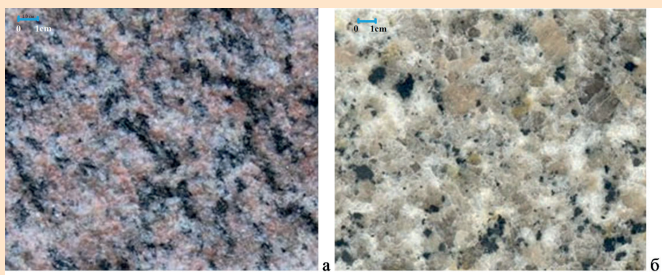


Рис. 1. Лейкограниты Актасского интрузивного комплекса:

а) гранит главной фазы; б) альбитизированный гранит.

Сурет 1. Ақтас интрузивті кешенінің лейкограниттері:
а – негізгі фазалық гранит; б – альбитизацияланған гранит.

Figure 1. Leucogranites of the Aktau intrusive complex:
a – granite of the main phase; b – albitized granite.

Первичные темноцветные минералы не сохранились. Акцессорные минералы представлены ортитом, цирконом и апатитом.

Граниты дополнительной фазы залегают по периферии интрузий, имеют такой же состав, как породы главной фазы внедрения, и характеризуются более мелкозернистой, гетеробластовой, grano- и лепидогранобластовой с участками гранулитовой и перегородчатой. Редко наблюдаются реликты гранитной структуры [1, 4].

Гранитоиды Актасского комплекса относятся к калиевой серии, характеризуются резким преобладанием K_2O над Na_2O , средние содержания которого более чем на 20% выше среднего содержания Na_2O , имеют высокую железистость и пониженные содержания кальция.

Геохронологический возраст гранитов главной интрузивной фазы, определенный по аксессуариям циркона U-Pb методом, соответствует средней части криогениана (позднего рифея) 791 ± 7 млн лет и полностью совпадает с возрастом трахириолитов Коксуйской серии – 797 ± 4 млн лет [2, 3].

Жаункарский интрузивный комплекс $ly Tn \xi$ ($ly Rf_3 \xi$). Породы этого интрузивного комплекса выявлены в центральной части Майтубинской подзоны. Здесь они прослеживаются на протяжении 100 км и слагают цепь массивов площадью 50×100 км² в субмеридиональном на-

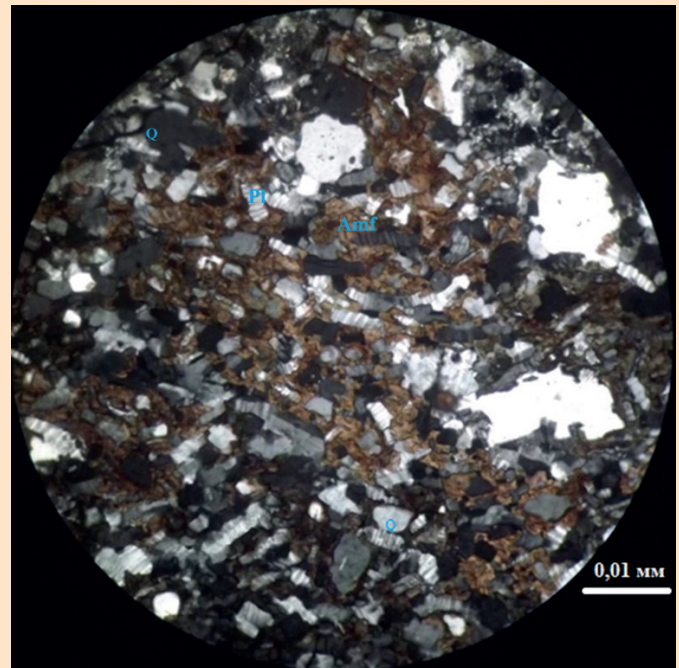


Рис. 2. Лейкогранит Актасского интрузивного комплекса

Николи: параллельные

Q – кварц; Pl – плагиоклаз; Amf – роговая обманка.

Сурет 2. Ақтас интрузивті кешенінің лейкограниті

Николи: параллель

Q-кварц; Pl – плагиоклаз; Amf – мүйізді алдау.

Figure 2. Leucogranite of the aktas intrusive complex
Nicoli: parallel

Q – quartz, Pl – plagioclase Amf – hornblende.

правлении. Рассмотрены породы главной фазы внедрения, которые представлены лейкократовыми гранитами, обладающими крупно- и среднезернистыми структурами, среди которых выделяются участки с порфировидной структурой. Породы интрузий дополнительной фазы внедрения ($\gamma' Tn \xi$) имеют схожий состав, но имеют более мелкозернистую структуру. Мелкозернистые порфировидные граниты формируют, главным образом, дайковые жильные тела, еще реже встречаются дайки метадолеритов.

Полевые исследования пород Жаункарского интрузивного комплекса показали, что они подвержены интенсивному рассланцеванию, которое максимально проявлено в приконтактных частях массивов и зонах влияния крупных продольных разломов. В этих участках они приобретают облик гнейсо-гранитов.

Граниты Жаункарского комплекса прорывают порфириды Майтубинской серии.

Базальные конгломераты кварцитового состава тумурзинской свиты венда с размывом и складчатым несогласием перекрывают гранитные интрузии Жаункарского комплекса [4, 6].

Данные химического состава пород главной фазы указывают, что они соответствуют умеренно щелочным гранитам. Исследования аксессуарий циркона U-Pb методом

дают геохронологический возраст от $803 \pm 2,7$ до 829 ± 10 млн лет [5, 6], исследования П.В. Ермолова и Р.М. Антонова, проведенные в 2012 г. (Третьяков, Дегтярев, 2011) и 841 ± 17 млн лет [2, 6].

Соуктальский интрузивный комплекс $q\gamma Tn s (q\gamma R_3 s)$ прослеживается в западной части Арганатинской подзоны, и формирует Соуктальский и Акжарский массивы. Этот комплекс впервые был выделен Л.И. Филатовой как самостоятельный в 1961 году.

Петрографические исследования показывают, что по составу массивы однородны. Эти интрузивные массивы прорывают кислые вулканы Карасулейменовской свиты тония. В эндоконтакте прослеживается зона орогования. Породы обладают крупно- и среднезернистыми ярко выраженными структурами. Минеральный состав гнейсогранитов преимущественно лейкократовый микроклин-альбитовый, в парагенезисе с которыми встречаются гнейсовидные аплиты (рис. 3), из которых отобрано и исследовано 150 проб.



Рис. 3. Гнейсовидные аплиты Соуктальского массива.
Сурет 3. Гнейс тәрізді аплиттер Соуктал массиві.
Figure 3. Gneiss-like aplites Souktalsky array.

Проведенные наблюдения показывают, что гнейсовидные аплиты среди интрузивов образуют пологие и крутопадающие тела мощностью до 20 м.

Гнейсограниты характеризуются крупнозернистыми и среднезернистыми структурами, разности отличаю-

тся только размерностью породообразующих минералов. Среди прородообразующих минералов преобладают полевые шпаты, содержание которых около 70%, кварц – 40%. Некоторые разности содержат биотит и мусковит в количестве не более 5% [1, 7]. С.С. Чудин в 2002 г. [7] приводит сведения о том, что среднезернистые гнейсограниты имеют рвущие контакты с крупнозернистыми разностями.

Петрографические исследования показывают, что гнейсовидные аплиты имеют гранобластовую структуру с аплитовидной основной тканью (рис. 3). Текстура пород полосчатая, гнейсовидная, реже массивная.

Гнейсовидные аплиты имеют близкий состав со средне- и крупнозернистыми разностями гнейсогранитов. Содержание полевых шпатов в аплитах до 80%, кварца от 20 до 35% и мусковита от 5 до 10%. Следует отметить, что массивные лейкократовые разности аплитов не содержат мусковита.

По данным определения геохронологического возраста гнейсограниты Акжарского массива имеют возраст от $861 \pm 2,7$ до 822 ± 10 млн лет, возраст Соуктальского массива – 940 ± 80 млн лет [7].

Метаморфно-метасоматический комплекс гранито-гнейсов $\gamma\text{-gn Kr} (\gamma\text{-gn Rf}_3)$ в пределах Улытау-Арганатинской СФЗ впервые был описан В.С. Соболевым (1937) при проведении геолого-съёмочных работ, И.З. Филлипович выделила его в качестве самостоятельного комплекса. Породы этого комплекса сформировались в процессе метасоматоза и фельдшпатизации в Майтубинской и Арганатинской подзонах. Они находятся в центральных частях крупных валлообразных гранитогнейсовых куполов, чаще всего имеют овальную форму и постепенные переходы с вмещающими кристаллическими сланцами и микрогнейсами [8, 9, 10].

В Арганатинской подзоне породы метаморфно-метасоматического комплекса слагают Арташинский, Восточно-Акжарский, Кугалинский, Мийкинский и другие массивы; в Майтубинской подзоне – Койтауский, Насымбайский, Северо-Сарысайский, Яконмолинский и другие [10, 11]. Перечисленные массивы гранитогнейсового состава описываемого комплекса являются автохтонными образованиями. Залегают в едином структурном плане со вмещающими породами, на отдельных участках с развитием мигматитов. Контакты между ними проводятся условно и повсеместно сопровождаются зонами интенсивной фельдшпатизации и гранитизации, шириной до нескольких километров, степень интенсивности этих процессов возрастает по направлению к центральным зонам массивов. Полевые наблюдения показали, массивы гранитогнейсового состава почти всегда сопровождаются крупными массивами гранитоидов раннепалеозойского возраста.

В составе массивов, особенно в центральных их частях, широко распространены лейкократовые микроклин-альбитовые гранитогнейсы.

В парагенезисе с лейкогранитогнейсами нередко встречаются и их аплитовидные разности, образующие пологие и крутопадающие тела и дайки, размером от 2 до 20 м.

Другие тела гранитогнейсов находятся в зоне контакта с вмещающими породами и имеют полосчатое строение, обусловленное неравномерным распределением слюд и амфиболов. Они обладают очковой текстурой, содержат порфиробласты микроклина размером от 0,2 до 0,4 мм и значительно реже встречаются порфиробласты размером до 0,7 см. Темноцветные минералы, главным образом амфибол и биотит, образуют тонкие полосы, чередующиеся с более широкими зонами, сложенными кварц-полевошпатовыми агрегатами.

Мигматиты по данным химических анализов имеют преимущественно гранитный состав, значительно реже – сиенитовый. Существенные различия между ними позволяют предположить и различные источники их формирования, связанные с гетерогенным составом протолита [12].

Возраст комплекса определялся по цирконам, выделенным из крупнозернистых лейкократовых гнейсогранитов с порфиробластовой структурой Северного Сарысайского массива – 803 ± 27 млн лет и Яконмолинского – 841 ± 11 млн лет.

Несмотря на довольно широкий разброс полученных данных, с учетом достоверности определения, возраст гранитогнейсов соответствует верхней части криогениана (верхам позднего рифея) и весьма близок возрасту протолита.

Результаты

В Майтубинской зоне гранитоиды Актасского интрузивного комплекса являются высококальциевыми лейкогранитами.

Заключение

На основании вышеизложенного можно предположить, что интрузивные комплексы неопротерозоя Улытау-Арганатинской структурно-формационной зоны завершают собой развитие сложнопостроенных валлообразных куполов гранитогнейсового состава.

Полученные значения абсолютного возраста массивов рассмотренных комплексов, с учетом достоверности определения, имеют близкий возраст с гранитами Актасского интрузивного комплекса. Следовательно, это позволяет отнести их к одному возрастному уровню, а также объединить в единую позднепротерозойскую вулканоплутоническую ассоциацию, которая характерна преимущественно для окраинно-континентального типа.

Практическая значимость

Результаты изучения стратотипов Майтубинской структурно-формационной зоны отражают особенности стратиграфических разрезов докембрийских отложений и используются при составлении схем геолого-тектонического и минераграфического районирования этой территории.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Досетова Г.Ж., Кряжева Т.В., Пономарева М. В. Краткий обзор геологического строения Улытау-Арганатинской структурно-формационной зоны. // Караганда, Труды Университета. – 2022. – №4(89). – С. 187-194 (на русском языке)
2. Третьяков А.А., Дегтярев К.Е., Шатагин К.Н. и др. Неопротерозойские риолиты Улытауского докембрийского массива (Центральный Казахстан): структурное положение и обоснование возраста. // ДАН. – 2015. – Т. 462. – №3. – С. 325-329 (на русском языке)
3. Li P., Sun M., Rosenbaum G., Yuan C., Safonova I., Cai K., Jiang Y., Zhang Y. Геометрия, кинематика и тектонические модели Казахстанского ороклинала Центрально-Азиатского складчатого пояса. // Журнал азиатских наук о Земле. – 2018. – С. 42-56 (на английском языке)
4. Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Исмаилов Х.К., Маслова И.Г. Проблемы стратиграфии и метаморфизма докембрия и нижнего палеозоя Улытау. // Часть I. Стратиграфия. Изв. НАН РК, сер. геол. – 2009. – №3. – С. 4-18 (на русском языке)
5. Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Исмаилов Х.К., Маслова И.Г. Проблемы стратиграфии и метаморфизма докембрия и нижнего палеозоя Улытау. // Часть II. Метаморфизм. Изв. НАН РК, сер. геол. – 2009. – №4. – С. 4-9 (на русском языке)
6. Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Мамонов Е.Ж. Минералогия руд медно-никелевого рудопроявления «Каратургай». // Изв. НАН РК. Серия геол. и техн. наук. – 2015. – №5. – С. 90-95 (на русском языке)
7. Геологическое строение Казахстана. – Алматы, 2000. – С. 396 (на русском языке)
8. Чудин С.С. Отчет о результатах геологического доизучения (ГДП-200) и глубинного геологического картирования (ГГК-200) листов М-42-ХIII, М-42-ХIX (Аркалыкская площадь). ТОО «Кен». – Кустанай, 1991-2002 г. – 2002 (на русском языке)
9. Kröner, A., Kovach, V., Belousova, E., Hegner, E., Armstrong, R., Dolgoplova, A., Seltmann, R., Alexeiev, D.V., Hoffmann, J.E., Wong, J., M. Sun, Cai, K., Wang, T., Tong, Y., Wilde, S.A., Degtyarev, K.E., Rytsk, E. Переоценка роста континентов в аккреционной истории Центрально-Азиатского складчатого пояса. Исследования Гондваны. – 2014. – С. 103-125 (на английском языке)
10. Khaini Kamal Kassymkanova; Sara Istekova; Kanay Rysbekov; Bakytzhan Amralinova; Guldana Kyrgyzbayeva; Saule Soltabayeva; Gulnara Dossetova. Совершенствование геофизического метода определения границ рудоносных пород с учетом определенных тектонических нарушений. // «Разработка месторождений полезных ископаемых». – 2023. – Т. 17. – Вып. 1 (на английском языке)
11. Дмитриева Н.В., Летникова Е.Ф., Школьник С.И. и др. Неопротерозойские метавулканогенно-осадочные породы Боздакской серии Южного Улытау (Центральный Казахстан): изотопно-

геохимические и геохронологические данные. // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57(11). – С. 1969-1991 (на русском языке)

12. Дмитриева Н.В., Летникова Е.Ф., Вишневецкая И.А., Серов П.А. Геохимия докембрийских вулканогенно-осадочных пород Карсақпайской серии Южного Улытау (Центральный Казахстан). // «Геология и геофизика». – 2017. – Т. 58. – №8. – С. 1174-1190 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Досетова Г.Ж., Кряжева Т.В., Пономарева М.В. Улытау-Арганаты құрылымдық-формациялық аймағының геологиялық құрылысына қысқаша шолу. // Қарағанды, Университет еңбектері. – 2022. – №4(89). – Б. 187-194 (орыс тілінде)
2. Третьяков А.А., Дегтярев К.Е., Шатагин К.Н. Улытау прекембрий массивінің Неопротерозой риолиттері (Орталық Қазақстан): құрылымдық жағдайы және жас негіздемесі. // ДАН. – 2015. – Т. 462. – №3. – Б. 325-329 (орыс тілінде)
3. Ли П., Сонг М., Розенбаум Г., Юань С., Сафонова И., Цай К., Цзян Ю., Чжан Ю. Қазақстандық ороқлинияның, Орталық Азия орогендік белдеуінің геометриясы, кинематикасы және тектоникалық модельдері. // Азия жер туралы ғылымдар журналы. – 2018. – Б. 42-56 (ағылшын тілінде)
4. Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Исмаилов Х.К., Маслова И.Г. Улытаудағы кембрийге дейінгі және төменгі палеозойдың стратиграфиясы мен метаморфизмі мәселелері. I бөлім. Стратиграфия. // Известиясы ҚР ҰҒА, сериясы геология. – 2009. – №3. – Б. 4-18 (орыс тілінде)
5. Антонюк Р.М., Евсеенко Р.Д., Исмаилов Х.К., Маслова И.Г. Улытаудағы кембрийге дейінгі және төменгі палеозойдың стратиграфиясы мен метаморфизмі мәселелері. // II бөлім. Метаморфизм. Известиясы ҚР ҰҒА, сериясы геология. – 2009. – №4. – Б. 4-9 (орыс тілінде)
6. Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Мамонов Е.Ж. «Қараторғай» мыс-никель кендерінің минералогиясы. // Известиясы ҚР ҰҒА. Геология және техникалық ғылымдар сериясы. – 2015. – №5. – Б. 90-95 (орыс тілінде)
7. Қазақстанның геологиялық құрылымы. – Алматы, 2000. – Б. 396 (орыс тілінде)
8. Чудин С.С. М-42-ХІІ және М-42-ХІХ ғасырлардағы (Арқалық алаңы) парақтарды геологиялық жете зерттеу (ГДП-200) және терең геологиялық картаға түсіру (ГГК-200) нәтижелері туралы есеп. «Кен» ЖШС. – Қостанай, 1991-2002 жж. – 2002 (орыс тілінде)
9. Кренер А., Ковач В., Белоусова Е., Хегнер Э., Армстронг Р., Долгополова А., Зельтманн Р., Алексеев Д. В., Хоффман Дж.Э., Вонг Дж., Сун М., Цай К., Ван Т., Тонг Ю., Уайлд С. А., Дегтярев К.Е., Рыцк Е. Орталық Азия орогендік белдеуінің аккрециялық тарихы кезінде континентальды өсуді қайта бағалау. Гондвананы Зерттеу. – 2014. – Б. 103-125 (ағылшын тілінде)
10. Khaini Kamal Kassymkanova; Sara Istekova; Kanay Rysbekov; Bakytzhan Amralinova; Guldana Kyrgyzbayeva; Saule Soltabayeva; Gulnara Dossetova. Белгілі бір тектоникалық бұзылыстарды ескере отырып, рудалы жыныстардың шекарасын анықтаудың геофизикалық әдісін жетілдіру». // «Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру». – 2023. – Т. 17. – Шығ. 1. (ағылшын тілінде)
11. Дмитриева Н.В., Летникова Е.Ф., Школьник С. И. және т. б. Оңтүстік Улытау (Орталық Қазақстан) Боздақ сериясының Неопротерозойлық метавулканогендік-шөгінді жыныстары: изотоптық-геохимиялық және геохронологиялық деректер. // Геология және геофизика. – 2016. – Т. 57(11). – Б. 1969-1991 (орыс тілінде)
12. Дмитриева Н.В., Летникова Е.Ф., Вишневецкая И. А., Серов П.А. Оңтүстік Улытау (Орталық Қазақстан) Қарсақпай сериясындағы Кембрий алдындағы жанартау-шөгінді жыныстардың геохимиясы. // «Геология және геофизика». – 2017. – Т. 58. – №8. – Б. 1174-1190 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Dosetova G.Zh., Kryazheva T.V., Ponomareva M.V. Kratkiy obzor geologicheskogo stroyeniya Ulytau-Arganatinskoy struktarno-formatsionnoy zony [A brief overview of the geological structure of the Ulytau-Arganatinsky structural-formation zone]. // Karaganda, Trudy Universiteta = Karaganda, Proceedings of the University. – 2022. – №4(89). – P. 187-194 (in Russian)
2. Tret'yakov A.A., Degtyarev K.Ye., Shatagin K. N. i dr. Neoproterozoyskiye riolity Ulytauskogo dokembriyskogo massiva (Tsentral'nyy Kazakhstan): strukturnoye polozheniye i obosnovaniye vozrasta [Neoproterozoic rhyolites of the Ulutau precambrian massif (Central Kazakhstan): structural position and justification of age]. // DAN. – 2015. – Vol. 462. – №3. – P. 325-329 (in Russian)
3. Li P., Sun M., Rosenbaum G., Yuan S., Safonova I., Tsai K., Jiang Yu., Zhang Yu. Geometry, kinematics and tectonic models of the Kazakhstan Orogen, the Central Asian orogenic belt. Journal of Asian Earth Sciences. – 2018. – P. 42-56 (in English)
4. Antonyuk R.M., Evseenko R.D., Ismailov H.K., Maslova I.G. Problemy stratigrafii i metamorfizma dokembriya i nizhnego paleozoya Ulytau [Problems of stratigraphy and metamorphism of Precambrian and Lower Paleozoic Ulytau.]. // CHast' I. Stratigrafiya. Izv. NAN RK, ser. geol. = Part I. Stratigraphy. Izv. NAS RK, ser. geol. – 2009. – №3. – P. 4-18 (in Russian)

5. Antonyuk R.M., Evseenko R.D., Ismailov H.K., Maslova I.G. *Problemy stratigrafii i metamorfizma dokembriya i nizhnego paleozoya Ulytau* [Problems of stratigraphy and metamorphism of the Precambrian and Lower Paleozoic of Ulytau]. // *CHast' II Metamorfizm. Izv. NAN RK, ser. geol. = Part II. Stratigraphy. Izv. NAS RK, ser. geol. – 2009. – №4. – P. 4-9 (in Russian)*
6. Bajbatsha A.B., Dyusembaeva K.SH., Mamonov E.ZH. *Mineralogiya rud medno-nikelevogo rudoproyavleniya Karaturgai* [Mineralogy of ores of the copper-nickel ore occurrence Karaturgai]. // *Izv. NAN RK. Seriya geol. i tekhn. nauk. = Izv. NAS RK. Series geol. and tech. sciences. – 2015. – №5. – P. 90-95 (in Russian)*
7. *Geologicheskoye stroyeniye Kazakhstana* [Geological structure of Kazakhstan]. // *Almaty, 2000. – P. 396 (in Russian)*
8. Chudin S.S. *Otchet o rezul'tatah geologicheskogo doizucheniya (GDP-200) i glubinnogo geologicheskogo kartirovaniya (GGK-200) listov M-42-XIII, M-42-XIX (Arkalykskaya ploschad')* [Report on the results of geological survey (GDP200) and deep geological mapping (GGK200) of sheets M-42-XIII M-42-XIX century and V. (Arkalykskaya square)]. *TOO «Ken». – Kustanaj, 1991-2002 g. = Ken LLP. – Kustanai, 1991-2002. – 2002 (in Russian)*
9. Krener A., Kovach V., Belousova E., Hegner E., Armstrong R., Dolgoplova A., Zeltmann R., Alekseev D.V., Hoffmann J.E., Wong J., Sun M., Tsai K., Wang T., Tong Yu., Wilde S.A., Degtyarev K.E., Knight E. *Reassessment of continental growth during the accretionary history of the Central Asian Orogenic belt. Gondwana Research. – 2014. – P. 103-125 (in English)*
10. Khaini Kamal Kassymkanova; Sara Istekova; Kanay Rysbekov; Bakytzhan Amralinova; Guldana Kyrgyzbayeva; Saule Soltabayeva; Gulnara Dossetova. «Improving a geophysical method to determine the boundaries of ore – bearing rocks considering certain tectonic disturbances». // *Mining of Mineral Deposits. – 2023. – Vol. 17. – Issue 1 (in English)*
11. Dmitriyeva N.V., Letnikova Ye.F., Vishnevskaya I.A., Serov P.A. *Geokhimiya dokembriyskikh vulkanogenno-osadochnykh porod Karsakpayskoy serii Yuzhnogo Ulytau (Central'nyy Kazakhstan)* [Neoproterozoic metalvolcanogenic sedimentary rocks of the Bozdak series of Southern Ulutau (Central Kazakhstan): isotape-geochemical and geochronological data]. // «Geologiya i geofizika». = «Geology and geophysics». – 2017. – Vol. 58. – №8. – P. 1174-1190 (in Russian)
12. Dmitrieva N.V., Letnikova E.F., Vishnevskaya I.A., Serov P.A. *Geochemistry of Precambrian volcanogenic sedimentary rocks of the Karsakpai series of Southern Ulutau (Central Kazakhstan)* [Geochemistry of Precambrian volcanogenic sedimentary rocks of the Karsakpai series of Southern Ulutau (Central Kazakhstan)]. // «Geologiya i geofizika» = «Geology and Geophysics». – 2017. – Vol. 58. – №8. – P. 1174-1190 (in Russian)

Сведения об авторах:

Досетова Г.Ж., докторант кафедры «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан),

gulnara_joldasovna@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0869-1577>

Кряжева Т.В., кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры «Горное дело, металлургия и естествознание» Акционерного общества «Жезказганский университет имени О.А. Байконурова» (г. Жезказган, Республика Казахстан), kryazheva_t@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2804-020X>

Миркамалов Р.Х., доктор геолого-минералогических наук, профессор, председатель Ученого совета – Главный советник директора по науке и научной деятельности, Государственное Учреждение «Институт минеральных ресурсов» (г. Ташкент, Узбекистан), rmirkamalov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0263-0861>

Шарипова Н.А., старший преподаватель кафедры «Горное дело, металлургия и естествознание» Акционерного общества «Жезказганский университет имени О.А. Байконурова» (г. Жезказган, Казахстан), nasgul.sharipova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4759-0955>

Авторлар туралы мәліметтер:

Досетова Г.Ж., «Абылкас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Геология және пайдалы қазбалар кен орындарын барлау» кафедрасының докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Кряжева Т.В., геология-минералогия ғылымдарының кандидаты, «Ө.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті» акционерлік қоғамының, «Тау-кен ісі, металлургия және жаратылыстану» кафедрасының доценті (Жезқазған қ., Қазақстан)

Миркамалов Р.Х., геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор, Ғылыми кеңестің төрағасы-директордың ғылым және ғылыми қызмет жөніндегі бас кеңесшісі, «Минералдық ресурстар институты» Мемлекеттік Мекемесі (Ташкент қ., Өзбекстан)

Шарипова Н.А., «Ө.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті» акционерлік қоғамының, «Тау-кен ісі, металлургия және жаратылыстану» кафедрасының аға оқытушысы (Жезқазған қ., Қазақстан)

Information about the author:

Dossetova G.J., doctoral candidate of the Geology and Exploration of Mineral Deposits Department, Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Kryazheva T.V., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Mining, Metallurgy and Natural Science Department, Joint Stock Company Zhezkazgan University named after O.A. Baikonurov (Zhezkazgan, Kazakhstan)

Mirkamalov R.H., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chairman of the Academic Council – Chief Adviser to the Director for Science and Scientific Activity, State Institution «Institute of Mineral Resources» (Tashkent, Uzbekistan)

Sharipova N.A., senior lecturer, Metallurgy and Natural Science Department, Joint Stock Company Zhezkazgan University named after O.A. Baikonurov (Zhezkazgan, Kazakhstan)

Код МРНТИ 52.13.05

*Ф.К. Низаметдинов¹, Р.Н. Джамантыкова¹, А.В. Михнев¹, А. Алибаев²¹НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

(г. Караганда, Казахстан),

²Товарищество с ограниченной ответственностью «Корпорация Казахмыс» (г. Бишкек, Кыргызстан)

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ АНИЗОТРОПНЫХ КАРЬЕРНЫХ ОТКОСОВ

Аннотация. Рассматривается проблема оценки устойчивости анизотропных карьерных откосов на основе тщательного выявления структурных особенностей прибортовых массивов путем сканирования их горным сканером с целью выявления элементов залегания, а также уточнения прочностных свойств пород и породных контактов на основе проведения натурных испытаний породных призм и обследования локальных обрушений в откосах уступов на карьерах. Оценка устойчивости анизотропных откосов уступов осуществляется расчетными схемами с учетом наличия разрывных нарушений и трещин, которые разработаны проф. Окатовым Р.П. Результаты оценки устойчивости откосов уступов позволяют выполнить районирование и спрогнозировать состояние северного и южного бортов карьера Бозымчак.

