



ЛЕТ ГОРНОМУ ЖУРНАЛУ КАЗАХСТАНА!

**ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ
В ПРАЗДНИЧНОМ ВЫПУСКЕ:**



+7 747 343 15 02



minmag.kz



@minmag.kz

050026, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Карасай батыра, 146, оф. 401

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,
тел.: +7 (747) 440-46-35
+7 (747) 343-15-02
minmag.kz

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

Представители журнала:

Центрально-Казахстанский регион –
ВЛАДИМИР ФЕДОРОВИЧ ДЕМИН
vladfdemin@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 20.12.2022 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

Ю.А. БОЧАРОВА, Yuliya.Bocharova@interrin.kz

Специалист по связям с общественностью

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

Ж.Д. Байгурин, д-р техн. наук, профессор

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

А.И. Едильбаев, д-р техн. наук

А.А. Зейнуллин, д-р техн. наук, профессор

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

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

Д.Г. Масыгин

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

В.С. Музгина, д-р техн. наук

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

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

П.Г. Тамбиев, канд. техн. наук

Ш.Н. Туробов, PhD

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

Р.А. Хамидов (Узбекистан), PhD

Р.Р. Ходжаев, д-р техн. наук

П.А. Цеховой

Т.А. Чепуштанова, PhD

T

Тимченкодан
Маркетинг

S

Маркетингтік
нигилизм
агенттігі

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

Happy
New Year!
С новым
годом!

Машымбет,
2023



Маркетинг для
производственных
компаний

Мы помогаем:

- Сформировать позитивный образ компании
- Привлечь новых клиентов
- Обойти конкурентов
- Выйти на новые рынки
- Продавать

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

® – статья на правах рекламы

① – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

- 6 «Казцинк» еще больше повысил безопасность своей подземной техники ®
- 8 БЕЛАЗ: инновационные решения для горнодобывающей отрасли ®
- 10 ООО «РудХим»: качественно, надежно, экономично, экологично ®
- Премьера рубрики «Давайте познакомимся!»
- 12 Что общего у Aston Martins и DBSantasalo или при чем тут редукторы?
В 2023 год вместе!
- 16 Технологические лидеры о вызовах и драйверах горнодобывающей промышленности Центральной Азии
Геотехнология
- 22 *Битимбаев М.Ж., *Абен Е.Х., Юсупов Х.А.*
Развитие теории создания природоподных комбинированных геотехнологий и возможности их практической реализации
Маркшейдерское дело
- 28 *Рысбеков К.Б., Нурпеисова М.Б., *Касымканова Х.М., Кыргызбаева Г.М.*
Мониторинг медленных движений земной коры в рудоносных регионах Казахстана
Крепление горных выработок
- 34 **Акранбайева А.Г., Isabek Т.К.*
Application of the alkali-free setting accelerator and superplasticizer for shotcrete support of mine workings
Взрывное дело
- 40 **Ракишев Б.Р., Мусахан А.Б.*
Рациональные параметры расположения отбойных и оконтуривающих зарядов в горизонтальных подготовительных выработках
Обогащение полезных ископаемых
- 46 **Турбекова К.С., Каткеева Г.Л., Оскембеков И.М., Султангазиев Р.Б.*
Коллективная флотация обескремненного техногенного баритового сырья
Горные машины
- 52 **Ивадилинова Д.Т., Кулжабаева Д.С., Мустафин С.А., Хусан Б.*
Анализ процессов доставки и отгрузки руды в условиях систем отработки подэтажными штреками
Охрана труда и безопасность в горной промышленности
- 58 *Семсер Р.М., Суимбаева А.М., Асаинов С.Т., *Матаев А.К.*
Қазақстанның кен шахталарын желдету жүйелерінің ерекшеліктері
- 64 Статьи, опубликованные в 2022 году
- 67 Требования к оформлению статей
Памяти ученого
- 68 *Бояндинова А.А.*
К 85-летию со дня рождения Диаса Габдулхакимовича Букейханова

0+

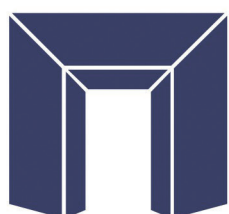
Металлообработка. Сварка – Урал

Екатеринбург

**14–17
марта
2023**

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
www.metal-ekb.expoperm.ru



«КАЗЦИНК» ЕЩЕ БОЛЬШЕ ПОВЫСИЛ БЕЗОПАСНОСТЬ СВОЕЙ ПОДЗЕМНОЙ ТЕХНИКИ

Специальные системы автоматического пожаротушения и кругового обзора были установлены на подземной самоходной технике горнорудных подразделений «Казцинк» в Восточном Казахстане: на Алтайском и Риддерском горно-обогатительных комплексах.