Ключевые слова: анизотропный откос, угол наклона откоса, метод предельного равновесия, поверхность ослабления трещин, устойчивость откоса.

Анизотропты карьер беткейлерінің тұрақтылығын бағалау

Аңдатпа. Анизотропты карьерлік беткейлердің тұрақтылығын бағалау проблемасы пайда болу элементтерін анықтау мақсатында оларды тау-кен сканерімен сканерлеу арқылы аспаптық массивтердің құрылымдық ерекшеліктерін мұқият анықтау негізінде, сондай-ақ тау жыныстарының призмалары мен тау жыныстарының байланыстарының беріктік қасиеттерін нақтылау және Карьерлердегі беткейлердегі жергілікті құлауды зерттеу негізінде қарастырылады. Жоталардың анизотропты беткейлерінің тұрақтылығын бағалау р. п. проф. Окатов әзірлеген жарылғыш бұзылулар мен жарықтардың болуын ескере отырып, есептік схемалармен жүзеге асырылады. Жоталардың беткейлерінің тұрақтылығын бағалау нәтижелері аудандастыруға және Бозымчак карьерінің Солтүстік және Оңтүстік бортының жай-күйін болжауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: анизотропты көлбеу, көлбеу бұрышы, шекті тепе-теңдік әдісі, жарықтардың әлсіреу беті, көлбеу тұрақтылығы.

Assessment of the stability of anisotropic quarry slopes

Abstract. The problem of assessing the stability of anisotropic quarry slopes is considered on the basis of careful identification of structural features of the instrument arrays by scanning them with a mining scanner in order to identify the elements of occurrence, as well as clarifying the strength properties of rocks and rock contacts based on field tests of rock prisms and examination of local collapses in the slopes of ledges at quarries. Assessment of the stability of anisotropic slopes of ledges is carried out by calculation schemes taking into account the presence of discontinuous faults and cracks, which were developed by Prof. Okatov R.P. The results of the assessment of the stability of the slopes of the ledges allow us to perform zoning and predict the condition of the northern and southern sides of the Bozymchak quarry.

Key words: anisotropic slope, slope angle, limit equilibrium method, crack attenuation surface, slope stability.

Введение

В процессе разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом возникает задача по дальнейшей углубки карьера с учетом выявленных элементов залегания структурных особенностей в прибортовых массивах в виде разрывных нарушений и трещин изучения величин прочностных свойств горных пород и породных контактов [1, 3, 5, 6]. Этому способствует, как правило, проведению дальнейших инженерно-геомеханических исследований горных пород прибортовых массивов карьера путем бурения инженерно-геологических скважин для получения керна, из которых изготавливаются образцы для проведения испытаний по уточнению прочностных свойств пород, особенно сцеплений и углов внутреннего трения, а также появляется возможность тотального определения элементов залегания трещин и размеров породных блоков на откосах вскрытых уступов [7-11]. Поэтому в связи с корректировкой проекта горных работ при дальнейшей углубке карьера возникает задача по обоснованию параметров откосов уступов и бортов для максимально возможной глубины отработки месторождения открытым способом с разработкой технологических схем постановки откосов уступов на проектный контур.

В геологическом отношении месторождение Бозымчак, в основном, сложено скальными и полускальными породами с наличием различных геологических разломов и сопутствующей им ориентированной трещиноватостью горного массива. Южный борт сложен в основном гранодиоритами, а северный борт представлен мраморизованными известняками. На месторождении развито большое

количество секущих дизъюнктивных структур, которые имеют северо-западное, северо-восточное и близкое к меридиональному простиранию. Роль многих из них в локализации скарновой залежи и рудных тел достаточно определенная. Выявленные разломы залегают с запада на восток: Западный, Центральный, Северо-Западный, Штольневой, Дайковый. В целом они имеют крутое залегание от 65-80° и каждый имеет свой азимут простирания. Следует отметить, что выявленные крупные разломы и нарушения не оказывают существенного влияния на устойчивость бортов карьера. Однако, наличие мелких разрывных нарушений способствуют реализации локальных породных вывалов.

По полученным данным строится паспорт прочности пород, и отсюда находится сцепление и угол внутреннего трения пород. При этом настораживают полученные значения величин углов внутреннего трения расчетным способом, имеющие средние значения 56° у гранодиоритов и 58° у мраморизованного известняка. Эти величины достаточно высоки (большие), у нас на месторождениях Казахстана величины углов внутреннего трения для гранодиоритов колеблются в пределах 38-40°, а у известняков от 29° до 33°. Поэтому для условий карьера Бозымчак для гранодиоритов угол внутреннего трения принят равным 39°, а для мраморизованного известняка 34°, которые использованы при оценке устойчивости откосов уступов и бортов карьера. Для окончательного снятия наших сомнений следовало бы выполнить дополнительные лабораторные испытания по вышеперечисленным породам.

Методы исследования

При изучении элементов залегания трещин в северном и южном бортах карьера использована новая методика, основанная на использовании лазерного сканера, где определяются координаты трех точек поверхностей трещин, что позволяет получить ее ориентировку. Данная технология позволяет изучить элементы залегания трещин и разрывных нарушений на карьере в широком диапазоне по всей высоте откоса, уступа и борта, что является большим достоинством перед ранее существовавшими способами съемки. Параллельно с этим измеряются размеры структурных и породных блоков. Точность получения параметров съемки определяется расстоянием между прибором и снимаемым объектом. Использование результатов съемки лазерным сканером для получения элементов залегания трещин и размеров структурных блоков возможно при нахождении прибора от приборного массива до 800 метров.

Предлагаемая методика изучения элементов залегания трещин пород с использованием лазерного сканера следующая:

- на карьере выбирается точка съемки трещин приборного массива, где устанавливается штатив сначала с отражателем, а затем электронным тахеометром для определения координаты точки стояния, затем устанавливается лазерный сканер, с помощью которого производится съемка приборного массива. Следует отметить, что точка, с которой производится съемка, выбирается таким образом, чтобы можно было максимально снять обнаженную часть структуры приборного массива. Расстояние до снимаемого массива в этом случае не должно превышать 800 метров, в нашем случае до 200 м (рис. 1);



Рис. 1. Выполнение лазерного сканирования южного борта горным сканером на карьере.

Сурет 1. Карьерде тау-кен сканерімен оңтүстік жағдауды лазерлік сканерлеу.

Figure 1. Performing a laser scan of the southern side with a mining scanner at a quarry.

- включается сканер, ориентируется на известную маркшейдерскую точку и осуществляется съемка поверхности откоса структурных особенностей приборного массива через установленный шаг сканирования;

- после этого на компьютере с помощью программы MartekI-SiteStudio создаются облако точек с наложением фотографии;

- обрабатывается полученная объемная электронная версия поверхности приборного массива с целью получения параметров залегания трещин и разрывных нарушений: углов падения и азимутов простирания, размеров структурных блоков, а также геометрических параметров откосов уступов и бортов карьера.

При изучении трещиноватости пород накапливается большое количество измерений. Обработку и обобщение этих измерений производят с использованием круговых, прямоугольных диаграмм и стереограмм трещиноватости, на основании которых строят структурные разрезы и карты трещиноватости.

Результаты

После обработки и обобщения результатов съемки трещиноватости пород приборного массива южного борта производят с использованием прямоугольной диаграммы. По выбранным замерным станциям были выделены системы трещин и с помощью стереографических сеток выявлены угловые соотношения между системами трещин и их ориентировка относительно простирания откоса уступа. Данные обработки трещиноватости пород по карьере приведены на рис. 2, 3 и сведены в таблицу 1. Таким образом, по карьере на южном борту выделено 7-8 систем трещин и разрывных нарушений со следующими элементами залегания (рис. 4, 5.): I – $A_1 = 18^\circ$; $\delta_1 = 68^\circ$; $n_1 = 22$; II – $A_2 = 116^\circ$; $\delta_2 = 73^\circ$; $n_2 = 8$; III – $A_3 = 210^\circ$; $\delta_3 = 79^\circ$; $n_3 = 8$; IV – $A_4 = 235^\circ$; $\delta_4 = 81^\circ$; $n_4 = 14$; V – $A_5 = 228^\circ$; $\delta_5 = 44^\circ$; $n_5 = 11$; VI – $A_6 = 278^\circ$; $\delta_6 = 60^\circ$; $n_6 = 31$; VII – $A_7 = 310^\circ$; $\delta_7 = 83^\circ$; $n_7 = 10$; VIII – $A_8 = 292^\circ$; $\delta_8 = 47^\circ$; $n_8 = 10$.

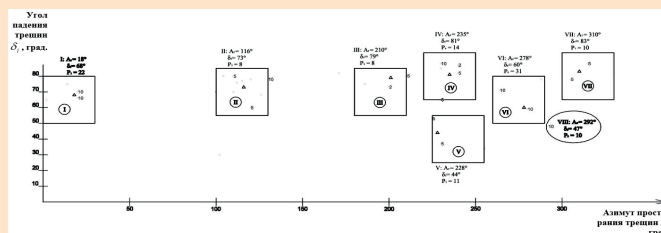


Рис. 2. Прямоугольная диаграмма трещиноватости пород южного борта карьера.

Сурет 2. Кеністің оңтүстік жағдау жыныстарының жарықшақтанудың тікбұрышты диаграммасы.

Figure 2. Rectangular diagram of rock rupture on the south side of the quarry.

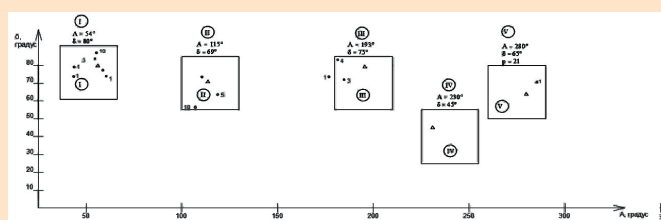


Рис. 3. Прямоугольная диаграмма трещиноватости пород северного борта карьера.

Сурет 3. Кеністің солтүстік жағдау жыныстарының жарықшақтанудың тікбұрышты диаграммасы.

Figure 3. Rectangular fracturing diagram of the rocks of the northern side of the quarry.

По северному борту карьера выявлено 5 систем трещин со следующими элементами залегания: I: $A = 54^\circ$, $\delta = 80^\circ$; II: $A = 115^\circ$, $\delta = 69^\circ$; III: $A = 193^\circ$, $\delta = 75^\circ$; IV: $A = 230^\circ$, $\delta = 45^\circ$; V: $A = 280^\circ$, $\delta = 65^\circ$. Полученные данные были использованы при оценке устойчивости откосов уступов северного борта карьера (таблица 1).

Обработка цифровой модели прибортовых массивов карьера выполняется в программном комплексе MaptekI-SiteStudio. При этом цифровая модель содержит полную информацию о прибортовом массиве горных пород. Используя программу по обработке данных трещиноватости пород, выделяются системы трещин, размеры блоков для использования их в паспорте прочности применительно к массиву. Результаты обработки трещиноватости горных пород наблюдательными станциями и их сравнение между замерами горным компасом и лазерным сканером дали расхождение в 3-4 %, что является допустимым.

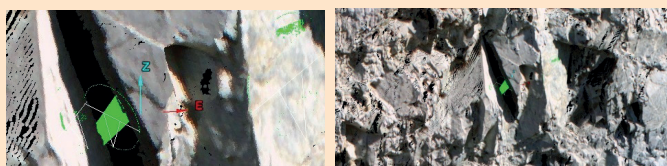


Рис. 4. Элементы залегания трещин северного борта карьера.

Сурет 4. Кеніштің солтүстік жағдау жарықшақтардың элементтері.

Figure 4. Elements of the occurrence of cracks on the northern side of the quarry.

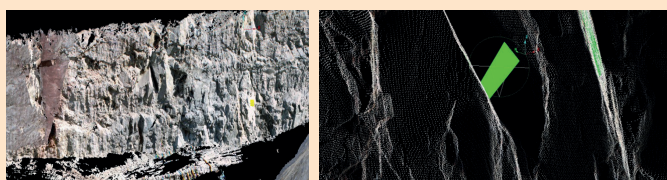


Рис. 5. Элементы залегания трещин южного борта карьера.

Сурет 5. Кеніштің оңтүстік жағдау жарықшақтардың элементтері.

Figure 5. Elements of the occurrence of cracks on the southern side of the quarry.

Размеры породных блоков вычисляются по разности координат точек, взятых по нормали между трещинами. Величины дирекционных углов и углов наклона поверхностей ослаблений могут быть вычислены через координаты точек, взятых на поверхности трещины.

Примеры определения элементов залегания трещин северного и южного бортов карьера приведены на рис. 2, 3 и полученные результаты оценки устойчивости откосов уступов Южного и Северного бортов карьера Бозымчак с учетом поверхностей ослаблений (трещин и разрывных нарушений) приведены в таблице 1. Тип или схема возможного обрушения, возможна реализация расчетной схемы VII (по Р.П. Окатову). Здесь же приведены результаты оценки устойчивости откосов с учетом ориентировки трещин на основе разработанных нами программ [4, 5].

Следует заметить, что при оценке устойчивости откосов уступов в трещиноватых породах южного борта кроме геометрических параметров откосов уступов, которые приведены в таблице, использовались прочностные свойства по контактам нарушений и трещинам: сцепление (κ'), равное $1,5 \text{ т/м}^2$, а угол трения (ρ') составлял 25° (полученные нами по данным натурных испытаний), а также значения сцепления и угла внутреннего трения гранодиоритов в массиве ($\kappa_m = 106 \text{ т/м}^2$; $\rho_m = 33^\circ$; $\gamma = 2,89 \text{ т/м}^3$), а мраморизованных известняков ($\kappa_m = 58,2 \text{ т/м}^2$; $\rho_m = 30^\circ$; $\gamma = 2,73 \text{ т/м}^3$).

Следует заметить, что при оценке устойчивости откосов уступов в трещиноватых породах южного борта кроме геометрических параметров откосов уступов, которые приведены в таблице, использовались прочностные свойства по контактам нарушений и трещинам: сцепление (κ'), равное $1,5 \text{ т/м}^2$, а угол трения (ρ') составлял 25° (полученные нами по данным натурных испытаний), а также значения сцепления и угла внутреннего трения гранодиоритов в массиве ($\kappa_m = 106 \text{ т/м}^2$; $\rho_m = 33^\circ$; $\gamma = 2,89 \text{ т/м}^3$), а мраморизованных известняков ($\kappa_m = 58,2 \text{ т/м}^2$; $\rho_m = 30^\circ$; $\gamma = 2,73 \text{ т/м}^3$).

Анализ полученных результатов оценки устойчивости откосов уступов на проектном контуре южного борта карьера показывает, что в верхней его части имеется три согласноподходящие системы трещин, которые могут спровоцировать локальные породные вывалы. Здесь появляется возможность реализации расчетной схемы VII по классификации проф. Окатова Р.П. [1, 3, 5], где коэффициент запаса устойчивости достигает 1,23. Поэтому здесь должно большое внимание уделяться ведению БВР в приконтурной полосе. Кроме того, в районе станции №19 появляется продольная согласноподходящая система трещины, которая в определенных условиях может реализовываться по схеме I, где коэффициент запаса устойчивости составляет 1,16. Остальные участки откосов уступов южного борта карьера на проектном контуре (при 30-м откосе уступа) должны быть устойчивы, так как коэффициенты запаса устойчивости колеблются от 1,96 до 32,0. Согласно существующей инструкции коэффициент запаса устойчивости откосов уступов на проектном контуре должен составлять 1,5-2,0 и выше [6].

Анализ полученных результатов оценки устойчивости откосов уступов на северном борту (таблицы 1 и 2) показывает, что существующая трещиноватость прибортовых массивов не сильно влияет на устойчивость отдельностоящих уступов, так как при возможной реализации расчетной схемы 6 по проф. Окатову Р.П. коэффициент устойчивости колеблется от 3,09 до 5,98, что удовлетворяет методическим указаниям по обеспечению устойчивости, даже с учетом сейсмического воздействия на него (происходит уменьшение коэффициента запаса устойчивости на величину 0,1).

Для условий карьера Бозымчак построена цифровая модель карьерного поля с учетом фактического положения верхних горизонтов полученным по данным сканирования горным сканером и проектного, по данным технического проекта. Уникальность полученной цифровой модели заключается в возможности совмещения общей ситуации

Таблица 1

Результаты оценки устойчивости откосов уступов Южного и Северного бортов карьера

Кесте 1

Карьердің Оңтүстік және Солтүстік борттарының беткейлерінің беріктігін бағалау нәтижелері

Table 1

The results of the assessment of the stability of the slopes of the ledges of the Southern and Northern sides of the quarry

Борт карьера № станции	Откос уступа		Азимут простирания откоса уступа, градус	Элементы залегания системы трещин			Классификация трещин по отношению к простиранию откоса уступа	Коэффициент запаса устойчивости
	Высота, м	Угол наклона уступа, градус		№ системы	Азимут простирания А, градус	Угол падения δ_i , градус		
южный борт								
Южный №№ 1, 2, 3, 4 (длина 75 м)	30	75	270		235	81	Диагональная согласнопадающая, крутая	1,23
				5	228	44		
				7	310	83		
Южный №№ 5, 6, 7, 8 (длина 15 м)	30	75	270	6	228	44	Диагональная согласная, наклонная	2,64
				1	18	68	Поперечная несогласная крутая	
				4	235	81	Диагональная согласнопадающая крутая	
				6	278	60	Продольная согласнопадающая наклонная	
				8	292	47	Диагональная согласнопадающая наклонная	
Южный №№ 9, 10, 11, 12 (длина 40 м)	30	75	270	4	235	81	Диагональная несогласнопадающая крутая	20,42
				2	116	73		
северный борт								
Северный №1 (длина 100 м)	30	60	76	I	54	80	Диагональная согласнопадающая, крутая	Трещины не влияют на устойчивость откосов уступов
				I	20	80		
Северный №2 (длина 100 м)	30	70	90	I'	54	80	Диагональная согласная, наклонная	3,09
				II	115	69	Поперечная согласная крутая	
Северный №3 (длина 100 м)	30	70	90	2	115	69	Диагональная согласнопадающая крутая	3,10
				I'	54	80		

фактического состояния бортов карьера Бозымчак с проектными решениями при дальнейшей углубке карьера.

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующее:

- Разработана методика изучения элементов залегания трещин и разрывных нарушений в прибортовых массивах карьера на основе съемки горным лазерным сканером, позволяющим получить цифровую модель в виде облака точек и осуществить районирование прибортовых массивов по фактору устойчивости с учетом определения их значений.

- Установлены элементы залегания основных систем трещин и разрывных нарушений, которые имеются на месторождении Бозымчак, так на северном борту выделено 5 систем трещин, а на южном 8 систем, которые являются ослабляющим фактором горного массива.

- Выполненная оценка устойчивости откосов уступов с учетом анизотропии массива показывает, что в определенных условиях они снижают его устойчивость до величины коэффициента запаса устойчивости, равным 1,16, что является недостаточным значением (допустимая величина коэффициента запасов устойчивости для откосов уступов составляет 1,50-2,00 и более согласно методическим указаниям [6]).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Korchak S.A., Savintsev I.A., Storozhenko L.A. Совершенствование методов изучения степени и характера трещиноватости горных пород в залежах твердых полезных ископаемых. // Инженерная и горная геофизика. – 2020. – №1. – С. 1-11 (на английском языке)
2. Nizamutdinov F.K., Ozhigin S.G., Ozhigina S.B., Dolgonosov V.N., Raděj K., Staňková H. Мониторинг состояния откосов уступов и бортов карьеров. // Научно-исследовательский геодезический, топографический и картографический институт. – Здибы, 2015. – С. 350 (на чешском языке)
3. Nizamutdinov F.K., Nagibin A.A., Tuyakbai A.S., Nizamutdinov N.F., Estava A.R., Baryshnikov V.D., Zhanatuly E. Выбор и обоснование расчетных параметров прочностных свойств горных пород при анализе устойчивости откосов карьеров. // Журнал горных наук. – 2021. – Т. 57. – №3. – С. 386-392 (на английском языке)
4. Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Ожигин Д.С. Метод расчета устойчивости откосов открытых карьеров в залежах сложного строения. // Минеральная Инженерия. – 2018. – Т. 19. – №1. – С. 203-208
5. Капасова А.З., Конарбаева А.Б., Шашубай Н.Ш., Оскембекова А.С. Оценка устойчивости анизотропных карьерных откосов на основе инновационных измерений. // Инновационные процессы в науке и образовании: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2019. – С. 32-35 (на русском языке)
6. Низаметдинов Ф.К. Отчет по НИР «Исследование устойчивости откосов уступов и бортов карьера «Бозымчак» на основе изучения структуры и прочностных свойств прибортового массива». // Научное руководство. – Бишкек, 2015. – С. 108 (на русском языке)
7. Nizamutdinov F.K., Baryshnikov V.D., Oralbay A.O. Оценка устойчивости карьера Кентобе с использованием цифровой геолого-геомеханической модели. // Журнал горной науки. – 2022. – С. 896-902 (на английском языке)
8. Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Низаметдинов Н.Ф., Оралбай А.О. Мониторинг устойчивости уступов и бортов карьеров. // Энерго- и ресурсосберегающие технологии развития сырьевой базы горнодобывающих регионов. Петрошани: Издательство Universitas Publishing, 2021. – С.46-65 (на английском языке)
9. Горбатова Е.А., Колесатова О.С., Романко Е.А., Смяткин А.Н. Геомеханический мониторинг деформаций поверхности грунта и стенок карьера. // Горный журнал. – 2020. – №4. – С.16-20 (на русском языке)
10. Чжиган Тао, Юй Шу, Сяоце Ян, Яньянь Пэн, Цихан Чен и др. Тестовое исследование физической модели характеристик прочности на сдвиг поверхности скольжения склона в карьере Наньфэн открытым способом. // Международный журнал горной науки и технологии. – 2020. – Т. 30. – №3. – С. 421-429 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Korchak S.A., Savintsev I.A., Storozhenko L.A. Қатты пайдалы қазбалар кен орындарындағы тау жыныстарының жарылу дәрежесі мен сипатын зерттеу әдістерін жетілдіру. // Инженерлік және тау-кен геофизикасы. – 2020. – №1. – Б. 1-11 (ағылшын тілінде)
2. Nizamutdinov F.K., Ozhigin S.G., Ozhigina S.B., Dolgonosov V.N., Radio K., Stankova H. Карьерлердің беткейлері мен борттарының жай-күйін бақылау. // Ғылыми-зерттеу геодезиялық, топографиялық және картографиялық институты. – Здибы, 2015. – Б. 350 (чех тілінде)
3. Nizamutdinov F.K., Nagibin A.A., Tuyakbai A.S., Nizamutdinov N.F., Estava A.R., Baryshnikov V.D., Zhanatuly E. Карьер беткейлерінің тұрақтылығын талдау кезінде тау жыныстарының

беріктік қасиеттерінің есептік параметрлерін таңдау және негіздеу. // Тау-кен ғылымдарының журналы. – 2021. – Т. 57. – №3. – Б. 386-392 (ағылшын тілінде)

4. Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Ожигин Д.С. Күрделі құрылыс кен орындарындағы карьерлердің беткейлерінің тұрақтылығын есептеу әдісі. // Минералды Инженерия. – 2018. – Т. 19. – №1. – Б. 203-208 (орыс тілінде)
5. Қапасова А.З., Қоңырбаева А.Б., Шашубай Н.Ш., Оскембекова А.С. Инновациялық өлшеулер негізінде анизотропты карьер беткейлерінің тұрақтылығын бағалау. // Ғылым мен білім берудегі инновациялық процестер: Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның мақалалар жинағы. – Пенза: «Ғылым және білім» ХФС, 2019. – Б. 32-35 (орыс тілінде)
6. Низаметдинов Ф.К. «Жағдау сілмдерінің құрылымы мен беріктік қасиеттерін зерттеу негізінде «Бозымшақ» кенішінің кемер қиябеттері мен жағдаулардың орнықтылығын зерттеу» ҒЗЖ есебі. // Ғылыми басшылық. – Бішкек, 2015. – Б. 108 (орыс тілінде)
7. Nizametdinov F.K., Baryshnikov V.D., Oralbay A.O. Сандық геологиялық-геомеханикалық үлгіні пайдалана отырып, Кентөбе карьер қабырғаларының тұрақтылығын бағалау. // Тау-кен ғылымдары журналы – 2022. – Б. 896-902 (ағылшын тілінде)
8. Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Низаметдинов Н.Ф., Оралбай А.О. Карьерлердің жиектері мен борттарының тұрақтылығын бақылау. // Тау-кен өндіру өңірлерінің шикізат базасын дамытудың энергия және ресурс үнемдеуші технологиялары. Петрошани: Universitas Publishing, 2021. – Б. 46-65 (ағылшын тілінде)
9. Горбатова Е.А., Колесатова О.С., Романко Е.А., Смяткин А.Н. Топырақ бетінің және карьер қабырғаларының деформацияларының геомеханикалық мониторингі. // Тау журналы. – 2020. – №4. – Б. 16-20 (орыс тілінде)
10. Чжиган Тао, Ю Шу, Сяоцзе Ян, Янян Пэн, Цихан Чен және т.б. Нанфен карьеріндегі көлбеу сырғанау бетінің сдысу күшінің физикалық моделін ашық түрде зерттеу. // Халықаралық тау-кен ғылымы және технологиялар журналы. – 2020. – Т. 30. – №3. – Б. 421-429 (ағылшын тілінде)

REFERENCE

1. Korchak S.A., Savintsev I.A., Storozhenko L.A. Updating Methods for Studying the Degree and Nature of Rock Fractures in Solid Mineral Deposits. // Engineering and Mining Geophysics. – 2020. – №1. – P. 1-11 (in English)
2. Nizametdinov F.K., Ozhigin S.G., Ozhigina S.B., Dolgonosov V.N., Radio K., Stankova H. Monitoring sostoyaniya otkosov ustupov i bortov kar'erov [Monitoring of the state of slopes of ledges and sides of quarries]. // Nauchno-issledovatel'skij geodezicheskij, topograficheskij i kartograficheskij institute = Scientific Research Geodetic, Topographic and Cartographic Institute. – Zdiby, 2015. – P. 350 (in Czech)
3. Nizamutdinov F.K., Nagibin A.A., Tuyakbai A.S., Nizamutdinov N.F., Estava A.R., Baryshnikov V.D., Zhanatuly E. Selection and justification of design variables for strength properties of rocks in slope stability analysis for open pits. // Journal of Mining Science. – 2021. – Vol. 57. – №3. – P. 386-392 (in English)
4. Ozhigin S.G., Ozhigina S.B. and Ozhigin D.S. Metod rascheta ustojchivosti otkosov otkrytyh kar'erov v zalezah slozhnogo stroeniya [A method for calculating the stability of slopes of open pits in deposits of complex structure]. // Mineral'naya Inzheneriya = Mineral Engineering. – 2018. – Vol. 19. – №1. – P. 203-208 (in Russian)
5. Kapasova A.Z., Konyrbaeva A.B., Shashubai N.S., Oskembekova A.S. Ocenka ustojchivosti anizotropnyh kar'ernyh otkosov na osnove innovacionnyh izmerenij [Stability assessment of anisotropic quarry slopes based on innovative measurements]. // Innovacionnyye processy v nauke i obrazovanii: sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii = Innovative processes in science and education: collection of articles of the International Scientific and Practical Conference. – Penza: ICNS «Science and Education». – 2019. – P. 32-35 (in Russian)
6. Nizametdinov F.K. Otchet po NIR «Issledovanie ustojchivosti otkosov ustupov i bortov kar'era «Bozymchak» na osnove izucheniya struktury i prochnostnyh svojstv pribortovogo massiva» [R&D report «Study of the stability of slopes of ledges and sides of the Bozymchak quarry based on the study of the structure and strength properties of the instrument array»]. // Nauchnoe rukovodstvo = Scientific Guide. – Bishkek, 2015. – P. 108 (in Russian)
7. Nizametdinov F.K., Baryshnikov V.D., Oralbay A.O. Kentobe Pitwall Stability Estimation Using a Digital Geological-Geomechanical Model. // Journal of Mining Science. – 2022. – P. 896-902 (in English)
8. Nizametdinov F.K., Ozhigin S.G., Nizametdinov N.F., Oralbai A.O. Stability monitoring of ledges and sides of quarries. // Energy- and resource-saving technologies for the development of the raw material base of mining regions. Petroshani: Universitas Publishing, 2021. – P. 46-65 (in English)

9. *Gorbatova E.A., Kolesatova O.S., Romanko E.A., Smyatkin A.N. Geomekhanicheskiy monitoring deformacij poverhnosti grunta i stenok kar'era [Geomechanical monitoring of soil surface deformations and quarry walls]. // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – 2020. – №4. – P.16-20 (in Russian)*
10. *Zhigang Tao, Yu Shu, Xiaojie Yang, Yanyan Peng, Qihang Chen, etc. A test study of the physical model of the shear strength characteristics of the sliding surface of the slope in the Nanfen quarry by an open method. // International Journal of Mining Science and Technology. – 2020. – Vol. 30. – №3. – P.421-429 (in English)*

Сведения об авторах:

Низаметдинов Ф.К., доктор технических наук, профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), niz36@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1933-6351>

Джамантыкова Р.Н., магистр технических наук, старший преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), d.rau@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7547-584X>

Михнев А.В., преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), andmihnev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5177-6480>

Алибаев А., геотехник месторождения Бозымчак Товарищества с ограниченной ответственностью «Корпорация Казахмыс» (г. Бишкек, Кыргызстан), Surveyorkg@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-0644-4337>

Авторлар туралы мәліметтер:

Низаметдинов Ф.К., техника ғылымдарының докторы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры (Қарағанды қ., Қазақстан)

Джамантыкова Р.Н., техника ғылымдарының магистрі, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Михнев А.В., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Алибаев А., Бозымшак кен орнының геотехнигі, «Қазақмыс корпорациясы» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (Бішкек қ., Кыргызстан)

Information about the authors:

Nizametdinov F.K., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Mine Surveying and Geodesy» of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Jamantykova R.N., Master of Technical Sciences, Senior lecturer of the Department «Surveying and Geodesy» of the Non-profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Mikhnev A.V., lecturer of the Department «Surveying and Geodesy» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Alibaev A., geotechnician, Bozymchak deposits Limited Liability Partnerships «Kazakhmys Corporation» (Bishkek, Kyrgyzstan)

Код МРНТИ 52.13.15

*М.Ж. Балпанова¹, Д.К. Таханов², А.Б. Жиенбаев¹, Г.Ж. Жунусбекова¹¹«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ (Қарағанды қ., Қазақстан),²«Научно-технический центр промышленной безопасности» ЖШС (Қарағанды қ., Қазақстан)

ЖАМАН-АЙБАТ КЕНОРНЫНДА ЖАЗЫҚ КЕНШОҒЫРЛАРДЫ ҚАЗУ ЖҮЙЕСІН ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Аннотация. Мақалада натурадағы зерттеу (сейсмикалық барлау) нәтижелерін БАБО әдістемесінің нәтижелерімен салыстыру нәтижелері келтірілген, кері есептеу әдісі бойынша Жаман-Айбат кен орны жағдайында таужыныстардың сырғу параметрлері анықталған. Жаман-Айбат кен орнының кендері мен жыныстарының механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері бойынша кен орнындағы кендер серпімді, серпімді деформациялардың потенциалдық энергиясын жинақтауға қабілетті, сыну сипаты сынғыш болып табылады. Оның негізінде тау-кен тектоникалық соққысының (техногендік жер сілкінісі) пайда болуын болдырмау үшін іргелес жоғарғы қабаттың отыру жағдайын анықтайтын өлшем ұсынылды. Камералық-бағаналы қазу жүйесінің негізгі геомеханикалық параметрі ретінде кентіректерді қайта игеру тәртібін жобалау үшін қажетті жер бетін толық өндіру (шөгу) шарты ($H < 1,09L_3$ немесе $L_3 > H / 1,09$) анықталды.

Түйінді сөздер: таужыныстар массиві, қайта өндіру, сырғу бет, сейсморбарлау, толық шөгу, панель, тосқауыл кентірек, камерааралық кентірек, теп-теңдік шатыры, сырғу.

Geomechanical support of the system for the development of shallow ore bodies at the Zhaman-Aybat deposit

Abstract. The article presents the results of comparing the results of field studies (seismic exploration) with the results of the BABO technique, the sliding parameters were determined by the method of reverse calculation in the conditions of the Zhaman-Aybat deposit. According to the results of studies of the mechanical properties of the ore and rocks of the Zhaman-Aybat deposit, the ore at the deposit is elastic, capable of accumulating the potential energy of elastic deformations, with a brittle nature of destruction. On the basis of which a criterion is recommended that determines the condition for planting an overlying stratum to prevent the occurrence of a mountain-tectonic shock (man-made earthquake) when planting an overlying stratum on a large part-time area. The condition of complete working of the Earth's surface ($H < 1,09L_3$ or $L_3 > H / 1,09$) is established, which is necessary for designing the order of re-working of the whole, as the main geomechanical parameter of the chamber-pillar development system.

Key words: rock mass, reworking, sliding surface, seismic exploration, full landing, panel, barrier whole, inter-chamber whole, natural balance vault, displacement.

Геомеханическое обеспечение системы разработки пологих рудных тел на месторождении Жаман-Айбат

Аннотация. В статье приведены результаты сопоставления результатов натурных исследований (сейсморазведки) с результатами методики БАБО, по методу обратного расчета были определены параметры скольжения в условиях месторождения Жаман-Айбат. По результатам исследований механических свойств руды и пород месторождения Жаман-Айбат, руда на месторождении является упругой, способной к накоплению потенциальной энергии упругих деформаций, с хрупким характером разрушения. Авторами статьи предложен критерий, определяющий условие просадки налегающей толщи для предотвращения возникновения горно-тектонического удара (техногенного землетрясения) на большой площади. Установлено условие полной подработки земной поверхности ($H < 1,09L_3$ или $L_3 > H / 1,09$), необходимое для проектирования порядка повторной отработки целиков, как основной геомеханический параметр камерно-столбовой системы разработки.

Ключевые слова: массив горных пород, повторная отработка, поверхность скольжения, сейсморазведка, полная посадка, панель, барьерный целик, межкамерный целик, свод естественного равновесия, сдвижение.

Кіріспе

Профессор В.Р. Именитов негізін салған қазу жүйелерінің классификациясында тазарту кеңістігін табиғи түрде ұстап тұратын қазу жүйесі мен кенді және негізгі жыныстарды құлататын қазу жүйесі жеке класстарға бөлінген. Қазіргі кезде кенді өндірудегі заманауи технологиялық жетістіктер мен талаптардың өзгеруіне байланысты, қазу жүйесінің классификациясындағы әртүрлі класстардағы қазу жүйелерінің комбинациясы қолданылып жүр. Солардың бірі – камералы бағанды қазу жүйесі мен кенді қайта қазып алу. 2009 жылға дейін «Қазақмыс Корпорациясы» ЖШС қарасты кенорындарда бұл қазу жүйелерін жобалаған кезде жеке жеке есептеліп, кей жағдайда біртұтас жүйе ретінде қабылданған [1, 2].

Жезқазған кен орнын қалыптасқан тау-кен техникалық және геомеханикалық жағдайларда одан әрі тиімді және қауіпсіз қазу Концепциясы ұсынылды, оның мәні Жезқазған кен орнын бұған дейін пайдаланылған алаңдар мен горизонттарды қайта қазуды міндетті түрде сүйемелдеумен, қазылған кеңістіктердің құлауымен камералық-бағаналы жүйемен (бұдан әрі – КБҚЖ) одан әрі игеру болып табылады. Сол себептен КБҚЖ параметрлерін, қайта қазып алудың оңтайлы шарттарын ескеріп қабылдануы керек [3, 4].

Жезқазған кенорнындағы тәжірибеге сүйенсек, Жаман-Айбат кенорнында кенді толық алудың бірден бір шарты

– ол қазу жүйесі элементтерінің кенді толық алғанша тұрақты күйде болуы. Оның ішінде тосқауыл кентіректердің (ТК) рөлі өте маңызды. Өйткені бастапқы кезеңде жоғары таужыныс қабатынан келетін қысымды өзіне қабылдап тұратындықтан, кенді алудың соңғы кезеңдерінде қысымның концентрациясының артуының салдарынан геомеханикалық жағдайдың күрт ушығып кетуіне бірден бір себеп.

Тосқауыл кентіректер мен іргелес панельдердегі камерааралық кентіректерге (КК) жүктеменің шамасын азайту үшін, жер бетінің толық шөгу шарты орындалуы керек [5].

Кені алынған кеңістік пайда болғаннан бастап, кеңістіктің айналасындағы массивте сырғу беттермен шектелген деформациялық аймақтар түзілетіні белгілі. Осы сырғуларды есептеу кезінде толық және толық емес шөгу жағдайлары ажыратылады [6, 7]. Тазарту панелінің ені үлкен болған жағдайда, әсіресе оның мөлшері қабаттың орналасу тереңдігіне жақын болса немесе одан үлкен болса, толық шөгу кезеңі басталады. Бұл кезеңде асты қазылатын массивтің табиғи кернеулену күйі қалпына келеді. Толық жұмыс істейтін аймақта деформациялар тоқтайды [8, 9].

Зерттеу әдістері

1-суретте Жезқазған кен орнындағы кентіректер қирағаннан кейін немесе оларды қазып алғаннан кейін жер

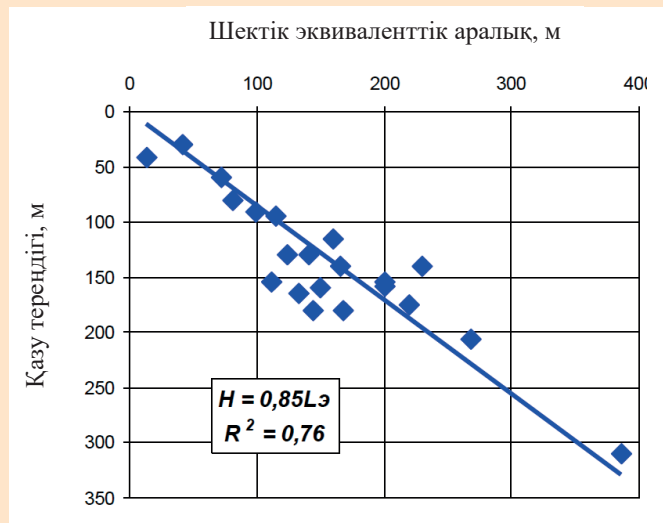
бетін толық отыруының жиынтық тәжірибесі көрсетілген. Кентіректерді алу кезінде тау жыныстарының ығысуы жер бетіне дейін жететін шарттар 0,76 корреляция коэффициентімен мына формулаларымен сипатталады (1):

$$H \geq 0,85L_3, \quad (1)$$

немесе

$$L_3 \geq 1,13H, \quad (2)$$

мұндағы H – тау-кен жұмыстарының тереңдігі; L_3 – шекті эквиваленттік аралығы.



Сурет 1. Жезқазған кен орнында жер бетіне дейінгі қалыңдықты отырғызу критерийі.

Fig. 1. The criterion for planting the overlying thickness to the surface at the Zhezkazgan field.

Рис. 1. Критерий посадки налегающей толщи до поверхности на Жезказганском месторождении.

Жезқазған тәжірибесін «Жылжу процессі зерттелмеген кен орындарындағы құрылыстарды қорғаудың уақытша ережелерінің» деректерімен салыстырайық [10]. Бұл құжатта, орташа қалыңдықты және қалың тау жыныстарында оқшауланған кеншоғырларды құлата қазу жүйелерінде, кеншоғырдан жоғары жатқан таужыныс қабатының жер бетіне дейін опырылу шарты былай сипатталады:

$$H < k_1 \times L_3, \quad (3)$$

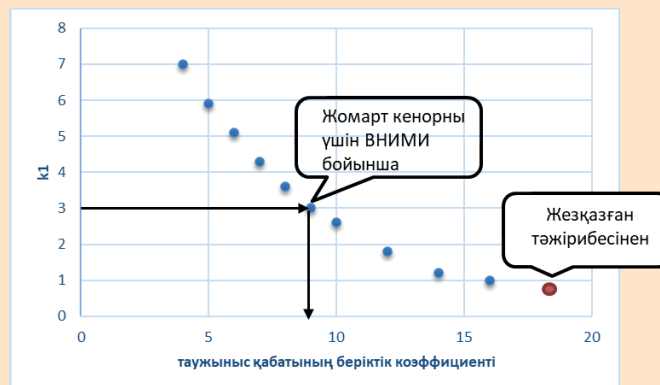
мұндағы k_1 – кеншоғырдан жоғары жатқан жыныстарының f беріктік коэффициентін ескеретін коэффициент.

Массивті құрайтын тау жыныстары неғұрлым мықты болса, k_1 коэффициенті соғұрлым аз болады (1 сурет). Жезқазған кен орнында (1) формуладан көрініп тұрғандай $k_1 = 0,85$. Егер тау жыныстарының орташа беріктік коэффициенті $f = 18$ -ге тең болса, Жезқазған деректері жалпы тәуелділікке жақсы сәйкес келеді.

Егер:

- Жаман-Айбат кенішінде тау жыныстарының орташа беріктігі $f = 9$ болса;
- оның ішінде кеннің беріктігі Жезқазғанға қарағанда 2 есе төмен болса;

- көлденең тектоникалық кернеулер деңгейінен Жезқазғаннан қарағанда 2 есе аз, ал бұл оның бүйірлік қысым арқылы төбенің таужынысын құлатпай ұстап тұрады десек, Жаман-Айбат кенорны үшін k_1 коэффициентінің мәні $k_1 = 3$ болу керек (2 сурет).



Сурет 2. Орташа f беріктігіне байланысты жоғарғы қабат жыныстарының жер бетіне дейін толық отыру критерийлеріндегі k_1 коэффициентінің мәндері.

Fig. 2. The values of the coefficient k_1 in the criterion of full planting of the overlying thickness to the surface, depending on the average strength f of the rocks of the overlying thickness.

Рис. 2. Значения коэффициента k_1 в критерии полной посадки налегающей толщи до поверхности в зависимости от средней крепости f пород налегающей толщи.

Бұл дегеніміз, қайта өндіру кезінде мына шарт орындалған жағдайда үстіңгі қабаттың жер бетіне толық опырылуы болады:

$$H < 3L_3 \text{ немесе } L_3 > H/3 \quad (4)$$

Қазіргі қолданыстағы қазу жүйеге байланысты бір панельдің құлау аймағының эквиваленттік аралығы $L_3 = 85$ м. $H = 430$ м тереңдікте бұл шарт орындалмайды.

Демек, бір панельді қайта өндіргеннен кейін, құлау аймағы трапеция тәрізді күмбез түрінде түзіліп, ал үстіңгі қабат тосқауыл кентіректердің тірегімен ілініп, оларда кернеудің жоғарылауын қалыптастырады.

(4) критерийге сенсек үш панель мен олардың арасындағы тосқауыл кентірек жойылғаннан кейін ғана орындалуы мүмкін.

Жаман-Айбат кенорнының тау-кен геологиялық жағдайындағы осы (4) критерийдің шынайылығын тексеру үшін натурада сынақтар (сейсморлау) және БАБО әдісімен есептер жүргізу қажет.

Жаман-Айбат кенорнының 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдердегі кені алынған кеңістіктерінен жоғарғы қабаттағы деформация аймақтарын анықтау мақсатында сейсмикалық барлау технологияларының көмегімен тау-кен массивінің тереңдігіндегі қол жетпейтін учаскелерден ақпарат алуға мүмкіндік беретін ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді [11].

Аталған панельдердің жазылымы бойынша ұзындығы 8000 с.м (сызықтық метр), зерттеу тереңдігі 455 м-ден

625 м-ге дейін сейсмикалық барлау жұмыстарын жүргізудің міндеттері мыналар:

1. Өндірілген кеңістіктің үстіндегі іргелес таужыныс қабатының құлау процестерін зерттеу және құлау аймақтарының шекарасын анықтау.

2. Жер асты қуыстарын анықтау және модельдеу мүмкіндіктерін зерттеу.

3. Асты өндірілген қалыңдықтың үстінде жатқан жыныстардың толық құлау аймақтарын сипаттайтын шағылысатын беттердің морфологиясы бойынша мәліметтер алу.

4. Асты өндірілген таужыныстардың физикалық-механикалық параметрлері және су өткізгіш тасжарықтар пайда бола отырып, тегіс иілу аймағы айтарлықтай өзгере отырып, төбе жыныстарының иілу аймағының жай-күйі туралы деректер алу.

5. Рудалы таужыныс қабаты өндірілгеннен кейін массивтің кернеулі-деформацияланған жай-күйі аймақтарының жағдайы туралы деректер алу.

6. Жер бетіндегі қауіпті деформациялар туындауы мүмкін зерттеу шеңберіндегі аймақты анықтау.

МОГТ 2D сейсмикалық деректерін өңдеу нәтижесінде жоғары сапалы уақытша және терең қималар алынды.

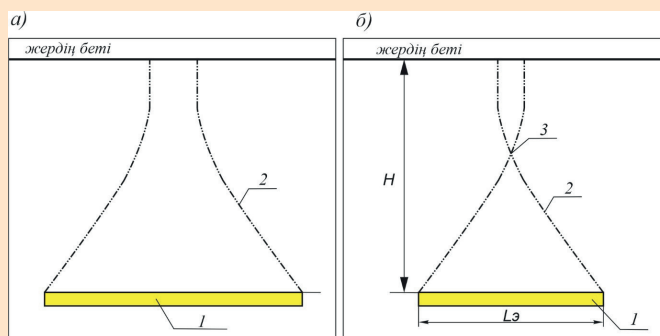
Келесі кезекте БАБО әдісі бойынша сырғу беттердің қисық сызықтарын геологиялық қимада тұрғызу арқылы, кені алынған панельдердің жоғары жағында қалыптасқан құлау шатырларының өлшемдері анықталды.

Сейсморарлау және БАБО әдісін қолданып теориялық жолдармен анықталған шамалар салыстырылды (кесте 1).

1-кестеден көрініп тұрғандай натуралық шатырлардың есептік мәндері сейсморарлау мәндері жақын. Сейсморарлау кезінде әртүрлі шудың және басқа да кедергі келтіретін факторлардың бар екендігін ескерсек, онда құлау аймақтарының соңғы анықталған мәндерін (қызғылт түспен) қазу жүйесін геомеханикалық қамтамасыз етуге негізге алуға болады.

ВНИМИ әдісімен Жомарт жағдайына анықталған $H < 3L_э$ немесе $L_э > H / 3$ шартының дұрыстығын

БАБО әдісімен тексеріп көреміз. БАБО әдісі бойынша шарттың орындалуы шатырдың (күмбездің) ұшы жер бетіне дейін тұйықталса шарт орындалмайды, екі қапталдан тұрғызылған сырғу беттер қиылыспай жер бетіне шықса, онда жердің беті толық шөгеді деп болжанады (сурет 3).



1 – кені алынған кеңістік, 2 – екінші топатғы сырғу беттер, 3 – шатырдың тұйықталу нүктесі.

Сурет 3. Сырғу беттерді салу арқылы жербетінің толық шөгу шартының орындалуын анықтаудың схемасы.

Figure 3. Scheme for determining the fulfillment of the condition of full working of the Earth's surface by constructing curves of sliding surfaces.

Рис. 3. Схема определения выполнения условия полной подработки земной поверхности путем построения кривых поверхностей скольжения.

Осы әдіс бойынша Жомарт-2 кенорны 4-I, 4-II, 4-III кеншоғырлары жағдайында анықтап көрейік. Кеншоғырдың құлау бағыттағы ені – 220 м. Тереңдігі 380-430 м. 3-суреттен көретініміз 430 м тереңдікте кенді құлата қазып алу барысында жер бетінің толық шөгуін қамтамасыз ететін қажетті кеңістіктің ені 394 метрді құрады. Бұл дегеніміз $H < 1,09L_э$ немесе $L_э > H/1,09$ -ға тең екенін білдіреді.

Кесте 1

Сейсморарлау және БАБО әдістерінің нәтижелерін салыстыру

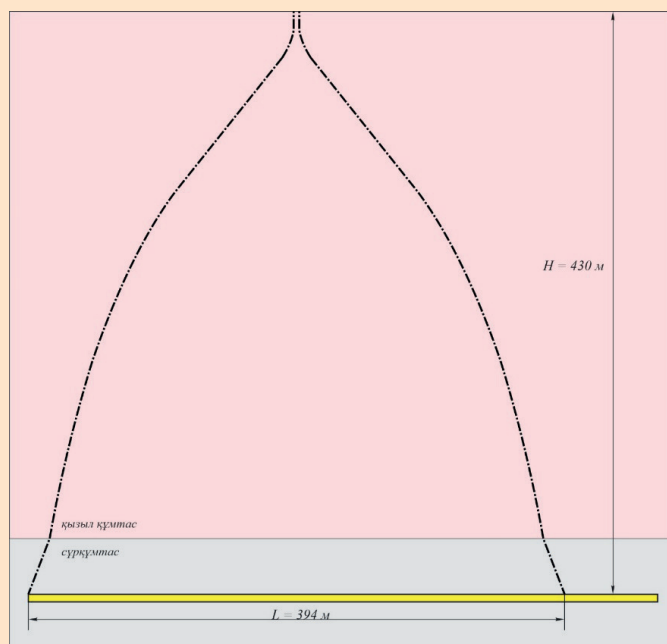
Table 1

Comparison of the results of seismic exploration methods and the BABO methodology

Таблица 1

Сравнение результатов методов сейсморазведки и методики БАБО

Панель	Профиль-дердің пикеті	Сейсморарлау бойынша құлау аймағының абсолютті биіктік белгісі, м	БАБО бойынша құлау аймағының абсолютті биіктік белгісі, м	БАБО әдістемесіне түзету енгізгеннен кейінгі құлау аймағының абсолютті биіктік белгісі, м
44-42	1300-1365	+ 41	+65,5	+44,8
44-42	1297-1370	- 158	-146	- 151
41	1400-1470	- 122	-131,2	-135,4
40	1400-1470	- 122	-119,4	-123,6
39	1480-1532	- 123	-52,8	59,6
1	1480-1532	- 123	-76,1	-81,5



Сурет 3. Жомарт-2 кенорнындағы жербетінің толық шөгу шартын анықтаудың схемасы.