Усовершенствование коснулось 285 единиц техники. Отныне погрузочно-доставочные машины, самосвалы, буровые станки, вспомогательная и вся подземная техника оборудованы системами обзора на 360 градусов и автоматического пожаротушения.

Нововведения подобраны с учетом лучших мировых практик, они обеспечивают как ручную активацию, так и автоматическую. Например, подобные системы автоматического пожаротушения стоят на самолетах Boeing 737.

Подробнее об усовершенствованиях рассказал менеджер по техническому обслуживанию и ремонтам шахтного самоходного оборудования Управления основных фондов горно-обогатительного производства «Казцинк» **Алексей Иовлев**:



– Каждая система пожаротушения включает в себя баллон со специальной жидкостью, магистраль специальных форсунок-распылителей, приводимых в действие при возникновении температуры свыше 170 градусов. На установку каждой такой

системы уходило до двух суток. Что касается оснащения подземного парка системами кругового обзора, казцинковцы проанализировали работу транспорта и определили наиболее значимые места для установки камер кругового обзора. Машина ведь большая. Сидя в кабине, машинист видит не все габариты: где-то ковш мешает, где-то задний капот. Установку камер обсуждали с машинистами, чтобы учесть все слепые зоны. Оборудование фиксирует все происходящее вокруг, видео пишется, материал накапливается до нескольких месяцев истории. При необходимости можно просмотреть и проанализировать, насколько корректно работал оператор. Он, в свою очередь, может также использовать видеозапись, если возникают спорные моменты.



Новые пользователи систем – операторы самоходной техники – отмечают, что они начали лучше контролировать ситуацию.

Материалы предоставлены Управлением по связям с общественностью ТОО «Казцинк»

WWW.CRANE-EXPO.RU



СПТОКРАНЫ

СПЕЦТЕХНИКА И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ



МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СПТОКРАНЫ

СПЕЦТЕХНИКА И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

5-7 апреля 2023 г.

ЦВК ЭКСПОЦЕНТР, павильон № 8

БЕЛАЗ: ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ



Самые востребованные в Республике Казахстан и одновременно самые продаваемые самосвалы БЕЛАЗ на мировом рынке – грузоподъемностью 90 тонн, 110-130 тонн и 220 тонн.

Во всех этих самосвалах мы применили электро-механическую трансмиссию, которая в сравнении с гидромеханической обладает весомыми преимуществами и позволяет экономить на техническом обслуживании – до 38% средств; расходе топливе (при аналогичной грузоподъемности) – до 15%; тормозных накладках (за счет применения электродинамического тормоза) – до 5%.

Для беспрецедентной безопасности оборудовали самосвал специальными функциями:

- ✓ установили систему видеонаблюдения, которая способна обнаруживать посторонние предметы в слепой зоне;
- ✓ внедрили «умный свет», который облегчает видимость при сложных погодных условиях – пыль, дождь, туман, снег;
- ✓ добавили платформе удлиненный козырек – для надежной защиты от падающей породы при загрузке самосвала;

- ✓ установили защитный буфер, который предотвращает контакт кабины с платформой при столкновении двух самосвалов и цепные камневыталкиватели, которые защищают от повреждений задние шины при поднятии платформы.

Для повышения эффективности эксплуатации и надежности усилили раму, элементы подвески, системы рулевого управления, редукторы мотор-колес.

Для еще большей комфортности операторов установили теплошумоизоляцию, двойное остекление окон и стекла с электроподогревом.

Если недавно карьерный самосвал БЕЛАЗ выпускался в классическом исполнении, то сегодня – это техника со множеством цифровых решений, оснащенная большим количеством датчиков, сенсорных систем, систем безопасности, цифровых помощников. И, чтобы эффективно управлять умными машинами и обеспечивать высокий уровень сервиса

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ОПЦИИ СЕРИЙНЫХ МАШИН:

- *противооткатная система;*
- *система автоматического ограничения скорости;*
- *система стабилизации скорости на спуске;*
- *встроенная система контроля и диагностики тягового электропривода;*
- *система пожаротушения с дистанционным включением и автоматической системой тушения в заднем мосту;*
- *система контроля давления в шинах;*
- *централизованная система смазки;*
- *система контроля загрузки;*
- *система видеобзора;*
- *устройство сигнализации приближения к высоковольтной линии;*
- *система контроля загрузки и топлива с цифровой или аналоговой индикацией массы перевозимого груза различных производителей на выбор;*
- *установка заправочного центра;*
- *зеркала с электроподогревом.*

в их обслуживании, специалисты БЕЛАЗа разработали инновационную систему – Intellectual Monitoring System (IMS). Продукт призван обеспечить повышение эффективности логистической деятельности всего горнодобывающего предприятия. Система IMS позволяет не только отслеживать и контролировать местоположение, техническое состояние парка самосвалов, но и оценивать эффективность его работы, а также обнаруживать нарушения эксплуатации техники из любой точки земного шара. Такое программное обеспечение уже внедрено в Армении, Казахстане, России, Беларуси, Македонии, Индии.