Figure 3. Scheme for determining the conditions of full ground surface settlement at Zhomart-2 field.

Рис. 3. Схема к определению условий полной посадки земной поверхности на месторождении Жомарт-2.

4-I, 4-II, 4-III кеншоғырлардың ең үлкен ені 300 метрден аспайтындықтан, қазіргі қабылданатын жүрген кемералы бағанды қазу жүйесімен бұл шартты іс жүзінде іске асыру мүмкін емес. Өйткені екі тосқауыл кентіректің ара қашықтығы 394 м-ден кем болмас үшін, арасындағы камерааралық кентіректердің саны да ұлғайады. Кемінде 20 КК болуы керек. Тосқауыл кентіректерді қайта ала бастаған кезде, қысымның қайта таралуына байланысты КК-тердегі жүктеменің мөлшері артып, қирай бастайды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Жомарт кенорнындағы қазіргі қабылданған параметрлерге байланысты бір панельді қайта өндіргеннен кейін құлау аймағының эквивалентті аралығы 85 м болады. $H = 430$ м тереңдікте (4) критерий орындалмайды. Демек, бір панельді қайта өндіру арқылы өтелгеннен кейін, құлау аймағы трапеция түрінде жасалады, ал үстіңгі қабат ТК-термен ұсталып, олардағы тірек қысымын ұлғайтады. (4) критерийдің шарты орындалу үшін екі панель мен бір тосқауыл кентірек өндірілуі керек. Сейсmobарлаудың нәтижесі мен БАБО әдістемесімен анықтаудан белгілі болғандай, бұл жағдайда да төбедегі таужыныс қабатының опырылуы жер бетіне дейін жетпейді. Жер бетінің толық шөгуін қамтамасыз ететін физикалық процесстер тек төрт

панель мен олардың арасындағы үш ТК өтелгеннен кейін ғана орындалады. Бұл жағдайда опырылған таужыныс қабатының аралығы 460 м-ді құрайды.

Осылайша, төрт панельдің және олардың арасындағы ТК-тердің өндірілген кеңістігін жоспарлы түрде өтей отырып, қайта өндіру жоғарғы таужыныс қабатының толық отыруына қол жеткізуге мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде үлкен аумаққа іргелес қалыңдықты отырғызу кезінде таутектоникалық соққыны (техногендік жер сілкінісін) болдырмауға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Сонымен, төнбе қапталдағы орташа және төмен тұрақтылығы бар кен орындарындағы кентіректерді алу бастапқы өндіруді (бірінші кезең) геомеханикалық бағалауға негізделуі керек, онда кентіректердің әртүрлі өлшемдерінде өзгеріссіз қалатын төбенің тұрақты аралығын пайдалануға негізделген принципті қолдану керек.

Зерттеуден келесідей қорытынды шығаруға болады:

1. Ашық тазарту кеңістігі жүйесі арқылы жазық кеншоғырларды қазып өндіруді геомеханикалық қамтамасыз ету үшін, кенді қазуып алудың екі кезеңін (камералық қорды өндіру және кентіректерді өндіру) жобалау барысында жеке-жеке қарастырмай, бір жүйе ретінде бірден қарастыру қажет.

2. Тау-кен сілеміндегі механикалық процесстердің дамуын сапалы, әрі сандық болжауға модельдеудің сандық әдісін қолдануға болады. Сонымен бірге Ө. Сәбденбекұлының БАБО әдістемесі жазықтықтағы (екі өлшемде) мәселелерді шешуге ыңғайлы және осы уақытқа дейін өзінің тиімділігін көрсетті.

3. Тосқауыл кентіректер мен іргелес (көршілес) панельдердегі камерааралық кентіректерге жүктеменің шамасын азайту үшін, толық шөгу шарты орындалуы керек.

4. Сырғу беттерді геологиялық қимаға салу арқылы 4-1 кеншоғырының 1, 39, 40, 41, 42, 43-панелдерінің кені алынған кеңістіктерінен жоғарғы қабаттағы деформация аймақтары анықталып, сейсmobарлау нәтижесімен салыстырылды. БАБО әдісімен анықталған шатыр мен сейсmobарлаудың нәтижелерінде сәйкестік бар екені белгілі болды.

5. Мұндай кешенді тәсіл, таужыныстардың төбедегі жапсарлас қабатының геомеханикалық күйінің өзгеруін, тіпті жекелеген кеншоғырларды игеру кезінде де ескеруге мүмкіндік береді.

Алғыс білдіру

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады (грант №AP14972873). Жоба жетекшісі – Балпанова М.Ж.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Зайцев О.Н., Макаров А.Б., Юн А.Б. Іргелес қалыңдықтың құлауымен ашық өндірілген кеңістіктен камерааралық тұтастықтарды қайта әзірлеу технологиясының геомеханикалық негіздемесі. // Маркшейдерлік хабаршы. – 1999. – №4. – Б. 17-23 (орыс тілінде).

2. Алипбергенов М.К., Зайцев О.Н., Макаров А.Б., Юн А.Б. Жезқазған кен орнын ашық қазылған кеңістіктен қайта игеру технологиясын дамыту. // *Тау-кен журналы*. – 2000. – №8. – Б. 17-20 (орыс тілінде)
3. Жиенбаев А., Балпанова М., Асанова Ж., Жараспаев М., Нуркасын Р., Жакупов Б. Кен орындарын игерудің камералық-бағаналы жүйесі жағдайында шатырдың аралығының тұрақтылығын талдау. // *Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру*. – 2023. – Т. 17. – №1. – Б. 129-137 (ағылшын тілінде)
4. Таханов Д., Муратулы Б., Рашид Ж., Кыдрашов А. Іргелес тік кен денелерін аралас өңдеу кезінде тіректерді өңдеу параметрлерінің геомеханикалық негіздемесі. // *Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру*. – 2021. – Т. 15. – №1. – Б. 50-58 (ағылшын тілінде)
5. Жараспаев М.А., Толысбаев А.К. Жаман-Айбат кен орнында іргелес қалыңдықты отырғызу шарттары (Қазақстан Республикасы). // «Ғылым. Зерттеу. Тәжірибе» Халықаралық ғылыми конференциясы. ҰҒЗИ «НАЦРАЗВИТИЕ» конференцияларының материалдары, маусым 2017 ж. – Б. 77-80 (орыс тілінде)
6. Исабек Т.К., Демин В.Ф., Ивадилина Д.Т. Көмірді игерудің жерасты тәсілімен шағын геодезиялық желі пункттерінде жер бетінің жылжуын бақылау әдістемесі. // *Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы*. – 2019. – №2. – Б. 13-20 (ағылшын тілінде)
7. Dai Z., Tang J., Wang Y., Jiang Z., Zhang L., Liu S. Шөгінді беткейлерінде тау жыныстарының шөгінді болжауға арналған моделі. // *Қытай тау жыныстары механикасы және инженерлік журналы*. – 2017. – №12. – Б. 3012-3020 (ағылшын тілінде)
8. Сабденбекулы Ө.С. Геомеханика. «№1 Инновациялық орталық». – Қарағанды, «Санат-Полиграфия» ЖШС, 2009. – Б. 450 (қазақ тілінде)
9. Кожоголов К.Ч., Таханов Д.К., Имашев А.Ж., Кожас А.К., Балпанова М.Ж. Тау-кен жұмыстарының үстіндегі жер бетінің шөгінді есептеудің болжамды әдістерін әзірлеу. // «Тау-кен ғылымының журналы»: ғылыми журнал, АҚШ: Плейдалар баспасы. – 2020. – №56. – Б. 184-195 (ағылшын тілінде)
10. Зерттелмеген жылжу процесі бар кен орындарындағы құрылыстарды қорғаудың уақытша ережелері. – Л., ВНИМИ, 1986 (орыс тілінде)
11. «Жомарт кенішінің өтелген панельдерінің үстіндегі іргелес қалыңдықтың құлау аймақтарының шекараларын анықтау» тақырыбы бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарын орындауға арналған есеп, «Казгипроцветмет» ЖШС. – Алматы, 2021 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Zajcev O.N., Makarov A.B., Jun A.B. Geomechanischesкое обоснование технологии повторной разработки междукамерных целиков из открытого выработанного пространства с обрушением налегающей толщии [Geomechanical substantiation of the technology of re-development of inter-chamber tselik from an open worked-out space with the collapse of the overlying thickness]. // *Markshejderskij vestnik = Surveyor's Bulletin*. – 1999. – №4. – P. 17-23 (in Russian)
2. Alipbergenov M.K., Zajcev O.N., Makarov A.B., Jun A.B. Razvitie tehnologii povtornoj razrabotki zhezkazganskogo mestorozhdenija iz otkrytogo vyrabotannogo prostranstva s obrusheniem nalegajushhej tolshhi [Development of the technology of re-development of the Zhezkazgan deposit from an open worked-out space with the collapse of the overlying strata]. // *Gornyj zhurnal. = Mining magazine*. – 2000. – №8. – P. 17-20 (in Russian)
3. Zhiembayev A., Balpanova M., Asanova Zh., Zharaspaev M., Nurkasyn R., Zhakupov B. Analysis of the roof span stability in terms of room-and-pillar system of ore deposit mining. // *Mining of Mineral Deposits*. – 2023. – Vol. 17. – Issue 1. – P. 129-137 (in English)
4. Takhanov D., Muratuly B., Rashid Z., Kydrashov A. Geomechanics substantiation of pillars development parameters in case of combined mining the contiguous steep ore bodies. // *Mining of Mineral Deposits*. – 2021. – Vol. 15. – Issue 1. – P. 50-58 (in English)
5. Zharaspaev M.A., Tolysbaev A.K. Usloviya posadki nalegajushhej tolshhi na mestorozhdenii Zhaman-Ajbat (Respublika of Kazakhstan) [Conditions for planting the overlying strata at the Zhaman-Aybat deposit (Republic of Kazakhstan)]. // *Mezhdunarodnaja nauchnaja konferencija «Nauka. Issledovanija. Praktika» = International Scientific Conference «Science. Research. Practice»*. Conference materials GNII National Development. June 2017 – P. 77-80. – P. 77-80 (in Russian)
6. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilinova D.T. Methods for monitoring the earth surface displacement at points of small geodetic network under the underground method of coal development. // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. – 2019. – Issue 2. – P. 13-20 (in English)

7. Dai Z., Tang J., Wang Y., Jiang Z., Zhang L., Liu S. A model for predicting mining subsidence in bedding rock slopes. *Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao. // Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*. – 2017. – Issue 12. – P. 3012-3020 (in English)
8. Sabdenbekuly O.S. *Geomekhanika. «№1 Innovciyalyk ortalyk» [Geomechanics. LLP «Innovation Center No.1»]*. – Karagandy, «Sanat-Poligrafiya», 2009. – P. 450 (in Kazakh)
9. Kozhagulov K.Ch., Takhanov D.K., Imashev A., Kozhas A.K., Balpanova M.Zh. *Methods of Forward Calculation of Ground Subsidence above Mines. // «Journal of Mining Science»: Scientific Journal, USA: Publishing House of the Pleiades Publishing*. – 2020. – Issue. 56. – P. 184-195 (in English)
10. *Vremennye pravila ohrany sooruzhenij na mestorozhdenijah s neizuchennym processom sdvizhenija [Temporary rules for the protection of structures in deposits with unexplored displacement process]*. – L., VNIMI, 1986 (in Russian)
11. *Otchet na vypolnenie nauchno-issledovatel'skih rabot po teme «Opredelenie granic zon obrushenij nalegajushhej tolshhi nad pogashennymi paneljami rudnika Zhomart» [Report on the implementation of research work on the topic «Determining the boundaries of the collapse zones of the overlying strata over the extinguished panels of the Zhomart mine»]*, TOO «Kazgiprosvetmet». – Almaty, 2021 (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зайцев О.Н., Макаров А.Б., Юн А.Б. Геомеханическое обоснование технологии повторной разработки междукламерных целиков из открытого выработанного пространства с обрушением налегающей толщи. // *Маркшейдерский вестник*. – 1999. – №4. – С. 17-23 (на русском языке)
2. Алипбергенов М.К., Зайцев О.Н., Макаров А.Б., Юн А.Б. Развитие технологии повторной разработки Жезказганского месторождения из открытого выработанного пространства с обрушением налегающей толщи. // *Горный журнал*. – 2000. – №8. – С. 17-20 (на русском языке)
3. Жиенбаев А., Балпанова М., Асанова Ж., Жараспаев М., Нуркасын Р., Жакупов Б. Анализ устойчивости пролета кровли в условиях камерно-столбовой системы разработки рудных месторождений. // *Разработка месторождений полезных ископаемых*. – 2023. – Т. 17. – №1. – С. 129-137 (на английском языке)
4. Таханов Д., Муратулы Б., Рашид Ж., Кыдрашов А. Геомеханическое обоснование параметров отработки столбов при комбинированной отработке прилегающих крутых рудных тел. // *Разработка месторождений полезных ископаемых*. – 2021. – Т. 15. – №1. – С. 50-58 (на английском языке)
5. Жараспаев М.А., Толысбаев А.К. Условия посадки налегающей толщи на месторождении Жаман-Айбат (Республика Казахстан). // *Международная научная конференция «Наука. Исследование. Практика». Материалы конференций ГНИИ «НАЦРАЗВИТИЕ», июнь 2017 г.* – С. 77-80 (на русском языке)
6. Исабек Т.К., Демин В.Ф., Ивадилина Д.Т. Методика контроля смещения земной поверхности на пунктах малой геодезической сети при подземном способе разработки угля. // *Научный Вестник Национального горного университета*. – 2019. – №2. – С. 13-20 (на английском языке)
7. Dai Z., Tang J., Wang Y., Jiang Z., Zhang L., Liu S. Модель для прогнозирования оседания горных пород в откосах залегания. // *Китайский журнал механики горных пород и инженерного дела*. – 2017. – Т. 12. – С. 3012-3020 (на английском языке)
8. Сабденбекулы О.С. *Геомеханика. TOO «Инновационный центр №1»*. – Караганда, TOO «Санат-Полиграфия». – 2009. – С. 450 (на казахском языке)
9. Кожгаулов К.Ч., Таханов Д.К., Имашев А.Ж., Кожас А.К., Балпанова М.Ж. Разработка прогнозных методов расчета оседаний земной поверхности над горными работами. // *«Научный журнал горного дела», США: Издательство Плеяды, 2020. – №56. – С. 184-195 (на английском языке)*
10. *Временные правила охраны сооружений на месторождениях с неизученным процессом сдвижения*. – Л., ВНИМИ, 1986 (на русском языке)
11. *Отчет на выполнение научно-исследовательских работ по теме «Определение границ зон обрушений налегающей толщи над погашенными панелями рудника Жомарт»*, TOO «Казгипроцветмет». – Алматы, 2021 (на русском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Балпанова М.Ж., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ механика кафедрасының оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), balpanova86@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1513-5317>

Таханов Д.Т., «Өнеркәсіптік қауіпсіздік ғылыми-техникалық орталығы» ЖШС бас ғылыми қызметкері (Қарағанды қ., Қазақстан), takhanov80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2360-9156>

Жиенбаев А.Б., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан), Zhienbaev@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4347-8608>

Жунусбекова Г.Ж., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» КЕАҚ докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан), gaukhar.zhumashevna@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2842-270X>

Information about the authors:

Balpanova M.Zh., Lecturer of the Department of Mechanics of the NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Takhanov D.K., Chief Researcher of Scientific and Technical Center for Industrial Safety LLP (Karaganda, Kazakhstan)

Zhienbayev A.B., doctoral student of the NAO «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Zhunusbekova G.Zh., doctoral student of the Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Балпанова М.Ж., преподаватель кафедры механики НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (Караганда, Казахстан)

Таханов Д.К., главный научный сотрудник ТОО «Научно-технический центр промышленной безопасности» (Караганда, Казахстан)

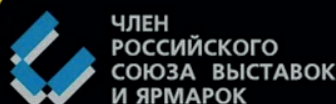
Жиенбаев А.Б., докторант НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (Караганда, Казахстан)

Жунусбекова Г.Ж., докторант НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова» (Караганда, Казахстан)



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И МАЙНИНГА НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ

17 | 18 | 19 октября 2023 г.
г. НОВОСИБИРСК



UIMF

5-й ЮБИЛЕЙНЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
ФОРУМ УЗБЕКИСТАНА

1 • 2
НОЯБРЯ
2023
ТАШКЕНТ

Организаторы:



Код МРНТИ 52.45.31

*S.A. Laikhan, N.A. Ulmaganbetov, B.Zh. Salkynbaev, M.S. Almagambetov
LTD «Research Engineering Center ERG» (Aktobe, Kazakhstan)

METHODS OF PELLETIZING FINE CHROMIUM RAW MATERIALS, KEMPIRSAY DEPOSIT, USING POLYMERIC BINDER

Abstract. This article describes the existing methods of pelletizing crude ore materials. Their main methods and mechanisms have been considered. The technologies of formation of briquettes and brexes have been described in detail. In the work, fine chromium raw materials from Kempirsay deposit are used as materials under study. The material is a loose substance obtained after drying chrome ore. The chemical and particle size distribution composition of fine chromium raw materials is given. The binder is polyacrylamide. A comparative analysis and differences between the methods of pelletizing have been carried out. The methods of pelletizing have been described, and the results of laboratory research on pelletizing have been obtained. The qualitative indicators of the obtained pelletized products were evaluated. The recipe for the optimal composition of the mixture for pelletizing has been selected. The factors affecting the quality of briquettes and brexes have been determined.

Key words: polyacrylamide, chrome ore, briquetting, pelletizing, semi-dry molding, brexes, extrusion.

Полимерлі байланыстырушы реагентті пайдалана отырып, Кемпірсай кен орнының ұсақ дисперсті хром шикізатын кесектеу тәсілдері

Аннотация. Бұл мақалада кен шикізатын өңдеудің қолданыстағы әдістері сипатталған. Олардың негізгі әдістері мен механизмдері қарастырылады. Брикеттер мен брекстерді қалыптастыру технологиялары егжей-тегжейлі сипатталған. Жұмыста зерттелетін материалдар ретінде Кемпірсай кен орнының ұсақ дисперсті хром шикізаты пайдаланылды. Материал-хром кенін кептіргеннен кейін алынған сусымалы зат. Ұсақ дисперсті шикізаттың химиялық және гранулометриялық құрамы келтірілген. Байланыстырушы материал ретінде органикалық зат, қатты және аморфты материал полиакриламид қолданылады. Бұл акрил қышқылының амидіне негізделген полимер, иіссіз, ұнтақ мөлшері 1 мм-ден аз болып келеді. Салыстырмалы талдау жасалды, кесектеу брикеттер мен брекстер арасындағы айырмашылықтар талқыланады. Брикеттер мен брекстер қаттылық қасиетін анықтау үшін, беріктігін анықтауға арналған қондырғыда, арнайы сокқыда және барабанда сыналды. Кестеде көрсетілген брикеттер мен брекстердің беріктігін анықтау нәтижелері келтірілген. Алынған өнімдердің сапалық көрсеткіштері және тасымалдауға төзімділігі және көптеген құймалар бағаланды. Қоспаның оңтайлы құрамының рецепті таңдалады. Брикеттер мен брекстердің сапасына әсер ететін факторлар анықталды.

Түйінді сөздер: полиакриламид, хром-рудалық шикізат, брикеттеу, кесектеу, жартылай құрғақ қалыптастыру, брекстер, экструзия.

Способы окускования мелкодисперсного хромового сырья Кемпирсайского месторождения с использованием полимерного связующего реагента

Аннотация. В данной статье описаны существующие способы окускования рудного сырья. Рассмотрены их основные методы и механизмы. Подробно описаны технологии формирования брикетов и брэксов. В работе в качестве исследуемых материалов использованы мелкодисперсное хромовое сырье Кемпирсайского месторождения. Материал представляет собой сыпучее вещество, получаемое после сушки хромовой руды. Приведены химический и гранулометрический состав мелкодисперсного хромового сырья. Связующим материалом выступает органическое вещество, твердый и аморфный материал полиакриламид, представляющий собой полимер на основе амида акриловой кислоты, без запаха, порошок крупностью менее 1 мм. Был сделан сравнительный анализ и отличия между способами окускования. Расписаны методика проведения окускования, а также получены результаты лабораторных исследований по окускованию. Брикеты и брэксы были испытаны на сброс, на установке по определению прочности на сбрасывание, на удар и истирание. Приведены результаты испытания брикетов и брэксов на прочность, которые представлены на графике. Оценены качественные показатели полученных окускованных продуктов и устойчивости к транспортировке и многочисленным пересыпкам. Подобрана рецептура оптимального состава смеси для окускования. Определены факторы, влияющие на качество брикетов и брэксов.

Ключевые слова: полиакриламид, хромородное сырье, брикетирование, окускование, полусухое формование, брэксы, экструзия.

Introduction

Metallurgical practice has three most common methods of pelletizing fine materials: sintering, granulation (pelletizing) and briquetting. The main task of pelletizing is to produce a quality pelletized product with the necessary strength for transportation and loading into the melting unit, to ensure sufficient gas permeability of the batch layer, as well as to reduce dust entrainment in the pyrometallurgical process.

The pelletizing methods can be divided into two groups: high-temperature and cold-temperature. The high-temperature methods include, first of all, sintering, and the second method is pelletizing followed by hardening calcination. In both cases, the desired strength of the lumpy product is achieved through exposure to high temperatures at which partial submergence and solid-phase sintering of the material occurs.

The group of cold pelletizing methods includes briquetting, extrusion with the production of extrusion briquettes (the brexes) and non-fired pelletizing. In these cases, the necessary strength of briquettes is provided by adding the binders in the composition of the material under pelletization.

The share of fine ore materials and concentrates, which are products of deep enrichment, recycled materials, and technogenic waste not previously involved in processing, is critical-

ly increasing in the metallurgical industry at the present time. The need to use these materials is based on the quantitative content of valuable components in the materials and the deterioration of the raw material base as the deposits are depleted. Traditional methods of pelletizing raw materials by agglomeration and pelletizing have largely exhausted their reserves and possibilities. Therefore, scientific developments aimed at providing the metallurgical industry with first-grade high-quality batch mixture seem to be very relevant, and the direction of development of briquette production is promising [1].

Feeding materials in their compact form into the metallurgical unit prevents their removal with the exhaust gases, and in the case of reduction smelting provides gas permeability of the batch materials column. In addition, briquetting reduces material losses during transportation [3].

The process of briquetting fine-grained materials has a number of the following advantages [2]:

- strength and better transportability of briquettes;
- briquettes have the same regular shape and weight;
- briquettes have a higher specific gravity, can concentrate maximum useful components in the minimum volume;
- the possibility of obtaining complex briquettes consisting of several batch components in different proportions;

- the possibility of using fine-grained materials of wide particle size distribution, while for pelletizing it is preferable to use the particles smaller than 74 microns.

In the metallurgical industry, a variety of briquette press designs are used for briquetting fine materials: stamping, belt, table, and ring presses. At the moment in the metallurgical industry, briquetting in roll briquetting presses is the most widespread, due to a number of advantages over presses of other designs [2]. The advantages are: continuity of the process, high productivity, ease of operation, lack of dynamic loads, relatively low wear of working surfaces and low energy consumption. Leading companies specialized in the development and series production of roll presses are: K.R. Komarek, Inc. (USA), Köppern (Germany), Sahut-Conreur (France), Spider-mash (Russia).

Each briquetting process has its own specifics of preparation of fine fractional materials, consisting in the number and sequence of operations. Preparation of raw materials for briquetting is a combination of mechanical and thermal processes. The technological process of briquetting consists of:

- preparation of raw materials for briquetting (crushing, classification, drying, dosing and mixing components);
- pressing of briquette batch;
- briquette processing operations to separate fines and hardening.

A number of requirements are imposed on the binder materials. Firstly, the binder for briquetting must provide the necessary strength properties of the briquette both in the cold state and at the temperature of the metallurgical process. At the same time, the binder must not let harmful and ballast impurities into the material.

Briquetting of fine materials using binders, in contrast to briquetting without them, allows to obtain high-quality briquettes from almost any material at relatively low pressures pressing. When choosing binders, one should take into account not only their good binding properties, on which the strength characteristics of briquettes depend, but also the level of moisture and heat resistance provided by binders, the absence of harmful impurities in their composition, and environmental safety [4]. Binders have the following specific requirements:

- high surface activity and good wetting of the surface of the material under briquetting;
- the presence of plastic properties;
- resistance to atmospheric precipitation, temperature, oxidation by atmospheric oxygen, etc;
- absence of substances that contaminate the finished product;
- high soaking rate;

- no occurrence of high internal stresses in the hardened binder, which can destroy the adhesive bond;

- absence of volatile compounds that are toxic to the human body;

- cheapness and availability;

- ease of use;

- durability during storage and transportation.

If until recently inorganic binders such as cement or bentonite were widely used in ferrous metallurgy, nowadays polymeric organic binders are gaining popularity and can partially or completely replace inorganic ones [5-8]. As a rule, polymeric binders decompose at high temperatures without release of dangerous decomposition products and completely volatilize.

The aim of the work is to study the applicability of the polyacrylamide, polymeric agent, in the pelletizing of fine chromium raw materials as a binder. Development of pelletizing technology for processing in different metallurgical units, as well as the choice of rational consumption of the binder to reduce costs. Briquetting in a hydraulic press (roll-type press) and extrusion were chosen as the main methods of pelletizing.

Methodology of the study

Fine chromium raw materials from Kempirsay deposit were used as the material for pelletizing. The chemical composition of the sample is presented in Table 1. The used material was determined by tetrametric methods with the materials converted to a solution. The material is a loose substance obtained after drying of chrome ore. The particle size distribution of the sample is shown in Table 2. This material is valuable as a chrome ore raw material, as its chromium oxide content is about 43-49%. In industry, such raw materials are mostly pelletized and used as an additive in the batch during melting of ferroalloys [9-11].

The binder chosen was organic substance polyacrylamide (hereinafter PAA) which is a polymer based on the amide of acrylic acid. PAA is a solid, amorphous crystalline substance, white or partially transparent, odorless, powder with a coarseness of less than 1 mm. It is soluble in water, glycerol, ethylene glycol, glacial acetic acid; it swells in propionic acid, dimethyl sulfoxide and propylene glycol.

Chromium raw materials were pre-dried in a desiccator until constant weight. The materials were weighed on electronic scales KERN EW 3000-2M.

Raw mixes for briquetting and extrusion were prepared according to the same technique. For mixing, a laboratory single-blade mixing machine with adjustable speed of the rotating blade was used. Mixing of materials in it is done in a horizontal plane with concentric movement of the axis of the rotating blade. Dry mixing in the mixer was carried out for 10

Chemical composition of fine chromium raw material from the Kempirsay deposit №1

Table 1

Кесте 1

№1 Кемпірсай кен орнынан алынған ұсақ дисперсті хром шикізатының химиялық құрамы

Таблица 1

Химический состав мелкодисперсного хромового сырья из Кемпирсайского месторождения №1

Moisture	Cr O ₂₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al O ₂₃	FeO	C	S	P	PPP
0,34	48,81	7,80	0,51	19,71	7,13	12,24	0,49	0,024	0,002	3,793

minutes. The addition of water is required to impart adhesive qualities to the PAA, which leads to its dissolution and good volumetric distribution. Water was added to the dry mixture and stirred until the mixture became homogeneous. IP-1000 hydraulic laboratory press and a steel mold with a 30 mm cylindrical hole diameter were used for molding briquettes. The flow of the binder was chosen in accordance with the instructions for use, as well as on the basis of literature and experimental data [5-8]. The briquette forming force was 7 kN/cm². Table 3 shows the ratio of the components of the briquettes.

Table 2

Particle size distribution of the material

Кесте 2

Материалдың гранулометриялық құрамы

Таблица 2

Гранулометрический состав материала

Sieve under laboratory conditions, wt, %			
-0.2+0.1 mm	-0.1+0.071 mm	-0.071+0.040 mm	-0.040 mm
1,15	1,89	21,47	7 5.48

Table 3

Composition of experimental briquettes

Кесте 3

Тәжірибелі брикеттердің құрамы

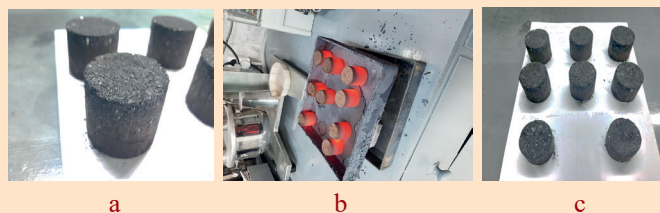
Таблица 3

Состав опытных брикетов

Option	Binder, mass/%	Moisture over dry weight, wt/%
Briquette 1	3	5
Briquette 2	2	6
Briquette 3	1	6
Briquette 4	3	4
Briquette 5	2	4

The obtained briquettes were cylinders of 30 mm in diameter and 30 mm high, weighing 60 g each. Drying of briquettes was performed under different conditions. For each type of drying, three briquettes were used. Drying under natural conditions took place at 20 °C for 2 days. Forced drying was carried out in Nabertherm TR 420 desiccator operating in the mode of volumetric drying with hot air. Drying in the desiccator was carried out at 120 °C for 180 minutes. The appearance of the briquettes is shown in Figure 1.

For briquetting, various types of extruders can also be used. At present, extruders are widely used in various industries. Extrusion is the process of extruding material through a forming hole [12]. For extrusion of the mixture, FSh-004RK02 screw pelletizer was used, on which a die with one molding channel of circular cross-section with diameter of 16 mm was pre-installed. In the process of extrusion at the outlet of the die the brexes were broken down manually into pieces 60-70 mm long (Fig. 1), weighing 80-90 g. Table 4 shows the ratio of components of raw brexes.

**Figure 1. Appearance of briquettes.**

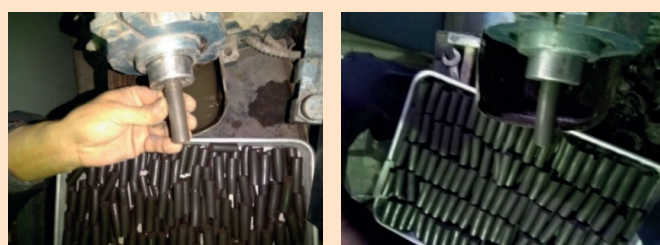
a – raw briquettes; b – hot briquettes; c – dried briquettes.

Сурет 1. Брикеттердің сыртқы түрі.

a – шикі брикеттер; б – ыстық брикеттер; в – кептірілген брикеттер.

Рис. 1. Внешний вид брикетов.

a – сырые брикеты; б – горячие брикеты; в – высушенные брикеты.

**Figure 2. Extrusion on a screw pelletizer.**

Сурет 2. Бұрандалы түйіршікті экструзия.

Рис. 2. Экструзия на шнековом грануляторе.

Table 4

Composition of experimental brexes

Кесте 4

Тәжірибелі брэкстердің құрамы

Таблица 4

Состав опытных брэксов

Option	Binder, mass/%	Moisture above dry weight, wt/%
Brex 1	3	10
Brex 2	3	12
Brex 3	2	10
Brex 4	2	12
Brex 5	1	12
Brex 6	0,5	12

The obtained briquettes were placed in metal trays, and then some of them were dried in natural conditions at 20 °C with measuring their strength after 1 and 4 days. The rest of the brexes were force dried under the same conditions as the briquettes.

Part of the briquettes after forced drying was subjected to a test to determine the hot strength. The dried briquettes were placed in a muffle furnace heated to 1000 °C and kept the briquettes in it for their maximum complete heating in volume. After 30 minutes, the briquettes were removed and the compressive strength was tested while hot.

Strength was measured on automatic test press RB-1000, IP-1000 and on the installation to determine the dropping

strength (Fig. 3). The compression force in the strength test was applied in the radial direction of the briquette/brex perpendicular to its forming force. The punch of the test press was a steel bar with a diameter of 20 mm.



Figure 3. Hydraulic press:

a – IP-1000, b – RB-1000, c – installation to determine the drop strength.

Сурет 3. Гидравликалық пресс:

a – IP-1000, b – RB-1000, c – қалпына келтіру беріктігін анықтау бойынша орнату.

Рис. 3. Гидравлический пресс:

a – ИП-1000, b – RB-1000, c – установка по определению прочности на сбрасывание.

Briquettes/brexes were tested for dropping, impact and abrasion. To determine the impact and abrasion resistance AP50B 3MT UZ (GOST 15137-77) drum type was used. The amount of material for determination of impact and abrasion resistance is not less than 15 kg. The material is loaded into the drum and after locking it the drum starts rotating up to 200 revolutions.

To determine the dropping strength, we used an installation for determining the dropping strength (GOST 25471-82), according to which the batch of briquettes/breaks are dropped on a metal surface from a height of 2000 mm with determination of the output of the formed fines (grain-size class less than 5 mm). The number of dropping is only 3 times. It is considered that briquettes/brexes meet the drop strength requirements if the amount of fines formed does not exceed 5...10 or even 15%. This means that transportation of large briquettes/brexes can be ensured only under logistic conditions, which exclude multiple dropping.

Results of the study

The results of the briquette strength test are shown in the graph in Figure 4.

The highest compressive strength is shown by briquettes №4 after forced drying at a temperature of 120 °C soaking for 3 hours with 3% binder content. The highest compressive strength of 50 kgf/briquette is shown by briquette No.1 with 3% binder content. With the exception for samples No.4 and No.5, the hot strength of other briquettes is comparable. Based on the graph in Figure 3 of all options for briquettes it is possible to accept that the most optimal option by all strength characteristics is briquette No.2, as all strength indicators are higher against other compositions of the briquette. Figure 5 shows the results of measuring the strength of the brexes.

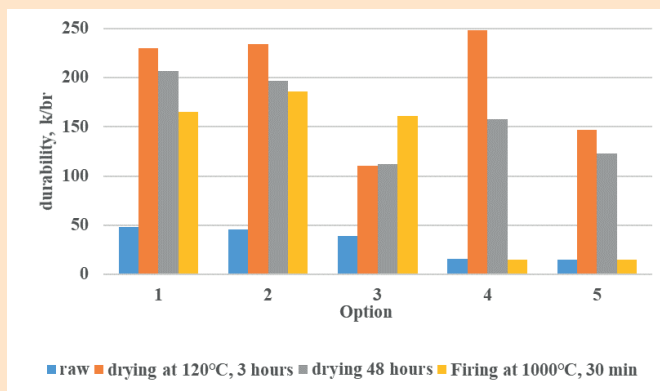


Figure 4. Test results of strength characteristics of briquettes.

Сурет 4. Брикеттердің беріктік сипаттамаларын сынау нәтижелері.

Рис. 4. Результаты испытания прочностных характеристик брикетов.

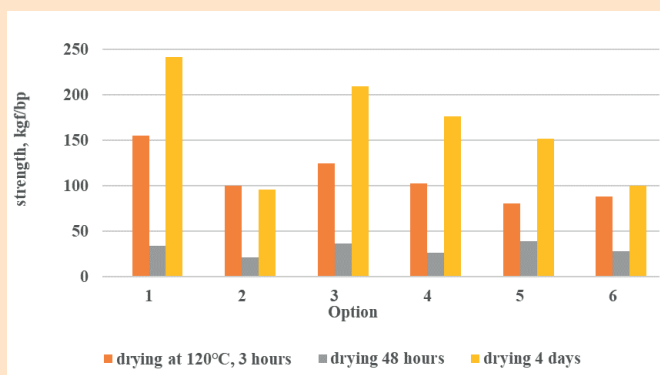


Figure 5. Test results of the strength characteristics of the brexes.

Сурет 5. Брэкстердің беріктік сипаттамаларын сынау нәтижелері.

Рис. 5. Результаты испытания прочностных характеристик брэксов.

Table 5

Impact and abrasion resistance

Кесте 5

Соққыға және тозуға төзімділік

Таблица 5

Прочность на удар и на истирание

Option	Strength, kgf/br		Durability of dry product for 3 times dropping from a height of 2000 mm/%	
	impact	abrasion	>5	<5
Briquette 1	96,1	3,9	98,85	1,15
Briquette 2	92,33	7,67	96,54	3,46
Brex 5	95,8	2,3	97,33	2,66
Brex 6	42,4	45,3	93,19	6,81

The strength of the raw brexes did not reach the values of 20 kgf/brex. The highest strength is in the brexes after natural drying for 4 days, a strength of 242 kgf/brexes has been achieved. Brexes after forced drying at 120 °C for 3 hours also show high compressive strength, up to 155 kgf/brex. To determine the resistance to impact and abrasion (GOST 15137-77) and to dropping (GOST 25471-82), 1, 2, 5 and 6 briquettes options were selected. The choice of options of briquettes to determine the strength was due to the fact that these options have the highest strength values. As for the briquettes, they were chosen in terms of reducing the cost of the binder. The test results are presented in Table 5.

As can be seen from Table 5 briquettes are stronger than brexes on average by 25%, 18.02% and 2.4% in terms of impact strength, abrasion strength and drop, respectively. But it should be noted that the consumption of the binder in briquettes is 1 and 2% more against for brexes.

Results and conclusion

Based on the laboratory studies on pelletizing, the following conclusions can be made: when using polyacrylamide as a binder, briquettes and brexes showed relatively high strength. In the case of briquetting fine chromium raw materials, addition of polyacrylamide up to 3% is enough to obtain briquettes with high strength. In obtaining extruded briquettes (brexes) high strength is achieved by adding polyacrylamide up to 1%. On the basis of analyses of laboratory studies it was found that:

Mechanical strength of briquettes and brexes required for transportation and multiple shipment in this case is achieved by forced drying and soaking in natural conditions for 2-4 days. Regarding the choice of the type of pelletizing in terms of resistance to transportation and multiple reloading, the production of briquettes is preferable to brexes.

REFERENCES

1. Plotnikov V.V., Babayevskaya O.V. *Analiz sposobov polucheniya zheleznykh briketov iz prirodnogo i tekhnogennogo syr'ya* [Analysis of methods of obtaining iron briquettes from natural and man-made raw materials]. // *Gornyy vestnik = Gornyi Vestnik*. – 2019. – №105. – P. 39-42 (in Russian)
2. Danilova YU.S., Peristy M.M. *Proizvodstvo zhelezorudnykh briketov – perspektivnyy sposob pererabotki metallurgicheskikh otkhodov* [Production of iron ore briquettes – a promising way to prepare metallurgical waste]. // *Okhrana okruzhayushchey sredy i ratsional'noye ispol'zovaniye prirodnykh resursov, sbornik statey XXI Vseukrainskoy nauchnoy konferentsii aspirantov i studentov = Environmental protection and rational use of natural resources, collection of papers XXI All-Ukrainian scientific conference aspirants and students*. – 2011. – №1. – P. 67-68 (in Russian)
3. Aksenova V., Alimbayev S.A., Pavlov A.V., Mustafin R.M. *Briketirovaniye poristykh glinozemsoderzhashchikh materialov na organicheskikh svyazuyushchikh* [Briquetting of porous alumina-containing materials on organic binders]. // *Metallurgicheskiye tekhnologii, Izvestiya. Chernaya metallurgiya = Metallurgical technologies, News. Ferrous Metallurgy*. – 2021. – №64. – P. 323-329 (in Russian)
4. Noskov V.A., Bol'shakov V.I., Maymur B.N., Lapin, Ye.V. *Experimentally-industrial production of briquettes from sifting out of ferroalloys on 'NZF'*. // *Metallurgical and mining industry*. – 2004. – №1. – P. 3 (in English)
5. Yulenkov N.S., Muravskiy A.A., Litosov G.Ye. *Svoystva kompozitsiy poliakrilamida i pentanpentaola* [Properties of compositions of polyacrylamide and pentanpentaol]. // *Nauka segodnya: problemy i puti ikh resheniya: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = Science today: problems and ways of their solutions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. – 2019. – P. 52-53 (in Russian)
6. Khadyyev YU.A., Antonova M.V. *Vliyaniye sostava svyazuyushchego na svoystva kompozitsionnogo materiala* [Influence of binder composition on composite material properties]. // *Molodezh' i XXI vek – 2020: Materialy X Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii = Youth and XXI century – 2020: Proceedings of X International Youth Scientific Conference*. – 2020. – P. 411-413 (in Russian)
7. Chzhan G., Sun' Yu., Syuy Yu. *Obzor svyazuyushchikh dlya briketov i mekhanizma briketirovaniya* [Review of briquette binders and briquetting mechanism]. // *Obzory vozobnovlyayemoy i ustoychivoy energetiki = Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2018. – №82. – P. 477-487 (in English)
8. Sunde M. *Organic binder as a substitute for bentonite in ilmenite palletization*. – Norway, 2012. – P. 104 (in English)
9. Alimbayev S.A., Al'magambetov M.S., Nurgali N.Z., Pavlov A.V. *Primeneniye ekstruzionnykh briketov dlya vyplavki uglerodistogo ferrokroma* [Application of extrusion briquettes for smelting carbonaceous ferrochrome]. // *Chernyye metally = Ferrous Metals*. – 2020. – №5. – P. 4-8 (in Russian)
10. Kurunov I., Bizhanov A. *Zhestkoye ekstruzionnoye briketirovaniye v metallurgii* [Stiff Extrusion Briquetting in Metallurgy]. // *Mezhdunarodnoye izdatel'stvo Springer = Springer International Publishing*. – 2018 (in Russian)
11. Stil R.B., Bizhanov A. *Zhestkaya ekstruzionnaya aglomeratsiya dugovoy pyli i melochi rudy dlya regeneratsii na ferrosplavnom zavode* [Stiff extrusion agglomeration of arc furnacedust and ore fines

for recovery at a ferroalloy smelter]. // Tez. 32-ya konferentsiya biyennale = Proc. 32nd Biennial Conf. – 2011. – P. 41-53 (in Russian)

12. Kuskov V.B., Il'in Ye.S. Study of the agglomeration process of various types of raw materials by extrusion method. // Mining Informational and Analytical Bulletin [this link is disabled](#). – 2022. – P. 279-289 (in English)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Плотников В.В., Бабаевская О.В. Табиғи және техногендік шикізаттан темір брикеттерді алу тәсілдерін талдау. // Тау хабаршысы. – 2019. – Шығ. 105. – Б.39-42 (орыс тілінде)
2. Данилова Ю.С., Перистый М.М. Темір кені брикеттерін өндіру-металлургиялық қалдықтарды дайындаудың перспективалық тәсілі. // Қоршаған ортаны қорғау және табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, аспиранттар мен студенттердің XXI Бүкіл Украиналық ғылыми конференциясының баяндамалар жинағы. – 2011. – Т. 1. – Б. 67-68 (орыс тілінде)
3. Аксенова В.В., Алимбаев С.А., Павлов А.В., Мұстафин Р.М. Органикалық байланыстырғыштарда кеуекті алюминий бар материалдарды брикеттеу. // Metallургиялық технологиялар. Хабаршы. Қара металлургия. – 2021. – Т. 64. – Б. 323-329 (орыс тілінде)
4. Носков В.А., Большаков В.И., Маймур Б.Н. Лапин Е.В., Ольшанский В.И. НЗФ-да ферроқорытпаларды електен өткізетін брикеттердің тәжірибелік-өнеркәсіптік өндірісі. // Metallургия және тау-кен өнеркәсібі. – 2004. – №1. – Б. 3 (ағылшын тілінде)
5. Юленков Н.С., Муравский А.А., Литосов Г.Е. Полиакриламид пен пентанпентаол композицияларының қасиеттері. // Бүгінгі ғылым: проблемалар және оларды шешу жолдары: Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары. – 2019. – Б. 52-53 (орыс тілінде)
6. Хадыев Ю.А., Антонова М. Байланыстырғыш құрамының композициялық материалдың қасиеттеріне әсері. // Жастар және XXI ғасыр-2020: X Халықаралық Жастар ғылыми конференциясының материалдары. – 2020. – Б. 411-413 (орыс тілінде)
7. Чжан Г., Сун Ю., Сюй Ю. Брикет байланыстырғыштары мен брикеттеу механизміне шолу. // Жаңартылатын және тұрақты энергия шолулары. – 2018. – Т. 82. – Б. 477-487 (ағылшын тілінде)
8. Sunde M. Органикалық тұтқыр ильменитке оралған кезде бентонит алмастырғыш ретінде. – Норвегия, 2012. – Б. 104. (ағылшын тілінде)
9. Алимбаев С.А., Алмагамбетов М.С., Нұрғали Н.З., Павлов А.В. Көміртекті феррохромды балқыту үшін экструзиялық брикеттерді қолдану. // Қара металдар. – 2020. –Т. 5. – Б. 4-8 (орыс тілінде)
10. Курунов И., Бижанов А. Metallургиядағы қатты экструзиялық брикеттеу. // Springer International Баспасы. – 2018 (орыс тілінде)
11. Стил Р.Б., Бижанов А. Ферроқорытпа зауытында алу үшін доғалы пештердің шаңы мен кенді ұсақ заттарды қатты экструзиялық агломерациялау. // Тр. 32-ші конф биенналесі. – 2011. – Б. 41-53 (орыс тілінде)
12. Кусков В.Б., Ильин Е.С. Экструзия әдісімен шикізаттың әртүрлі түрлерін агломерациялау процесін зерттеу. // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық хабаршысы. – 2022. – Б. 279-289 (ағылшын тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Плотников В.В., Бабаевская О.В. Анализ способов получения железных брикетов из природного и техногенного сырья. // Горный вестник. – 2019. – Вып. 105. – С. 39-42 (на русском языке)
2. Данилова Ю.С., Перистый М.М. Производство железорудных брикетов – перспективный способ подготовки металлургических отходов. // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Сборник докладов XXI Всеукраинской научной конференции аспирантов и студентов. – 2011. – Т. 1. – С. 67-68 (на русском языке)
3. Аксенова В., Алимбаев С.А., Павлов А.В., Мустафин Р.М. Брикетирование пористых глиноземсодержащих материалов на органических связующих. // Metallургические технологии, Известия. Черная металлургия. – 2021, – Т. 64, – С. 323-329 (на русском языке)
4. Носков В.А., Большаков В.И., Маймур Б.Н. Лапин, Е.В. Ольшанский В.И. Опытное-промышленное производство брикетов из просеивания ферросплавов на НЗФ. // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2004. – №1. – С. 3 (на английском языке)
5. Юленков Н.С., Муравский А.А., Литосов Г.Е. Свойства композиций полиакриламида и пентанпентаола. // Наука сегодня: проблемы и пути их решения: Материалы международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 52-53 (на русском языке)
6. Хадыев Ю.А., Антонова М.В. Влияние состава связующего на свойства композиционного материала. // Молодежь и XXI век – 2020: Материалы X Международной молодежной научной конференции. – 2020. – С. 411-413 (на русском языке)

7. Чжан Г., Сунь Ю., Сюй Ю. Обзор связующих для брикетов и механизма брикетирования. // *Обзоры возобновляемых и устойчивых источников энергии*. – 2018. – Т. 82. – С. 477-487 (на английском языке)
8. Сунде М. Органическое вяжущее как заменитель бентонита при окомковании ильменита. – Норвегия, 2012. – С. 104 (на английском языке)
9. Алимбаев С.А., Алмагамбетов М.С., Нурғали Н.З., Павлов А.В. Применение экструзионных брикетов для выплавки углеродистого феррохрома. // *Черные металлы*. – 2020. – Т. 5. – С. 4-8 (на русском языке)
10. Курунов И., Бижанов А. Жесткое экструзионное брикетирование в металлургии. // *Издательство Springer International*. – 2018 (на русском языке)
11. Стил Р.Б., Бижанов А. Жесткая экструзионная агломерация пыли дуговых печей и рудной мелочи для извлечения на ферросплавном заводе. // *Тр. 32-я биеннале конф.* – 2011. – С. 41-53 (на русском языке)
12. Кусков В.Б., Ильин Е.С. Изучение процесса агломерации различных видов сырья методом экструзии. // *Горный информационно-аналитический вестник*. – 2022. – С. 279-289 (на английском языке)

Information about the authors:

Laikhan S.A., Engineer technologist, master of technical sciences, postgraduate student, LTD «SERC ERG» (Aktobe, Kazakhstan), Salamat.Laikhan.@erg.kz; <https://orcid.org/0000-0001-6847-4075>

Ulmaganbetov N.A., Engineer technologist of the 1st category, master of technical sciences, LTD «SERC ERG» (Aktobe, Kazakhstan), Nursultan.Ulmaganbetov@erg.kz; <https://orcid.org/0000-0003-4747-9381>

Salkynbaev B.Zh., Engineer technologist, master of technical sciences, LTD «SERC ERG» (Aktobe, Kazakhstan), Bekarys.Salkynbaev@erg.kz; <https://orcid.org/0000-0002-0907-4116>

Almagambetov M.S., Head of laboratory, candidate of technical sciences, LTD «SERC ERG» (Aktobe, Kazakhstan), Maral.Almagambetov@erg.kz; <https://orcid.org/0009-0005-5501-1385>

Авторлар туралы мәліметтер:

Лайхан С.А., инженер-технолог, техника ғылымдарының магистрі, аспирант, ЖШС «ҒЗИО ERG» (Ақтөбе қ., Қазақстан)

Улмаганбетов Н.А., 1 санаттағы инженер-технолог, техника ғылымдарының магистрі, ЖШС «ҒЗИО ERG» (Ақтөбе қ., Қазақстан)

Салкынбаев Б.Ж., инженер-технолог, техника ғылымдарының магистрі, ЖШС «ҒЗИО ERG» (Ақтөбе қ., Қазақстан)

Алмагамбетов М.С., зертхана басшысы, техника ғылымдарының кандидаты ЖШС «ҒЗИО ERG» (Ақтөбе қ., Қазақстан)

Сведения об авторах:

Лайхан С.А., инженер-технолог, магистр технических наук, аспирант, ТОО «НИИЦ ERG» (г. Ақтөбе, Қазақстан)

Улмаганбетов Н.А., инженер-технолог I категории, магистр технических наук, ТОО «НИИЦ ERG» (г. Ақтөбе, Қазақстан)

Салкынбаев Б.Ж., инженер-технолог, магистр технических наук, ТОО «НИИЦ ERG» (г. Ақтөбе, Қазақстан)

Алмагамбетов М.С., начальник лаборатории, кандидат технических наук, ТОО «НИИЦ ERG» (г. Ақтөбе, Қазақстан)

T

Тимченкодан
Маркетинг

Маркетингтік
нигилизм
агенттігі

+7 705 818 40-65
communication@stimchenko.com
www.stimchenko.kz

S

Каждая фабрика, каждый ГОК Делаем вместе **НОВЫЙ ВИТОК**

**Маркетинг для
производственных
предприятий
вместе с нами**

- Презентация предприятия
- Повышение инвестиционной привлекательности
- Популяризация рабочих профессий
- Привлечение квалифицированных кадров
- Продвижение продукции и услуг

Стратегия | Дизайн | Репутация | Отраслевые выставки | Работа со СМИ

Код МРНТИ 51.13.27

*А. Шакенов¹, И. Столповских¹, А. Абдиев^{2,3}¹Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан),²И. Разаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университет (Бішкек қ., Қырғызстан),³У. Асаналиев атындағы Қырғыз тау-кен және металлургия институты (Бішкек қ., Қырғызстан)

ОРТА АЗИЯДАҒЫ БИІК ТАУ КЕНЕРЛЕРІНІҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ӘЛЕУЕТІ

Аңдатпа. Зерттеудің негізгі мақсаты – Орта Азиядағы тау-кен жұмыстарында алтын кенін тасымалдаудың жаңа баламалы әдісін пайдалануды қарастыру және негіздеу. Зерттеудің жаңалығы – Қырғызстандағы кендерінің әлеуетті гравитациялық энергиясына алдын ала бағалау, жүк тиеу және төгу пунктіннің GPS координаттарын орнында алу және көміртегі шығарындыларын азайту мақсатында кенді тасымалдаудың сәйкес технологияларын қарастыру. Алдыңғы зерттеулердегі әуе арқан жолының ерекше энергия тұтыну формуласы және қалпына келтіретін арқан жол жүйесі зерттеуде қарастырылады және пайдаланылады. Отын ұяшықтары бар энергияны қалпына келтіретін әуе арқан жүйесі Орта Азиядағы жоғары биіктікте орналасқан кендер үшін стратегиялық тұрғыдан ұзақ мерзімді таңдаулы шешім болуы мүмкін.

Түйінді сөздер: тау-кен тасымалдау жолдары, энергияны қалпына келтіру, әуе арқан жолы, тау-кен автосамосвалы, көміртегі шығарындыларын азайту, гибриді автосамосвалы, электр автосамосвалы.

Energy potential of high altitude mines in Central Asia

Abstract. Consider and justify the use of a new alternative method of transporting ore at high-altitude mining in Central Asia as the main goal of the study. The novelty of the study lies in the preliminary assessment of mines in Kyrgyzstan for potential gravitational energy by taking GPS coordinates of loading and unloading points on site and considering appropriate technologies for transporting ore in order to reduce carbon dioxide emissions. The aerial ropeway specific energy consumption formula and the aerial ropeway energy recovery system from previous studies are reviewed and used in the study a fuel cell energy recovery aerial ropeway could be a strategic long-term solution of choice for high-altitude mines in Central Asia.

Key words: mine haul roads, recuperation of energy, aerial ropeway, mining dump truck, carbon emission reduction, hybrid truck, electric truck.

Энергетический потенциал высокогорных месторождений Центральной Азии

Аннотация. Рассмотрено и обосновано использование нового альтернативного способа транспортировки руды на высотных горнодобывающих предприятиях в Центральной Азии в качестве основной цели исследования. Новизна исследования заключается в предварительной оценке рудников в Кыргызстане на предмет потенциальной гравитационной энергии путем снятия GPS-координат точек погрузки и разгрузки на месте и рассмотрения соответствующих технологий транспортировки руды с целью снижения выбросов углекислого газа. Формула удельного энергопотребления подвесной канатной дороги и система рекуперации энергии канатной дорогой из предыдущих исследований рассматриваются и используются в исследовании. Подвесная канатная дорога с рекуперацией энергии с топливными элементами может стать стратегически долгосрочным предпочтительным решением для рудников в Центральной Азии, расположенных на большой высоте.

Ключевые слова: карьерные технологические дороги, рекуперация энергии, подвесная канатная дорога, карьерный самосвал, сокращение выбросов углекислого газа, гибридный самосвал, электросамосвал.

Кіріспе

Орталық Азиядағы барлық мұздықтардың шамамен 45%-ы Қырғызстан аумағында орналасқан. Олар өзендерді сумен қамтамасыз етудің негізгі көзі болып табылады және олардың жай-күйінің болжамдары жаһандық климаттық өзгерістердің әсерінен ерекше алаңдаушылық тудырады. Тау басындағы мұздықтар мен қарлы алқаптардың сумен қамтамасыз етуді реттеуде және аймақтың табиғи ерекшеліктерін реттеуде маңызы зор. Қырғызстан аумағында жалпы ауданы 8169, 4 шаршы шақырымды құрайтын 8200 мұздық бар, олар елдің 4,2%-ын алып жатыр. Қырғызстан мұздықтарының су қоры 650 км³ деп бағаланады [1].

Қазіргі уақытта мемлекет балансында 17 алтын кен орны бар, олар: Құмтор, Жероой, Жамғыр, Макмал, Солтонсары, Терекское, Куру-Тегерек, Талдыбұлақ Левобережный, Құранжайлау, Терекқан, Терек-Межпластовое, Мироновское, Абшыр, Иштамберды, Долпыран, Перевальное, Чалқуйруқ-Ақжылға. Алтынның ресми тіркелген қоры 1055,256 т¹.

Ел аумағының 90%-ы тау ландшафтында орналасқандықтан, алтын кен орындарының саны теңіз деңгейінен 3000 метрден жоғары мұздықтар мен айтарлықтай қар қабырғаларына көрінетін жақын жерде орналасқан. Төменгі төбелер мен аңғарлар жергілікті көшпенділер үшін мал және егін шаруашылығымен айналысатын құнды бай-

лық болып табылады. Қырғызстан сияқты таулы елдердегі пайдалы қазбаларды өндірудің, әдетте, өңдеу зауыттарын шахтаның астында орналастыруға болатын артықшылықтары бар. Бұл өңдеу зауытына тасымалданатын алтын кенінің потенциалдық гравитациялық энергиясын пайдалану мүмкіндігін ашады. Бұл жұмыстың негізгі мақсаты тау-кен өндірісінің қоршаған ортаға әсерін азайту үшін көміртегі шығарындыларын азайтудың соңғы технологияларын қарастыру және бағалау болып табылады.

Халықаралық энергетика агенттігінің мәліметтері бойынша тау-кен өндіруші компаниялар 2010 жылмен салыстырғанда 2050 жылға қарай көміртегі шығарындыларын 58%-ға азайту керек². Халық саны артқан сайын пайдалы қазбаларға сұраныс артып отырғанын ескерсек, бұл мақсатқа жету үлкен мәселе болмақ. Жер шарында жоғары сұрыпты кен орындары таусылуда, ал төмен сұрыпты руданы өндіру тоннажды ұзақ қашықтыққа жылжыту және алыс жерлерде пайдалы қазбаларды өндіруді ұлғайту міндетін білдіреді, мысалы, биік тауларда өндіру.

Қазіргі уақытта жабдықты өндірушілерден материалдарды тасымалдау кезінде көміртегі шығарындыларын айтарлықтай азайту үшін шешімдер бар. Шығарындыларды азайту мүмкіндіктері үшін тау-кен жұмыстарын жүргізуді бағалау осы бастаманың негізгі элементтерінің бірі болуы керек. Тасымалдау шығындары тау-кен

¹ https://unece.org/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/proj/unfc_ca/Report_Class_EMR_KG_Arkady_Rogalsky.pdf

² <https://rmi.org/insight/pulling-the-weight-of-heavy-truck-decarbonization/>

жұмыстарына жалпы шығындардың 40-60% құрауы мүмкін болғандықтан, көлік жолдарын жобалау мен күтіп ұстауды жақсарту дизельді отын шығынын азайтуға да мүмкіндік береді. Егер домалау кедергісі шахталарды жоспарлау кезінде қолданылғаннан жоғары болса, жүк машиналары күтілетін өнімділікке қол жеткізе алмайды [2].

Өзірлеушілер зерттейтін гибридіті технологияның 4 түрі бар: 1. *Аккумуляторлық гибридіті қуат блогы*; 2. *Суперконденсаторлы гибридіті қуат блогы*; 3. *Гидравликалық гибридіті қуат блогы*; 4. *Сығылған ауалы гибридіті қуат блогы*. Тау-кен гибридіті самосвалдың энергия үнемдеуін Чун Джин және басқалар 2019 жылы зерттеген [3]. Литий батареяларын қайта өңдеуді Рахман және Афроз 2016 жылы зерттеген [4]. Гибридіті тау-кен машиналарына арналған гидро-пневматикалық энергияны сақтау жүйесін Йи және басқалары 2022 жылы зерттеген [5].

Жоғарыда айтылғандар биік тау кен орындарын игеру кезінде тау-кен материалдарын тасымалдаудың баламалы түрлерін зерттеу өзекті мәселе болып табылады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Бұл зерттеудің мақсаты – Қырғыз Республикасының биік тау кеніштерінде пайдалы қазбаларды тасымалдаудың баламалы әдісін табу және негіздеу, энергия тұтынуы азайтуды, зиянды газдар шығарындыларын азайтуды және пайдалы қазбаларды тасымалдаудың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсартуды қамтамасыз ету болды.

Биік тау кеніштеріндегі қолданыстағы операцияларды талдау негізінде одан әрі зерттеу үшін кенді тасымалдаудың екі технологиялық схемасы таңдалды: әуе арқан жолын пайдалану және дизельдік жетектері бар самосвалдарды пайдалану.

Бұл ретте келесі негізгі міндеттер шешілді: кенді арзан тасымалдауды қамтамасыз ету, қымбат тұратын дизель отынын үнемдеу, экологиялық жағдайды жақсарту (зиянды шығарындыларды азайту).

Қатысты жұмыстар

Климаттың өзгеруі [1] және парниктік газдар шығарындыларын бағалау Қырғызстанның энергетикалық профилін және минералды-шикізат өнеркәсібін одан әрі дамытудың маңызды аспектісі болып табылады. Материалдарды тасымалдау тау-кен жұмысының негізгі шығындар құрылымының бірі болғандықтан, бұл процесті декарбонизациялаудың стратегиялық маңызы бар. Тасымалдау жолын күтіп ұстауды және жобалауды жақсарту [2] кеншілер көмірсіздену жоспарларында қарастыратын бірінші әрекет болуы мүмкін. Ашық кеніштерде кеңінен қолданылатын тау-кен жүк көліктері гибридіті жүк көліктерінің технологиялары арқылы әлеуетті энергияның шамамен 30% [3] қалпына келтіру мүмкіндігіне ие. Литий батареяларының сыйымдылығы мен қолжетімділігін арттыру тау-кен өнеркәсібінде гибридіті және электрлік жүк көліктерін орынды пайдалануды қамтамасыз етеді [6]. Литий батареяларын қайта өңдеудің тұрақты ресурстарды үнемдеу бастамасы үшін үлкен мәні бар. Кобальттың (Co) 90%-дан астамын $CoSO_4$ құрамынан алуға болады [4]. Гибридіті жүк көліктері үшін энергияны сақтаудың жаңа технологиялары зерттелуде, мыса-

лы оңтайландырылған схемасы бар гидропневматикалық гибридіті жүк көлігі кері тарту схемасымен салыстырғанда оның отын шығынын және көмірқышқыл газын шығаруды сәйкесінше тәулігіне 23,57 кг және 72,12 кг/тәулігіне азайтады [5]. Таулы жерде орналасқан шахта үшін әуе арқан жолы ұзақ мерзімді шешім болуы мүмкін. Өздігінен жүретін вагондарды арқан жолдарының өнімділігін арттырудың мүмкін шешімдерінің бірі ретінде [7] шахтаның жағдайына байланысты қарастыруға болады. Потенциалды гравитациялық энергияны қалпына келтіру Қырғызстан кеніштеріндегі әуе арқан жолдарына салынған инвестицияның табыстылығын одан әрі арттыруы мүмкін.

Мақсат

Тасымалдау шығындары жалпы өндіру шығындарының 50-70% жетуі мүмкін. Бұл жұмыс Қырғызстанның биік таулы жағдайларында орналасқан шахталардағы кен орындарын кен орындарынан өңдеу жоспарларына кенді тасымалдау жағдайын және тасымалдау шығындарын, сонымен қатар көміртегі шығарындыларын және қоршаған ортаға әсерін азайту үшін балама технологияларды пайдалану мүмкіндігін зерттеуге бағытталған.

Осы мақсатқа жету үшін зерттеу екі бағытты қамтиды:

1. *Қырғызстанның кен орындарында қолданудың заманауи баламалы технологияларын қарастыру және бағалау.*

2. *Тасымалдаудың әртүрлі технологияларын қолдану кезінде потенциалды энергия мен көміртегі шығарындыларын үнемдеуді анықтау.*

Зерттеу әдістемесі

Зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде әдеби дереккөздерді талдау, биік таулы таулардағы тау-кен жұмыстары тәжірибесін, Қырғыз Республикасының Жероой және Жамғыр кен орындарының рельефін зерделеуді, жаңа технологиялық және экономикалық шешімдерді ұсынуды қамтитын кешенді әдістеме пайдаланылды.

Зерттеудің негізі ретінде тау-кен материалын дизельді жетегі бар самосвалдармен тасымалдау технологиясы алынды. Альтернативті схемалар ретінде тау-кен массасын әуе арқандары арқылы тасымалдау.

Әдістеме және талдау

Әуе арқан жолын қолдану Қырғызстандағы кеншілер үшін ұзақ мерзімді шешім ретінде оңтайлы шешім болуы мүмкін. Бұл мұздықтардың экологиясы мен жабайы табиғатқа әсерін азайтуға, сондай-ақ жеке адамдардың қауіпсіздігін арттыруға көмектеседі. Жероой және Жамғыр алтын кеніштерінің энергияны қалпына келтірудің айтарлықтай әлеуеті бар, өйткені кен байыту зауыттары кен орындарына қарағанда төменірек биіктікте орналасқан.

1-кестеде кен орнында түсірілген кенді тиеу және төгу пунктіннің GPS орындары көрсетілген.

Потенциалды энергия төмендегі формула бойынша есептеледі (1) [7]:

$$E = mg(h_1 - h_2). \quad (1)$$

бұл жерде: m – вагон салмағы; g – ауырлық күшінің үдеуі; h_1 – жүктеу орны биіктігі; h_2 – төгу орны биіктігі.

Кесте 1

Жероой және Жамғыр кеніштерінің кенді тиеу және төгу пункттері

Table 1

Loading and unloading points of Jerooy and Jamgyr mines

Таблица 1

Пункты погрузки и разгрузки руды на рудниках Джероой и Жамғыр

Орындар	Атау	Жероой кеніші туралы деректер		Жамғыр кеніші туралы деректер	
		Координаттар	Биіктік	Координаттар	Биіктік
Жүктеу орны – А	h1	42°17'32"N 72°45'34"E	3150 м	42°11'13"N 71°32'59"E	3240 м
Төгу орны – В	h2	42°23'34"N 72°43'34"E	2062 м	42°10'32"N 71°31'45"E	2988 м

2-кестеде байланысты кен орындары үшін потенциалды энергия деректері көрсетілген.

Кесте 2

Жероой және Жамғыр кеніштерінің жыл сайынғы потенциалдық энергетикалық деректері

Table 2

Annual potential energy data of Jerooy and Jamgyr mine sites

Таблица 2

Данные о потенциальной энергии транспорта на рудниках Джероой и Жамғыр

Параметрлер	Атау	Өлшем бірліктері	Жероой кенішінің мөлшері	Жамғыр кенішінің мөлшері
Жылына кен тасымалдау жоспары	m	Тонна	1 300 000	150 000
Тасымалдау биіктігі	H	Метр	1088	252
Ауырлық күшінің үдеуі	g	секундына метр	9,81	9,81
Потенциалды энергия	E	Мега Джоуль	13 875 264	370 818

Арқанды жолдың энергия шығынын есептеу әдістемесі

Меншікті энергия шығыны – жүкті тасымалдау үшін арқан жолдың тұтынатын энергия мөлшері. Арқанды жолдың меншікті энергия шығынын формула (2) [7] бойынша есептеуге болады. Дәстүрлі дизайн үшін ерекше энергия шығыны (тасымалдау арқанымен).

$$e_{HR} = 2 \left(1 + k_m + \frac{q_T \lambda}{m_1} \right) (fL + H)g, \quad (2)$$

бұл жерде: k_m – вагонды тиеу коэффициенті, $k_m = \frac{m_0}{m_1}$;

m_1 – жүктің жалпы салмағы;

m_0 – вагонның салмағы (бос);

q_T – арқан мен вагондардың салмағын ескере отырып бөлінген жүк;

λ – вагонның ілу аралығы болып табылады;

f – вагон қозғалысы мен жүк арқанының кедергі коэффициенті;

L – жоспардағы жолдың ұзындығы;

g – ауырлық күшінің үдеуі.

Төбеден төмен жүк тиелген вагондарды тасымалдайтын арқан жолға арналған энергияның үлестік шығынын (3) формула бойынша есептеуге болады:

$$e_{RE} = 2 \left(1 + \frac{m_1}{m_0} + \frac{q_T \lambda}{m_1} \right) (fL - H)g. \quad (3)$$

Нәтижелер және талқылау

Жероой және Жамғыр кеніштерінің жұмысы энергияны қалпына келтірудің маңызды әлеуетін көрсетеді. Потенциалды гравитация энергиясын қалпына келтіру және оны сақтау жолдарын бағалау маңызды.

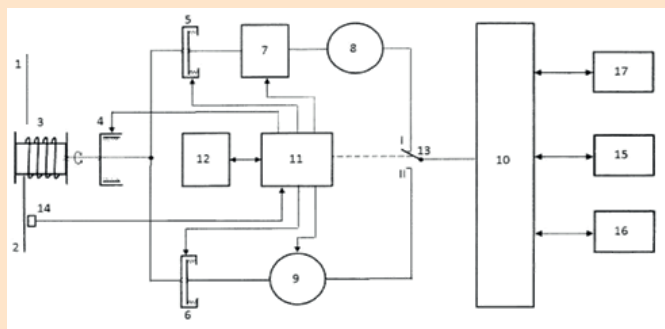
1-суретте отын элементтері бар рекуперативті арқанды жол жүйесінің жұмыс істеу жолы сипатталған³. Қондырғы (10) жүкті көкжиекті (1), негізінен сырғанау түрін пайдалана отырып тасымалдау үшін қолданылады, ол арбаның ауырлығын және жүкті генераторды (8) орауыш (3) және ілінісу (5) арқылы жүргізу үшін пайдаланады және электр генераторынан (8) кернеу отын ұяшықтарындағы (10) судың электролизіне ықпал етеді, оның барысында оттегі мен сутегі түзіледі, сондық-

³ Stollmann V., Ilcik S., Suchomel J. және Smal P. Жанармай элементтері бар рекуперативті арқандық жүйе Патент WO 2012/074494 A1 Дүниежүзілік зияткерлік меншік ұйымы. – 2012. <https://patents.google.com/patent/WO2012074494A1>

тан олар арбаны сүйреу кезінде отын элементтерінде (10) суға синтезделеді жоғары көтеріледі және бұл ретте қосқыш

(13) арқылы электр қозғалтқышына (9) берілетін кернеу пайда болады, ол муфтының (6) көмегімен орағышты (3) басқарады және ілінісуді төбеден төмен жылжытуға көмектеседі. 13-қосқыш, I-позициядан II-ге ауысады, жүйені зарядтау режимінен жүйенің қуат режиміне ауыстырады.

Жанармай элементтері бар рекуперативті кабельдік жүйе төбеден төмен түсетін жүктердің энергиясын қалпына келтірудің практикалық шешімі болуы мүмкін. Литий-ионды аккумуляторлар қолайлы бағамен кеңінен қол жетімді болғандықтан, оларды қалпына келтірілген энергияны сақтау үшін аталған ерітіндіде отын элементтері ретінде пайдалануға болады. Литий-иондық батареяларды қайта өңдеу қоршаған орта үшін өте маңызды мәселе. Пайдаланылған литий-иондық батареялардан бағалы металдарды қалпына келтіруді Ванг және т.б. [6] зерттеген.



Сурет 1. Отын ұяшықтары бар рекуперативті кабельдік жол жүйесі.

Figure 1. The energy recovery cableway system with fuel cells.

Рис. 1. Рекуперативная канатная дорога с аккумуляторными элементами.

Жүкті тасымалдауға арналған жүйе, негізінен тау астындағы қоймаға арналған (1), отын элементтерінен (10) жұмыс істейтін жүйе үшін энергия алумен сипатталады.

Сурет 1 сәйкес жүйе орам құрылғысымен (3) гравитациялық жақындау фазасында электр өткізгіштерді пайдаланатын отын элементтерімен жалғанған электр генераторымен (8) сипатталады.

Жүйе отын ұяшығының (10) төбеден төмен жылжымалы вагон фазасында орама құрылғысына (3) қосылған электр қозғалтқышы (9) бар электр өткізгіштермен байланысты болуымен сипатталады.

Қырғызстандағы алтын кеніштерінің бірінде дизель қозғалтқышы бар жүк көлігімен кенді тасымалдаудың кең тараған тәсіліне байланысты учаскеде цикл уақытын зерттеу нәтижелері өнімділік пен CO_2 шығарындыларын бағалауды көрсетті (3-кесте).

(4) формуласы бойынша есептелген CO_2 шығарындысы:

$$CO_2(t) = \sum VK, \quad (4)$$

бұл жерде K – дизельдік отынның жану CO_2 шығару коэффициенті $CO_2 EF$ кг $CO_2/л$ – 2,65; V – дизельдік отын шығыны.

Түркиядағы Жераттепе мыс кенішінде жүзеге асырылған ариалды арқан жолының өнімділігі сипатталған⁴. Дизельдік отын шығыны 37,95 кВт/сағатқа 0,88 АҚШ галлон рациянына сәйкес бағаланады (4-кесте).

Жераттепе кенішінде бір тоннаға 0,6 литрге шаққандағы әуе арқанды жолының үлестік эквивалентті отын шығыны. Ал дизельді самосвал үшін бірдей параметр тоннасына 2 литр. Осылайша, әуе арқан жолымен CO_2 шығарындысы отын шығыны тұрғысынан 3,3 есе аз. Зерттеу CO_2 эмиссиясынан және жабдыққа техникалық қызмет көрсету және жөндеу, көлік және арқан жол сияқты қосалқы процестер үшін энергия шығынынан тұрмайды.

Тау-кен өнеркәсібі көміртегі шығарындыларын азайту үшін жаһандық сұранысты қанағаттандыру үшін электрлендіру процестерін арттыруда. Халықаралық энергетика агенттігінің мәліметі бойынша, Қырғызстанда өндірілетін жалпы электр энергиясының шамамен 90%-ы гидронегізде өндіріледі, бұл оны әлемдегі жаңартылатын электр энергиясының үлесі ең жоғары округтердің бірі болып табылады. Алайда су энергетикалық әлеуетінің тек 10%-ға жуығы ғана игерілген.

Кесте 3

Қырғызстандағы алтын кенішінде автокөлікпен руданы тасымалдау учаскесінің жұмыс нәтижелері

Table 3

Performance results of ore transportation by on-high way truck in gold mine in Kyrgyzstan

Таблица 3

Показатели перевозки руды в Кыргызстане шоссейными самосвалами

Параметрлер	Өлшем бірліктері	Мөлшер
Жүк көлігінің жүк көтергіштігі	Тонна	25
Қозғалтқыш қуаты	кВт	295
Қашықтық	километр	35
Бір сапардың орташа уақыты	сағат	2.75
Бір сапарға орташа отын шығыны	литр	50
Бір жүк көлігінің өнімділігі	тонна/сағ	9.09
Жанармай шығыны	литр/сағ	18.18
Орташа жұмыс уақыты	мотор сағаттары	6500
Жылдық CO_2 эмиссиясы	килограмм	311968.8
Жоспар бойынша көлденең ұзындық	метр	11749
Тік құлау	метр	-1088
Өндірілген тоннаға белгіленген қуат	кВт/т/сағат	32.45
Арнайы отын шығыны	километрге тоннаға литр	2

⁴ <https://www.doppelmayr.com/en/reference-projects/reference-project-mgd-m-cerattepe/>

Кесте 4

MGD-M Жераттене мыс кенішінде жүзеге асырылган ариалды арқанды жолдың өнімділігі

Table 4

Performance of arial ropeway implemented in MGD-M Ceratpere copper mine

Таблица 4

Показатели работы подвесной канатной дороги рудника MGD-M Чератпене, добывающего медь

Параметрлер	Өлшем бірліктері	Мөлшер
Өнімділік	тонна/сағ	60
Қозғалтқыш қуаты	кВт	414
Жоспар бойынша көлденең ұзындық	метр	4471
Тік құлау	метр	-1515
Өндірілген тоннаға белгіленген қуат	кВт/т/сағат	6.9
Дизельдік отын шығынының баламасы	литр/сағ	36.38
Меншікті эквивалентті отын шығыны	литр/тонна	0.6

Қорытындылар

Бұл зерттеуде Қырғыз Республикасының биік таулы аймақтарында орналасқан ашық кеніштердегі тасымалдау технологияларының әртүрлі жетек жүйелері және олардың өнімділігі қаралған.

Негізгі нәтижелер мен қорытындылар келесідей:

1. Әуе арқанды және дизельді жүк тиегіш көліктердің пайдалану көрсеткіштерін талдау әуе арқан жолының энергияны 3,3 есе үнемдейтінін көрсетеді. Әуе арқан жолындағы тасымалдау жолы самосвалдарға арналған тасымалдау жолымен салыстырғанда 3-7 есе қысқа.

2. Әртүрлі кендердегі цикл хронометражын зерттеу көрсеткендей, жоғары биіктіктегі кен жағдайында әуе арқан жолының эквивалентті дизельдік отын шығыны тоннасына небәрі 0,6 литр, дизельді автосамосвалы бар көлік жүйелері үшін тоннасына 2 литрге жетуі мүмкін.

Қырғызстанның электр энергиясын өндірудегі жаңартылатын энергия үлесін ескере отырып, тау-кен өнеркәсібінде әуе арқан жолдарын пайдалану қоршаған ортаға және жергілікті экожүйеге айтарлықтай үлес қосуы мүмкін.

АЛҒЫС

Авторлар Жероой мен Жамгыр кеніштері мен У. Асаналиев атындағы Қырғыз тау-кен-металлургия институтының басшылығына зерттеуге қосқан үлесі және қолдауы үшін алғысын білдіреді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Балбакова Ф., Аламанов А., Липка О. Орталық Тянь-Шань, Қырғызстан үшін климаттық өзгерістердің осалдығын бағалау. // *Тех. есеп WWF, дүниежүзілік табиғатты қорғау ұйымы.* – Мәскеу, 2015. – Б. 3-20 (ағылшын тілде)
2. Visser A.T. *Оңтүстік Африка тау-кен және металлургия институтының журналы.* – 2015. – №115(11). – Б. 993-999 (ағылшын тілде)
3. Jin C., Yi T., Shen Y., Khajepour A., Meng Q. *IET Интеллектуалды транспорттық жүйелер.* – 2019. – №13(1). – Б. 201-208 (ағылшын тілде)
4. Рахман А., Афроз Р. *Энергетикалық технологиялар мен саясат халықаралық журналы.* – 2017. – №13(3). – Б. 278-291 (ағылшын тілде)
5. Yi T., Jin C., Gao L., Hong J., Liu Y. *Машиналар.* – 2022. – №10(1) – Б. 22 (ағылшын тілде)
6. Wang K., Zhang G., Luo M. *Айырмашылықтар.* – 2022. №9(9). – Б. 259 (ағылшын тілде)
7. Ракша С.В., Куропятник О.С., Краснощек О.Л. *Ғылым және көліктегі прогресс.* – 2019. – №6(84). – Б. 60-71 (ағылшын тілде)

REFERENCES

1. Balbakova F., Alamanov A., Lipka O. *Climate change vulnerability assessment for Central Tian-Shan, Kyrgyzstan.* // *Tech. rep. WWF, the global conservation organization.* – Moscow, 2015. – P. 3-20 (in English)
2. Visser A.T. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy.* – 2015. – №115(11). – P. 993-999 (in English)
3. Jin C., Yi T., Shen Y., Khajepour A., Meng Q. *IET Intelligent Transport Systems.* – 2019. №13(1). – P. 201-208 (in English)
4. Rahman A., Afroz R. *International Journal of Energy Technology and Policy.* – 2017. – №13(3). – P. 278-291 (in English)
5. Yi T., Jin C., Gao L., Hong J., Liu Y. *Machines.* – 2022. – №10(1). – P. 22 (in English)
6. Wang K., Zhang G., Luo M. *Separations.* – 2022. – №9(9). – P. 259 (in English)
7. Raksha S.V., Kuropiatnyk O.S., Krasnoshchok O.L. *Science and Transport Progress.* – 2019. – №6(84). – P. 60-71 (in English)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балбакова Ф., Аламанов А., Липка О. *Глобальная природоохранная организация. // Оценка уязвимости к изменению климата в Центральном Тянь-Шане, Кыргызстан.* – Москва, 2015. – С. 3-20 (на английском языке)
2. Visser A.T. *Журнал Южноафриканского института горного дела и металлургии.* – 2015. – №115(11). – С. 993-999 (на английском языке)

3. Jin C., Yi T., Shen Y., Khajepour A., Meng Q. IET Умные транспортные системы. – 2019. – №13(1). – С. 201-208 (на английском языке)
4. Rahman A., Afroz R. Международный журнал энергетических технологий и политики. – 2017. – №13(3). – С. 278-291 (на английском языке)
5. Yi T., Jin C., Gao L., Hong J., Liu Y. Машины. – 2022. – №10(1). – С. 22 (на английском языке)
6. Wang K., Zhang G., Luo M. Разделения – 2022. – №9(9). – С. 259 (на английском языке)
7. Raksha S.V., Kuropiatnyk O.S., Krasnoshchok O.L. Наука и транспортный прогресс. – 2019. – №6(84). – С. 60-71 (на английском языке)

Information about authors:

Shakenov A.T., Master of Technical science, doctoral student of the department «Mining» of the Institute of Mining and Metallurgy, Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpaev (Almaty, Kazakhstan), ashakenov@yahoo.com; a.shakenov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-1336-4140>

Stolpovskikh I.N., Professor of the Department «Technological Machines and Transport», Institute of Energy and Mechanical Engineering, Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpaev (Almaty, Kazakhstan), i.stolpovskikh@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-2893-5070>

Abdiev A.R., Doctor of technical science, Kyrgyz Mining and Metallurgical Institute named after acad. U. Asanaliev, Kyrgyz State Technical University after I. Razzakova (Bishkek, Kyrgyzstan), abdiev-arstan@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3409-5717>

Авторлар туралы мәліметтер:

Шакинов А.Т., техникалық ғылым магистрі, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық ғылыми-зерттеу техникалық университеті Metallurgia және өнеркәсіптік инженерия институтының «Тау-кен ісі» кафедрасының докторанты (Алматы қ., Қазақстан)

Столповских И.Н., Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық ғылыми-зерттеу техникалық университеті Энергетика және машина жасау институты «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Абдиев А.Р., техникалық ғылым докторы, И. Разаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университеті У. Асаналиев атындағы Қырғыз тау-кен және металлургия институты (Бішкек қ., Қырғызстан)

Сведения об авторах:

Шакинов А.Т., магистр технических наук, докторант кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института, Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

Столповских И.Н., д.т.н., профессор кафедры «Технологические машины и транспорт» института Энергетики и машиностроения, Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

Абдиев А.Р., доктор технических наук, Кыргызский государственный технический университет имени И. Разакова, Кыргызский горно-металлургический институт имени У. Асаналиева (г. Бишкек, Кыргызстан)

16+

Металлообработка. Сварка – Урал

12–15 марта 2024
Екатеринбург

международная выставка технологий,
оборудования, материалов для машиностроения,
металлообрабатывающей промышленности
и сварочного производства

крупнейший
специализированный
региональный проект в России



PRO
EXPO

(342) 264-64-27
egorova@expoperm.ru
metal-ekb.expoperm.ru





Цветные металлы России и СНГ

добыча, строительство
и модернизация предприятий

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

21-22 ноября 2023, Москва

Организатор:



Генеральный спонсор:



ГАЗПРОМБАНК



Ключевые направления программы

200+ руководителей ключевых предприятий цветной металлургии и добычных компаний, государственных органов, инициаторов инвестиционных проектов обсудят перспективы и задачи развития индустрии

20+ докладов с уникальной информацией от руководителей ключевых компаний отрасли

30+ ключевых инвестиционных проектов по добыче и строительству/модернизации предприятий цветной металлургии со сроком реализации 2020–2030 гг. из России и стран СНГ

Добыча цветных металлов и цветная металлургия в новых реалиях: меры поддержки государством, импортозамещение, новые рынки сбыта

Автоматизация предприятий:

планирование, проектирование, выбор подрядчиков и лицензиара, поставщиков оборудования и услуг, риски на этапе проектирования и реализации

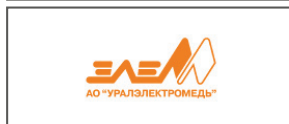
Геологоразведка новых и доразведка существующих месторождений

Технологические презентации

от лидеров индустрии и роуд-шоу инновационных технологий и оборудования

30+ часов делового и неформального общения! Встречи один на один, деловые обеды, кофе-брейки, торжественный коктейль и многое другое

Среди участников наших мероприятий



+7 (495) 109 9 509 (Москва)

events@vostockcapital.com

www.nonferrousmetals.ru

Код МРНТИ 55.35.99

Б.С. Бейсенов, *Е.Е. Сарыбаев, К.К. Елемесов, Р.З. Тагауова
Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЕЧНОГО ПУСКОВОГО УСТРОЙСТВА НА БАЗЕ СИЛЬФОННЫХ БАЛЛОНОВ НА ПУСКОВЫЕ ТОКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН С ТЯЖЕЛЫМ РОТОРОМ

Аннотация. На предприятиях горно-металлургического комплекса эксплуатируется значительное количество технологических машин с тяжелым ротором, например, такие как рудоразмольные шаровые мельницы. Из-за их большой инерционной массы наиболее неблагоприятными режимами в эксплуатации являются пусковые режимы, во время которых наблюдается многократное превышение нагрузок на пусковые устройства, а это снижает их ресурс и приводит к частым отказам. В данной статье представлены результаты исследования влияния реечного пускового устройства на пусковые токи машин с тяжелым ротором. Получены графики зависимости пускового тока от точки установки конечного выключателя на траектории раздвижки при различных давлениях в полости сильфонного баллона. Даны рекомендации по эффективному использованию.

Ключевые слова: реечное устройство, сильфонный баллон, трехкамерный, сильфон, пусковой ток, вспомогательный привод.

Ауыр роторлы технологиялық машиналардың іске қосу токтарына сильфонды баллондарға негізделген рейкалы іске қосу құрылғысының әсерін зерттеу

Андатпа. Тау-кен металлургия кешенінің кәсіпорындарында ауыр роторлы технологиялық машиналар, мысалы, руда ұнтақтайтын шар диірмендері сияқты айтарлықтай көп мөлшерде жұмыс істейді. Олардың үлкен инерциялық массасына байланысты жұмыстағы ең қолайсыз режимдер іске қосу режимдері болып табылады, олардың барысында іске қосу құрылғыларында жүктемелердің бірнеше есе артық болуы, бұл олардың ресурсын азайтады және жиі істен шығуға әкеледі. Бұл мақалада ауыр роторы бар машиналардың іске қосу токтарына тірек пен тістегеріштің іске қосу құрылғысының әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Сильфонды цилиндр қуысындағы әртүрлі қысымда сырғымалы траекториядағы шекті қосқышты орнату нүктесіне іске қосу тоғының тәуелділігінің графиктері алынған. Тіімді пайдалану бойынша ұсыныстар.

Түйінді сөздер: рейкалы құрылғы, сильфонды баллон, 3 камералы, сильфон, іске қосу тогы, қосалқы жетек.

Study of the effect of a rack and pinion starter based on bellows cylinders on the starting currents of heavy-duty rotor machines

Abstract. At the enterprises of the mining and metallurgical complex, a significant number of technological machines with a heavy rotor are operated, for example, such as ore grinding ball mills. Due to their large inertial mass, the most unfavorable modes in operation are starting modes, during which there is a multiple excess of loads on starting devices, and this reduces their resource and leads to frequent failures. This article presents the results of a study of the influence of a rack and pinion starting device on the starting currents of machines with a heavy rotor. Graphs of the dependence of the starting current on the installation point of the limit switch on the sliding trajectory at various pressures in the cavity of the bellows cylinder are obtained. Recommendations for effective use.

Key words: rack and pinion, bellows cylinder, 3-chamber, bellows, impuls current, auxiliary drive.

Введение

По имеющимся данным, на предприятиях горно-металлургического комплекса имеет место быть проблема, связанная с пуском оборудования с тяжелым ротором. Технологические машины с тяжелым ротором широко используются во всех этапах переработки руд черных и цветных металлов, а роль роторов могут выполнять и барабаны мельниц и корпуса трубчатых печей, и конвейерные системы большой протяженности. При этом к ним предъявляются требования обеспечения высокой производительности и безотказность в работе [1].

Из-за большой инерционной массы так называемых роторов вышеприведенного оборудования, пусковые режимы являются наиболее неблагоприятными этапами при эксплуатации оборудования, во время которых наблюдается многократное превышение нагрузок на пусковые устройства, что в свою очередь приводит к повышению пусковых токов, снижает их ресурс и приводит к частым отказам.

В данной статье обсуждаются результаты исследования по использованию пневматического реечного пускового устройства для уменьшения воздействия пусковых токов на основной электропривод роторного оборудования.

Основным традиционным элементом электропривода такого рода машин является мощный высоковольтный

синхронный или асинхронный электродвигатель с электромагнитным возбуждением. В условиях достаточно частых пусков возникает задача обеспечения плавного безударного пуска мощных приводных электродвигателей с высоким моментом инерции и высоким моментом сопротивления подключенного к валу механизма [2, 3].

Если используется прямой пуск синхронного электродвигателя, то возникают сильные механические вибрации, которые разрушают венцы, шестерни и подшипники механических приводов. В процессе прямого пуска электродвигателя на обмотки двигателя действуют электродинамические усилия, величина которых пропорциональна квадрату тока. При этом пусковой ток двигателя может в 5-7 раз превышать номинальный, соответственно в 25-49 раз возрастать электродинамические усилия, действующие на обмотки. Электродинамические усилия приводят к механическим перемещениям обмотки в пазовой и лобовых частях, которые разрушают изоляцию электродвигателя [4]. Прямой пуск электродвигателя также отрицательно сказывается на питающей сети и коммутационной аппаратуре питающей подстанции. Негативные последствия частых прямых пусков электродвигателей барабанных мельниц приводят к выходу из строя электродвигателей и элементов механических передач, что сопровождается простоями технологического оборудования и приводит к убыткам [5-8].

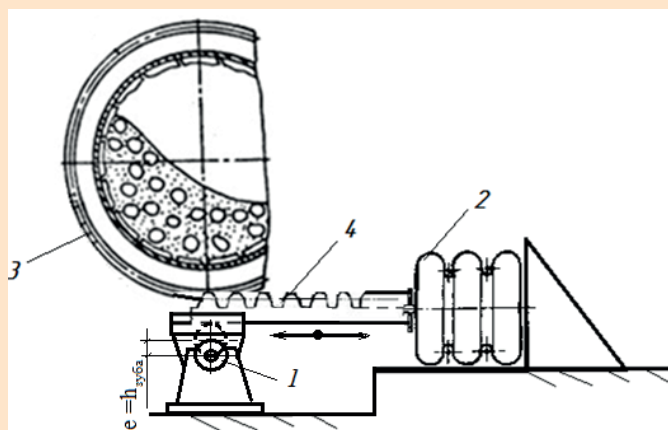
Плавный безударный пуск приводного высоковольтного электродвигателя может быть выполнен как за счет частотного регулирования момента и скорости с помощью полупроводникового высоковольтного преобразователя частоты, так и различного рода вспомогательными пусковыми устройствами.

На кафедре «Технологические машины и транспорт» в СУ были разработаны концептуальные варианты пуско-вспомогательных приводов для машин с тяжелым ротором, а на решения, заложенные в них, получены инновационные патенты РК [9-11].

Методы исследования (Модель)

Для исследования влияния вспомогательного привода на пусковые токи роторного оборудования использовалась аппаратура для регистрации токовых характеристик на определенных режимах наддува сальфона, используемого в качестве импульсного толкателя с фиксацией точки пуска главного электропривода.

В рамках этой статьи мы обратили внимание на последнюю разработку – пусковое устройство с реечным механизмом и трехкамерным сальфонным баллоном в качестве приводного устройства (толкающего). В отличие от ранее рассмотренных вариантов реечный вариант может быть пока использован только для пуска. Кинематическая схема устройства приведена на рис. 1.



1 – эксцентриковый подъемник; 2 – 3-х камерный сальфонный баллон;
3 – зубчатый венец; 4 – рейка.

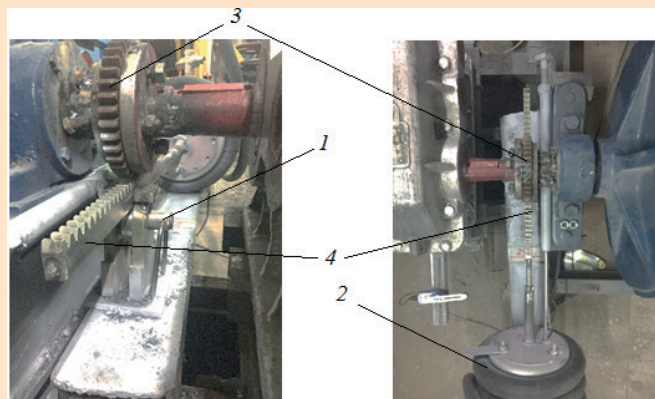
Рис. 1. Кинематическая схема реечного пускового устройства.

Сурет 1. Рейкалы іске қосу қондырғысының кинематикалық сұлбасы.

Figure 1. Kinematic diagram of the rack and pinion launcher.

Схема реализована на базе лабораторной мельницы МБ0,7х1 (рис. 2). Устройство установлено между выходным валом редуктора и осью барабана, для этого на полумуфте, установленной на шейке оси барабана, закреплен зубчатый венец. Само пусковое устройство собрано на раме в виде отрезка швеллера №12: в правой части к раме приварена упорная стенка, на которой закреплен 3-х камерный сальфонный баллон Ø300 мм (максимальный

ход раздвижки 290 мм); на передней стенке сальфона закреплена штанга с рейкой ($m = 4$ мм); для введения рейки в зацепление с венцом под зубчатым венцом установлено эксцентриковое подъемное устройство с механизмом фиксации опорного ролика в одном из положений.



1 – эксцентриковый подъемник; 2 – 3-х камерный сальфонный баллон;
3 – зубчатый венец; 4 – рейка.

Рис. 2. Общий вид реечного пускового устройства. Сурет 2. Рейкалы іске қосу қондырғысының жалпы көрінісі.

Figure 2. General view of the rack launcher.

Для управления работой устройства собрана электрическая схема, предусматривающая автоматический пуск главного привода по мере раздвижки баллона: параллельно траектории раздвижки сальфона установлен конечный выключатель, а на торце баллона флажок. Регулировка параметрами наддува сальфона осуществляется с помощью пневмоблока, в состав которого введены: электропневмоклапан, редуктор и клапан для сброса давления из сальфона при перезапусках (рис. 3). Возврат сальфона в исходное положение при открытом клапане сброса давления осуществляется с помощью пневматического упора.



Рис. 3. Пневмоблок сальфона. Сурет 3. Сальфонның пневматикалық блогі.

Figure 3. Pneumatic Bellows Block.

Для замера пусковых токов использовали регистратор электрических параметров РПМ-416, а съем токовых параметров осуществляли измерительным трансформатором тока ИПТ-01. Архивирование данных выполнялось на сменную карту памяти (SD/MMC) с последующим анализом при помощи программного обеспечения RPM-416 Data Analysis.

В программу стендовых испытаний включили два этапа: на первом – исследовали влияние точки размещения конечного выключателя на величину пускового тока, на втором – зависимость его от давления в системе.

Результаты

Для реализации экспериментов по первому этапу на панели управления импульсного толкателя предусмотрели возможность смещения конечного выключателя с шагом 24 мм от середины хода раздвижки. Серию экспериментов провели при давлении 0,3 МПа. Было установлено, что максимальное снижение пускового тока происходило при установке конечного выключателя во второй половине хода раздвижки – между 145 и 290 мм.

Второй этап испытаний провели, варьируя давлением с шагом 0,1 МПа и ходом раздвижки.

Итоговый график, построенный по результатам испытаний, представлен на рис. 4.

По результатам испытаний можно сделать следующие выводы:

- наиболее оптимальным ходом раздвижки сильфона для обеспечения максимального снижения пускового тока можно считать середину интервала между максимальным и средним ходами раздвижки;

- максимальные пусковые токи наблюдались на точках пуска, соответствующих середине хода раздвижки, при этом токи практически не зависели от давления.

Обсуждение результатов

По полученным данным можно судить о следующем:

- снижение пусковых токов в интервале после середины хода раздвижки может быть объяснено влиянием инерционных составляющих при раскрутке тяжелого ротора;

- предложенная пусковая система показала свою эффективность и простоту в конструктивном отношении, а значит, может быть интересной с точки зрения внедрения в практику;

- единственным недостатком этого метода является то, что он проводился на лабораторной модели;

- для повышения эффективности системы пуска нужно повышать давление в пневмосистеме – чем больше, тем лучше (но давление в цеховых пневмомагистралях обычно не превышает 0,3...0,35 МПа, да и сильфонные баллоны рассчитаны так на 0,8 МПа.);

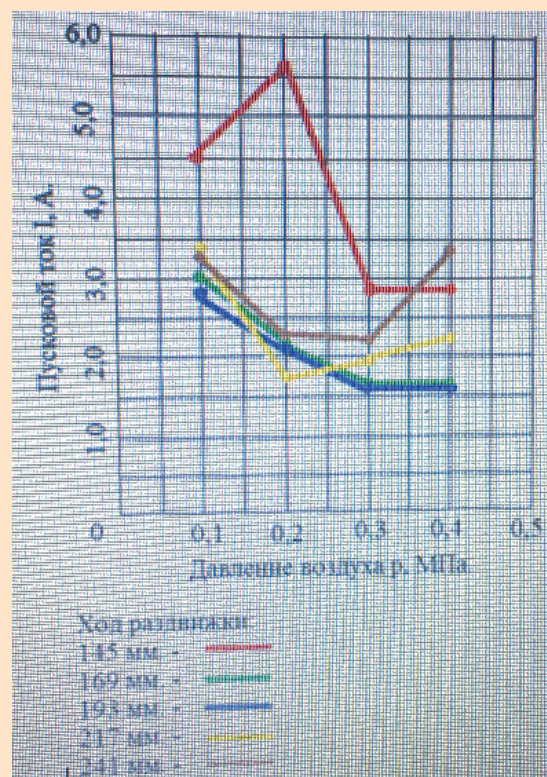


Рис. 4. График зависимости пускового тока от давления в сильфонах и хода раздвижки.

Сурет 4. Сильфондағы қысым мен керілу арақашықтығының іске қосу тоғына тәуелділік графигі.

Figure 4. Graph of starting current versus bellows pressure and sliding stroke.

- увеличивать диаметр сильфонов (но и здесь есть предел 500 мм);

- повышать давление за счет применения компримированного воздуха из баллонов; увеличивать диаметр венцовой шестерни на моторной полумуфте.

Заключение

Внедрение подобного рода устройств в практику конструирования таких родов роторных приводов позволит существенно повысить надежность технологического оборудования с тяжелым ротором при незначительных затратах на изготовление и эксплуатацию.

Благодарность

Исследование выполнено при финансовой поддержке МВОН РК по гранту BR18574141 «Комплексная многоцелевая программа по повышению энергоэффективности и ресурсосбережению в энергетике и машиностроении для промышленности Казахстана».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Еренков О.Ю., Богачев А.П. Оборудование механических процессов в химической технологии: учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанск. гос. ун-та. – 2014. С. 29-37 (на русском языке)
2. Хайруллаев Д.Х., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е. Разработка и исследование параметров пневмобаллонного привода с прерывистым (пошаговым) циклом движения в качестве

вспомогательного привода барабанных мельниц. // Труды Междун. научн.-практ. конф. «Сатпаевские чтения – 2021». – Т. 1. – С. 1230-1233 (на русском языке)

3. Крупник Л.А., Елемесов К.К., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е. Тихоходный привод на базе пневмобаллонов. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2018. – №10. – С. 40-43 (на русском языке)
4. Alfred Rufer. Высокоэффективная пневматическая приводная система, использующая полуоборотные приводы лопастного типа. // Электроника и энергетика. – 2021. – Т. 34. – №3. – С. 415-433 (на английском языке)
5. Łukasz Magdziak, Ireneusz Malujda, Dominik Wilczyński, Dominik Wojtkowiak. Концепция улучшения позиционирования пневмопривода в качестве привода манипулятора. // XXI Международная словацко-польская конференция «Машинное моделирование 2016». // Процесс инжиниринга. – 2017. – №177. – С. 331-338 (на английском языке)
6. Ristivojević M., Lazović T., Vencl A. Исследование несущей способности боковых поверхностей зубьев цилиндрических зубчатых колес. // Механика и машинная теория. – 2013. – Т. 59. – С. 125-137 (на английском языке)
7. Burian Yu.A., Silkov M.V. Динамика системы виброизоляции с резинокордной пневматической пружиной с демпфирующим дросселем. Обновление в области науки и техники в области механики. – 2017. – J. Phys.: Conf. Ser. 858 012007. – С. 421-432 (на английском языке)
8. Krupnik L., Yelemessov K., Beisenov B., Baskanbayeva D., Sarybaev E. Использование пневматических сильфонов для тихоходных приводных механизмов. // Международный журнал научных и инженерных исследований. – 2018. – Т. 9. – Вып. 11. – С. 1106-1112 (на английском языке)
9. Пневмодвигатель с фрикционно-обгонной муфтой: Инновационный патент РК №34086; заявл. 20.06.2018; опубл. 27.12.2019; бюлл. №52. – С. 4 (на русском языке)
10. Пневматический привод возвратно-поступательного действия: Инновационный патент РК №32347; заявл. 18.12.2015; опубл. 31.08.2017; бюлл. №16. – С. 4 (на русском языке)
11. Храповой привод: Инновационный патент РК №31421; заявл. 13.03.2015; опубл. 15.08.2016; бюлл. №9. – С. 5 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Еренков О. Ю., Богачев А. П. Химиялық технологиядағы механикалық процестерді жабдықтау. // Оқу құралы. – Хабаровск: Тынық мұхиты мемлекеттік университетінің баспасы. – 2014. – Б. 29-37 (орыс тілінде)
2. Хайруллаев Д.Х., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е. Барабан диірмендерінің қосалқы жетегі ретінде үзік (қадамдық) қозғалыс циклі бар пневмобаллон жетегінің параметрлерін әзірлеу және зерттеу. // «Сатбаев оқулары – 2021» халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері. – Т. 1. – Б. 1230-1233 (орыс тілінде)
3. Крупник Л.А., Елемесов К.К., Бейсенов Б.С., Сарыбаев Е.Е. Пневмобаллондар базасындағы тыныш жүретін жетек. // Қазақстанның тау-кен журналы. – 2018. – №10. – Б. 40-43 (орыс тілінде)
4. Alfred Rufer. Қалақ түріндегі жартылай айналымды жетектерді пайдаланатын тиімділігі жоғары пневматикалық жетек жүйесі. // Электроника және энергетика. – 2021. – Т.34. – №3. – Б. 415-433 (ағылшын тілінде)
5. Łukasz Magdziak, Ireneusz Malujda, Dominik Wilczyński, Dominik Wojtkowiak. Манипулятор жетегі ретінде пневматикалық жетекті позициялауды жақсарту тұжырымдамасы. // «Машиналық модельдеу 2016» XXI халықаралық словак-поляк конференциясы. // Инженеринг үрдісі. – 2017. – №177. – Б. 331-338 (ағылшын тілінде)
6. Ristivojević M., Lazović T., Vencl A. Цилиндрлі тісті доңғалақтар тістерінің бүйір беттерінің көтергіш қабілетін зерттеу. // Механика және машиналық теория. – 2013. – Т. 59. – Б. 125-137 (ағылшын тілінде)
7. Burian Yu.A., Silkov M.V. Демпфирлейтін дросселі резеңке кордты пневматикалық серіппесі бар діріл оқшаулау жүйесінің динамикасы. // Механика саласындағы ғылым мен техника саласындағы жаңарту. – 2017. – J. Phys.: Conf. Ser. 858 012007. – Б. 421-432 (ағылшын тілінде)
8. Krupnik L., Yelemessov K., Beisenov B., Baskanbayeva D., Sarybaev E. Баяу жүрісті жетекті механизмдер үшін пневматикалық сильфондарды пайдалану. // Халықаралық ғылыми және инженерлік зерттеулер журналы. – 2018. – Т. 9. – Шығ. 11. – Б. 1106-1112 (ағылшын тілінде)
9. Фрикциялық-басып озу муфтасы бар пневматикалық қозғалтқыш: ҚР инновациялық патенті №34086; өтін. 20.06.2018; жариял. 27.12.2019; бюлл. №52. – Б. 4 (орыс тілінде)
10. Ілгермелі-қайтарымды әсерлі пневматикалық жетек: ҚР инновациялық патенті РК №32347; өтін. 18.12.2015; жариял. 31.08.2017; бюлл. №16. – Б. 4 (орыс тілінде)
11. Қырылдақты жетек: ҚР инновациялық патенті №31421; өтін. 13.03.2015; жариял. 15.08.2016; бюлл. №9. – Б. 5 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Erenkov O. Ju., Bogachev A.P. Oborudovanie mehanicheskikh processov v himicheskoy tehnologii [Equipment of mechanical processes in chemical technology]. // Uchebnoe posobie [Textbook]. –

- Khabarovsk: Izd-vo Tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta = Publishing House of the Pacific State University. – 2014. – P. 29-37 (in Russian)
2. Hajrullaev D.H., Beisenov B.S., Sarybaev E.E. Razrabotka i issledovanie parametrov pnevmoballonogo privoda s preryvistyym (poshagovym) ciklom dvizheniya v kachestve vspomogatel'nogo privoda barabannyh mel'nic [Development and research of parameters of a pneumatic cylinder drive with an intermittent (step-by-step) cycle of movement as an auxiliary drive of drum mills]. // Trudy Mezhdun. nauchn.-prakt. konf. «Satpayevskie chteniya – 2021» = Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. «Satpayev readings – 2021». – Vol. 1. – P. 1230-1233 (in Russian)
 3. Krupnik L.A., Yelemesov K.K., Beisenov B.S., Sarybaev E.E. Tihohodnyj privod na baze pnevmoballonov [Low-speed drive based on pneumatic cylinders]. // Gornyj zhurnal Kazakhstana = Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty, 2018. – №10. – P. 40-43 (in Russian)
 4. Alfred Rufer. A high efficiency pneumatic drive system using vane-type semi-rotary actuators. // Electronics and Energetics. – 2021. – Vol. 34. – №3. – P. 415-433 (in English)
 5. Łukasz Magdziak, Ireneusz Malujda, Dominik Wilczyński, Dominik Wojtkowiak. Concept of improving positioning of pneumatic drive as drive of manipulator. // XXI International Slovak-Polish Conference «Machine Modeling and Simulations 2016». // Procedia Engineering. – 2017. – №177 – P. 331-338 (in English)
 6. Ristivojevic M., Lazovic T., Vencl A. Studying the load carrying capacity of spur gear tooth flanks. // Mechanizm and machine Teory. – 2013. – Vol. 59. – P. 125-137 (in English)
 7. Burian Yu.A., Silkov M.V. Dynamics of vibration isolation system with rubber-cord pneumatic spring with damping throttle. Mechanical Science and Technology Update. – 2017. – J. Phys.: Conf. Ser. 858 012007. – P. 421-432 (in English)
 8. Krupnik L., Yelemessov K., Beisenov B., Baskanbayeva D., Sarybaev E. Use of air bellows for low-speed drive mechanisms. // International Journal of Scientific & Engineering Research. – 2018. – Vol. 9(11). – P. 1106-1112 (in English)
 9. Pnevmodvigatel' s frikcionno-obgonnoj muftoj [Pneumatic motor with friction-overrunning clutch]: Innovacionnyj patent RK №34086 [Innovative patent of the Republic of Kazakhstan №34086]; statement 20.06.2018; published 27.12.2019, bulletin №52. – P. 4 (in Russian)
 10. Pnevmaticheskij privod vozvratno-postupatel'nogo dejstvija [Pneumatic reciprocating drive]: Innovacionnyj patent RK №32347 [Innovative patent of the Republic of Kazakhstan №32347]; statement 18.12.2015; published 31.08.2017, bulletin №16. – P.4 (in Russian)
 11. Hrapovoj privod [Ratchet drive]: Innovacionnyj patent RK №31421 [Innovative patent of the Republic of Kazakhstan №31421]; statement 13.03.2015; published 15.08.2016, bulletin №9. – P. 5 (in Russian)

Сведения об авторах:

Бейсенов Б.С., к.т.н., ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), b.beisenov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-6501-6746>

Сарыбаев Е.Е., докторант ОП «Цифровая инженерия машин и оборудования», старший преподаватель кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), sarybaev.erjan@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6665-4558>

Елемесов К.К., к.т.н., ассоциированный профессор, директор институт Энергетики и машиностроения Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), k.yelemessov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0001-6168-2787>

Тагауова Р.З., преподаватель кафедры «Технологические машины и транспорт», Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), r.tagauova@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-4887-2994>

Авторлар туралы мәліметтер:

Бейсенов Б.С., т.ғ.к., «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Сарыбаев Е.Е., «Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы» ОБ докторанты, «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының аға оқытушысы, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Елемесов К.К., т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Энергетика және машинажасау институтының директоры, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Тагауова Р.З., «Технологиялық машиналар және көлік» кафедрасының оқытушысы, Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Beisenov B.S., Ph.D., Associate Professor of the Department of Technological Machines and Transport, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Sarybaev E.E., doctoral student of the EP «Digital Engineering of Machines and Equipment», Senior Lecturer of the Department of «Technological Machines and Transport» Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Elemesov K.K., PhD, Associate Professor, Director of the Institute of Energy and Mechanical Engineering of Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Tagauova R.Z., Lecturer of the Department of «Technological Machines and Transport», Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Код МРНТИ 52.01.93

*Л.И. Едильбаева, Ж.О. Ошакбаева, Г.М. Рахимова, А.Р. Енсебаева

РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (г. Астана, Казахстан)

ОПЫТ ВЕЛИКОБРИТАНИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА

Аннотация. В статье рассмотрен опыт Великобритании по профессиональному образованию специалистов в области персональной, технологической и экологической безопасности (HSE) с помощью программ сертификации, которые набирают популярность по всему миру. Результаты исследований позволили провести сравнительный анализ регламентирующих норм в развитии профессиональных компетенций по безопасному труду, действующих в Казахстане с международной практикой. Практическая значимость исследований заключается в использовании их научных результатов как основополагающих в реализации новой модели развития профессиональных компетенций в области охраны труда на основе риск-ориентированного подхода.

Ключевые слова: охрана труда, профессиональные компетенции, риск-ориентированный подход, сертификат, карьера.

Ұлыбританияның денсаулық сақтау және еңбек қауіпсіздігі саласында кәсіби құзыреттерді қалыптастыру бойынша тәжірибесі

Андатпа. Мақалада Ұлыбританияның бүкіл әлемде танымал болып келе жатқан сертификаттау бағдарламалары арқылы жеке, технологиялық және экологиялық қауіпсіздік (HSE) мамандарына кәсіби білім беру тәжірибесі қарастырылған. Зерттеу нәтижелері Қазақстанда халықаралық тәжірибемен жұмыс істейтін қауіпсіз еңбек жөніндегі кәсіби құзыреттерді дамытудағы регламенттеуші нормаларға салыстырмалы талдау жүргізуге мүмкіндік берді. Зерттеулердің тәжірибелік маңызы олардың ғылыми нәтижелерін тәуекелге бағдарланған тәсіл негізінде еңбекті қорғау саласындағы кәсіби құзыреттіліктерді жаңа дамыту моделін іске асыруда негіз қалаушы ретінде пайдалану болып табылады.

Түйінді сөздер: еңбекті қорғау, кәсіби құзыреттілік, тәуекелге бағытталған тәсіл, сертификат, мансап.

UK experience in developing professional competences in the field of health and safety

Abstract. The article considers the experience of Great Britain on professional education of specialists in the field of personal, technological and environmental safety (HSE) with the help of certification programs, which are gaining popularity around the world. The results of the research allowed to carry out a comparative analysis of regulatory norms in the development of professional competencies in safe labor, operating in Kazakhstan, with international practice. Practical significance of the research lies in the use of their scientific results as fundamental in the implementation of a new model of development of professional competencies in the field of occupational safety on the basis of risk-oriented approach.

Key words: labor protection, professional competences, risk-oriented approach, certificate, career.

Введение

В ходе научных исследований был проведен сравнительный анализ текущего состояния действующей модели обучения в области охраны труда в РК и международного опыта в этой сфере. Было выявлено, что специальности в этой сфере (например, безопасность жизнедеятельности на производстве), полученные в вузе, не соответствуют конкретным рабочим местам; программы бакалавриата большинства отечественных вузов, выпускающих специалистов с высшим/послевузовским образованием и специалистов с техническим и профильным образованием не содержат программы по охране труда; обязанности специалиста по охране труда сегодня придумываются работодателями путем комбинирования различных функций, включая несвойственные профессии должностные обязанности; профессиональный стандарт по охране труда требует значительной доработки; эффективность обучения в значительной мере зависит от организации учебного процесса и компетентности лекторов. Изучение конкретного опыта Великобритании по сертификации профессиональных компетенций в области охраны труда позволил обозначить положительные аспекты для внедрения и повышения эффективности отечественной модели обучения, повышения квалификации, проверки знаний руководителей и специалистов в области охраны труда.

Материалы и методы исследования

При изучении опыта Великобритании использовались данные Управления по охране и безопасности труда Ве-

ликобритании (www.hse.gov.uk), сайта NEBOSH (www.nebosh.org.uk), сайта IOSH (www.iosh.co.uk) и др.

Результаты и обсуждение

Общий надзор за соблюдением законодательства в области безопасности и охраны труда в Великобритании выполняет Государственный секретарь (министр) Министерства труда и пенсий Великобритании, который подотчетен Парламенту Великобритании по вопросам персональной, технологической и экологической безопасности (HSE). Государственному секретарю подчиняется Управление по охране и безопасности труда (Health and Safety Executive)¹ – полуавтономная негосударственная организация в Великобритании, которая отвечает за контроль выполнения требований законодательных актов по охране труда, а также за проведение научных исследований и обучение в области HSE.

Управление в своей деятельности подчинено Государственному секретарю и готовит аналитические отчеты и экспертные заключения по его указанию. В отличие от стран Северной Америки, в Великобритании отсутствуют законодательные ограничения на осуществление инженерно-технических работ [1]. Государственные структуры Великобритании не утверждают программы обучения для специалистов и менеджеров HSE. Эту роль взяли на себя профессиональные общественные организации специалистов по охране труда. Из нескольких десятков таких организаций международное признание получили NEBOSH и IOSH.

¹ <https://www.hse.gov.uk>

Национальный экзаменационный совет по охране труда (NEBOSH)¹ – это общественная и благотворительная организация, которая разработала более 30 программ обучения по охране труда, включая гигиену и медицину труда, технологической безопасности, включая пожарную безопасность и реагирование в чрезвычайных ситуациях. NEBOSH разрабатывает типовые программы обучения и экзаменационные вопросы к ним, аккредитует провайдеров своих программ обучения по всему миру [2]. На сайте организации вы можете проверить подлинность провайдера (учебного центра, организации обучения) и его рейтинг (золотой, серебряный, бронзовый партнер). На основе типовых программ каждый аккредитованный провайдер услуг обучения создает обучающие материалы (презентации, лекции) самостоятельно. Темы, продолжительность курсов, экзаменационные вопросы одинаковы для всех стран. Сегодня квалификация NEBOSH является самым престижным образованием в области охраны труда в мире.

Программы NEBOSH разработаны как для внутреннего рынка труда, так и для иностранных граждан и граждан Великобритании, которые ищут работу за рубежом. Признание базовой квалификации по отдельным дисциплинам и технические и управленческие сертификаты (Award/Certificate) NEBOSH – соответствуют 5/6 уровню Европейской рамки квалификаций (ЕПК), а дипломы и звания магистра наук и магистра исследователя (Diploma/Masters) – 7/8 уровню ЕПК. Для двух категорий магистрантов аккредитовано по три программы очного обучения для каждой категории в вузах Великобритании, которые доступны только для специалистов, которые прошли обучение по базовым программам и имеют соответствующие сертификаты NEBOSH. Все программы NEBOSH могут проводиться в очной, очно-заочной и дистанционной (онлайн) формах обучения. Продолжительность очных программ составляет от 10 до 100 академических часов, включая сдачу экзаменов, плюс не менее 40 часов самостоятельно подготовки и изучения дополнительных источников. Программы NEBOSH доступны не только для профессионалов в области охраны труда, но и для руководителей предприятий, рабочих и непрофессионалов.

Экзамены проводятся в письменном формате и контролем со стороны NEBOSH по месту проведения обучения провайдерами. Например, в Казахстане на экзамен могут пригласить представителя Британского Совета (British Council)², который распечатывает конверт с экзаменационными вопросами, полученными от NEBOSH, в день экзамена. Представитель Британского Совета находится в учебном классе во время экзамена, это позволяет исключить шпаргалки, контролировать время, отведенное на письменные ответы, фиксировать положительные и отрицательные аспекты работы провайдера. Проверка знаний и признание квалификации по программам NEBOSH не является обязательной, но в Великобритании и в 120 странах мира, в том числе на предприятиях горнодобывающей, нефтяной и др. отраслях с участием иностранных

инвесторов в РК, работодатели все чаще включают требование по наличию сертификатов NEBOSH при найме и аттестации специалистов HSE. Экзамены NEBOSH могут быть сданы в течение 5 лет с момента обучения на платной основе. Обучение по программам NEBOSH, включая экзамены и внесение данных в электронную базу данных NEBOSH достаточно дорогостоящие, дороже всего обходится очное обучение, онлайн формат значительно дешевле [3]. Специалисты, получившие общие или специализированные сертификаты NEBOSH и имеющие опыт работы в сфере безопасности и охраны труда, автоматически становятся членами профессиональных организаций по направлению их деятельности.

Институт по безопасности и охране труда (IOSH)³ – это крупнейшая членская профессиональная ассоциация специалистов по охране труда во всем мире. С 1962 года Институт имеет статус благотворительного фонда. Одной из задач ассоциации является проведение обучения в области охраны труда. Структура компетенций IOSH включает 69 компетенций по трем категориям: базовые, технические, поведенческие. Уровень компетенций, необходимый в развитии специалиста по охране труда, будет различаться в зависимости от роли, уровня управления, отрасли.

Организация обучения IOSH проводится в том формате как NEBOSH, но продолжительность обучения и экзаменов небольшие, а сами программы менее насыщенные. Экзамены IOSH проходят под контролем провайдера.

IOSH помогает членам ассоциации в постоянном профессиональном развитии и получении конкурентного преимущества. Для реализации принципа непрерывного совершенствования и развития членам ассоциации открыт доступ к различным информационным источникам, аккредитованным курсам обучения, семинарам, конференциям и различным мероприятиям IOSH. Ассоциация мотивирует своих членов, начисляя им поощрительные баллы за документально подтвержденное участие в таких мероприятиях и повышая профессиональную категорию членства без взимания дополнительной платы.

Сертификаты и дипломы NEBOSH признаются всеми странами без дополнительных процедур. У владельцев сертификатов IOSH потребуют подтверждение стажа и прохождение дополнительного теста в соответствии с особенностями законодательства в области охраны труда в той или иной стране⁴.

Сертификаты и дипломы NEBOSH и IOSH бессрочны в отличие от США, где сертификаты действительны в течение трех лет [4]. Дальнейшее развитие компетенций и поддержание профессионального членства специалисты ведут на добровольной основе.

Заключение

В ходе исследования были рассмотрены положительные аспекты опыта Великобритании по развитию профессиональных компетенций в области охраны труда, такие

¹ <https://www.nebosh.org.uk>

² <https://www.britishcouncil.org/>

³ <https://www.iosh.co.uk>

⁴ <https://prominf.ru/article/podgotovka-specialistov-po-ohrane-truda-za-rubezhom>

как: разделение функций по обучению провайдером услуг и функции проверки знаний и присвоения квалификации общественными профессиональными организациями по охране труда; создание типовых программ обучения NEBOSH и IOSH; международное признание качества подготовки специалистов в области охраны труда; развитие риск-ориентированного мышления в области охраны труда у руководителей и специалистов.

Программы NEBOSH и IOSH позволяют специалистам в области охраны труда и непрофессионалам восполнить имеющиеся недостатки в образовании по данному вопросу. На основе результатов исследования подготовлены предложения о внесении соответствующих изменений

и дополнений в НПА РК по вопросам обучения и повышения квалификации в области охраны труда, а также по совершенствованию профессионального стандарта по охране труда⁵.

В статье представлены результаты научных исследований, полученные в ходе реализации научно-технической программы на тему: «Риск-ориентированные организационно-экономические механизмы обеспечения безопасного труда в условиях современного Казахстана» (ИРН OR11865833) в рамках программно-целевого финансирования исследований Республиканского научно-исследовательского института по охране труда МТСЗН РК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бондарь Л., Солдатова А., Васильева С. Подходы к сертификации персонала в зарубежной практике. // Стандарты и качество. – 2019. – №2 (на русском языке)
2. Коралева А. Образование NEBOSH, его статус в мире. // EcoStandard.journal. – 2021. – №3 (на русском языке)
3. Голубев И.Г. NEBOSH и не только. О развитии компетенций специалистов ОТиПБ за рубежом. Национальная ассоциация центров охраны труда. // Безопасность и охрана труда. – 2016. – №2. – С. 74 (на русском языке)
4. Бьянчи Дж., Меноцци М., Мигуэль С., Харви Х., Хейл Э. Западный ветер. Сертификация специалистов по охране труда в Европе. Национальная ассоциация центров охраны труда. // Безопасность и охрана труда. – 2013. – №2. – С. 72 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бондарь Л., Солдатова А., Васильева С. Шетелдік тәжірибеде персоналды сертификаттау тәсілдері. // Стандарттар және сапа. – 2019. – №2 (орыс тілінде)
2. Арина Коралева. NEBOSH білімі, оның әлемдегі мәртебесі. // EcoStandard.journal. – 2021. – №3 (орыс тілінде)
3. Голубев И.Г. NEBOSH және ол гана емес. Шетелде Еңбекті қорғау және өнеркәсіптік қауіпсіздік мамандарының құзыреттерін дамыту туралы. Еңбекті қорғау орталықтарының ұлттық қауымдастығы. // Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау. – 2016. – №2. – Б. 74 (орыс тілінде)
4. Бьянчи Дж., Меноцци М., Мигуэль С., Харви Х., Хейл Э. Батыс жел. Еуропадағы еңбекті қорғау мамандарын сертификаттау. Еңбекті қорғау орталықтарының ұлттық қауымдастығы. // Еңбек қауіпсіздігі және еңбекті қорғау. – 2013. – №2. – Б. 72 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Bondar L., Soldatova A., Vasilyeva S. Podkhody k sertifikatsii personala v zarubezhnoy praktike [Approaches to personnel certification in foreign practice]. // Standarty i kachestvo = Standards and quality. – 2019. – №2 (in Russian)
2. Korableva A. Obrazovaniye NEBOSH, yego status v mire [Formation of NEBOSH, its status in the world]. // EcoStandard.journal. – 2021. – №3 (in Russian)
3. Golubev I.G. NEBOSH i ne tol'ko. O razvitiy kompetentsiy spetsialistov OTiPB za rubezhom. Natsional'naya assotsiatsiya tsentrov okhrany truda [NEBOSH and more. On the development of competencies of HSE specialists abroad. National Association of Occupational Safety and Health Centers]. // Bezopasnost' i okhrana truda = Safety and labor protection. – 2016. – №3 – P. 74 (in Russian)
4. Bianchi J., M. Menozzi M., Miguel S., Harvey H., Hale E. Zapadnyy veter. Sertifikatsiya spetsialistov po okhrane truda v Yevrope. Natsional'naya assotsiatsiya tsentrov okhrany truda [West wind. Certification of labor protection specialists in Europe. National Association of Occupational Safety and Health Centers]. // Bezopasnost' i okhrana truda = Safety and labor protection. – 2013. – №2. – P. 72 (in Russian)

⁵ <https://www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/central-asia/Kazakhstan-Monitoring-Skills-Development-through-Occupational-Standards-2019-EN.pdf>

Сведения об авторах:

Едильбаева Л.И., канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник филиала «Южный» РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан), laura.ibragimovna@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0009-4442-057X>

Ошакбаева Ж.О., канд. биол. наук, ассоциированный профессор, руководитель отдела «Социально-правовых исследований» РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (г. Астана, Казахстан) oshakbayeva@rniiot.kz; <https://orcid.org/0000-0002-4409-7444>

Рахимова Г.М., руководитель Центра профессиональных компетенций РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан» (г. Астана, Казахстан), rniiot@rniiot.kz; <https://orcid.org/0009-0007-1274-9480>

Енсебаева А.Р., кандидат юридических наук, ведущий научный сотрудник отдела «Социально-правовых исследований» РГП на ПХВ «Республиканский научно-исследовательский институт по охране труда» Министерства труда и социальной защиты населения Республики Казахстан (г. Астана, Казахстан), nell1212kz@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-6970-8945>

Авторлар туралы мәліметтер:

Едильбаева Л.И., медицина ғылымдарының кандидаты, «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК жетекші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Ошакбаева Ж.О., биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК «Әлеуметтік- құқықтық зерттеулер» бөлімінің басшысы (Астана қ., Қазақстан)

Рахимова Г.М., «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК Кәсіби құзыреттілік орталығының басшысы (Астана қ., Қазақстан)

Енсебаева А.Р., заң ғылымдарының кандидаты, «Қазақстан Республикасы Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігінің Еңбекті қорғау жөніндегі республикалық ғылыми-зерттеу институты» ШЖҚ РМК «Әлеуметтік- құқықтық зерттеулер» бөлімінің жетекші ғылыми қызметкері (Астана қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Edilbayeva L.I., Candidate of Medical Sciences, Leading researcher of the RSE at the Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan)

Oshakbayeva Zh.O., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Social and Legal Research» of the RSE at the Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)

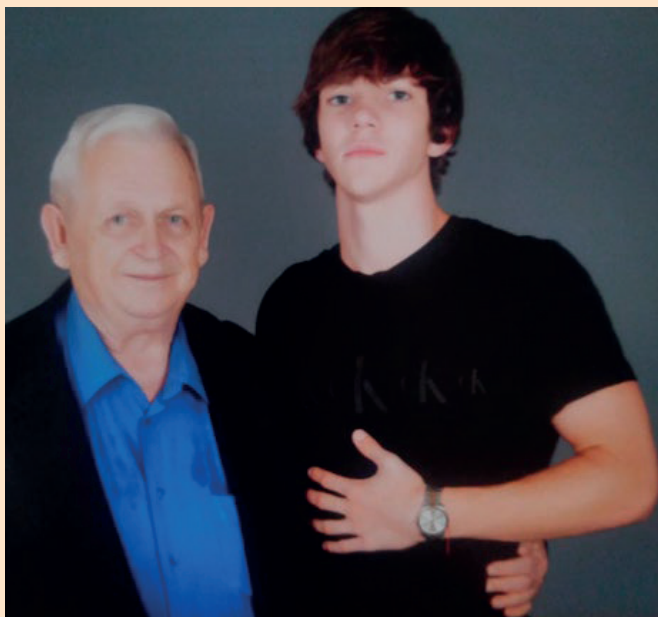
Rakhimova G.M., Head of the Center for Professional Competencies of the RSE at the Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)

Yensebayeva A.R., Candidate of Legal Sciences, Leading researcher of the Department of «Social and Legal Research» of the RSE at the Republican Research Institute for Labor Protection of the Ministry of Labor and Social Protection of the Population of the Republic of Kazakhstan (Astana, Kazakhstan)

15 августа 2023 года исполнилось 85 лет заслуженному горняку – Геннадию Васильевичу Горбатенко, внесшему большой вклад в развитие золоторудной промышленности Казахстана, известному специалисту в горно-металлургическом комплексе. Трудовую деятельность Геннадий Васильевич начал в 1956 г. в Белоусовской геологоразведочной партии треста «Алтайцветметразведка» младшим буровым рабочим. В 1958 году Геннадий Васильевич поступил на горный факультет Томского политехнического института, в 1962 году горный факультет был переведен из Томского политехнического института в Кемеровский горный институт. После окончания в 1963 году Кемеровского горного института вся его трудовая деятельность связана с горными предприятиями Казахстана. В 1963-1974 гг. Геннадий Васильевич работает горным мастером и начальником участка Миргалимсайского ШСУ комбината «Ачполиметалл». С 1974 года по 1984 гг. он возглавляет Аксуское шахтопроходческое управление треста «Золотошахта-проходка».

Большой производительный опыт Г.В. Горбатенко оказался востребованным на горных предприятиях Монгольской народной Республики, где он находился с 1984 по 1990 гг.

В 1993 году он переходит на работу в АО «Горнорудная компания» «Абе: Балхаш» в качестве главного инженера,



генерального директора, с 1996 года по 2002 – генеральный директор АО «Компания АБС»; с 2002 года по 2007 год генеральный директор ТОО «Юбилейное»; с 2008 года по 2017 год генеральный директор «АБС Холдинг»; с декабря 2017 года на заслуженном отдыхе. Г.В. Горбатенко внес большой вклад в развитие золоторудной промышленности Республики Казахстан.

За большой вклад в развитие шахтостроения и становление золоторудной промышленности в Республике Казахстан Горбатенко Г.В. награжден юбилейной медалью «За доблестной труд»; почетным знаком «Кенші данкы» трех степеней и медалью «Енбек Ардагері».

У Геннадия Васильевича прекрасная семья: супруга Лариса, двое детей Светлана и Татьяна, двое внуков Инна и Георгий и один правнук Рома. Геннадий Васильевич любит читать книги о природе, путешествиях, имеет большую библиотеку.

«Горный журнал Казахстана», горная общественность страны поздравляют Геннадия Васильевича с юбилеем!

[XIX] МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДР



ufi
Approved
Event

Mining Week

KAZAKHSTAN '2024

25-27 [июня] 2024
КАРАГАНДА · КАЗАХСТАН

ТОО «TNT EXPO»

🌐 miningweek.kz

☎ +7 (727) 344 00 63

✉ mintekf@tntexpo.com

📷 [mining.week.kazakhstan](https://www.instagram.com/mining.week.kazakhstan)



MININGWEEK.KZ

miningmetals

UZBEKISTAN

17-я Международная выставка
**Горное дело, металлургия
и металлообработка**

1 | 2 | 3 Ноября 2023

Узэкспоцентр, Ташкент, Узбекистан



Iteca Exhibitions

Тел: +998 71 205 18 18; Факс: +998 71 237 22 72

E-mail: mining@iteca.uz; Web: www.mining.uz



@itecaExhibitions



@itecaExhibitions



@iteca



@iteca_exhibitions



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, метадаанные 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 подрисуночном 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.

4. Условия приобретения журналов авторами.

С автором(ами) заключается договор о приобретении 8 (восьми) экземпляров журнала с 50% скидкой, которые он(они) имеют право распространять среди горной общественности. Для авторов, проживающих в других городах (кроме г. Алматы) и не имеющих представителей в г. Алматы, в счет включаются почтовые услуги. После оплаты статья публикуется в очередном номере журнала, а автору(авторам) предоставляются экземпляры журнала, согласно счету.