БЕЛАЗ стремительно развивается: за последние пару лет мы реализовали сразу несколько инновационных проектов и дополнили линейку выпускаемой продукции пятнадцатью новыми моделями техники, большая часть из которых – экологичная и экономичная техника. Создали дизель-троллейвоз БЕЛАЗ-7530Е на базе флагмана – карьерного самосвала грузоподъемностью 220 тонн; сегодня готовы реализовать этот проект на базе любого самосвала грузоподъемностью выше 90 тонн либо переоборудовать существующий парк техники в троллейвозное исполнение.



Приступили к тестированию полностью «зеленого» самосвала БЕЛАЗ-7558Е грузоподъемностью 90 тонн, под капотом которого вместо дизельного двигателя – аккумуляторные батареи. Развивали газовую тематику: успешно завершили этап испытаний 136-тонного самосвала БЕЛАЗ-7513С с газодизельным двигателем. Выпустили самосвалы грузоподъемностью 30 и 45 тонн, работающие на газе. Создали роботизированный карьерный самосвал БЕЛАЗ-7558R грузоподъемностью 90 тонн.

В 2022 году представили миру 130-тонный гибридный карьерный самосвал, который имеет инновационную схему работы: сочетание дизельного двигателя малой мощности с аккумуляторными батареями и системой рекуперации энергии позволят значительно сократить вредные выбросы в атмосферу и заметно снизить затраты на эксплуатацию самосвала за счет экономии топлива.

В ближайшее время представим обновленную линейку самосвалов второго поколения грузоподъемностью 55, 90, 110, 180 и 240 тонн.

В реализации инновационных проектов мы максимально эффективно решаем задачу, поставленную нашими потребителями, и предлагаем не только поставку карьерных самосвалов или переоборудование существующего парка техники, но и комплексные решения для ее эффективной эксплуатации, включая возведение инфраструктуры, экономический расчет и подбор необходимого оборудования. Для дизель-троллейвоза – монтаж тяговой подстанции и троллейной инфраструктуры, для аккумуляторного и гибридного самосвалов – станции быстрой зарядки, для газовой техники – стационарные либо передвижные заправочные станции.

ООО «РУДХИМ»: КАЧЕСТВЕННО, НАДЕЖНО, ЭКОНОМИЧНО, ЭКОЛОГИЧНО

ООО «РудХим» – уникальное предприятие полного цикла, работающее в интересах горнорудной, нефтегазодобывающей и металлообрабатывающей промышленности. Завод расположен в Белгородской области. Производство осуществляется на современном отечественном оборудовании и из отечественного сырья. По своим показателям продукция ООО «РудХим» зачастую превосходит импортные аналоги и лучшие образцы отечественного производства, при этом мы полностью учитываем экономическую ситуацию.

На сегодняшний день наше предприятие достигло высоких показателей в разработке и внедрении новых видов продукции и смесительно-зарядной техники. Продукция ООО «РудХим» выдержала испытания в ведущих отраслевых лабораториях страны, сертифицирована, запатентована и имеет разрешение к постоянному применению на территории нашей страны и Таможенного Союза.

Уникальные свойства продукции, выпускаемой нашим заводом, неоднократно отмечались различными наградами. Наше предприятие было признано Лауреатом премии в области импортозамещения в номинации «Приоритет-ХИМПРОМ», Лауреатом всероссийского конкурса «100 лучших товаров России», признано победителем конкурса Национальной премии в области предпринимательской деятельности «Золотой Меркурий» в номинации «Лучшее малое предприятие в сфере промышленного производства».

Основными целями и задачами нашего предприятия являются:

- улучшение эффективности буровзрывного комплекса горнорудных предприятий, а именно, при подземной разработке шахт и рудников;
- импортозамещение реагентов для предприятий, ведущих добычу нефти и газа;
- повышение качества металлообработки специализированными организациями при применении смазочно-охлаждающих жидкостей «РХ».



Иван Юрьевич Селин,
генеральный директор ООО «РудХим»

Применение продукции нашего завода позволит компаниям сократить расходы на производство, что гарантированно повысит финансовые показатели.

Деятельность нашего предприятия ведется в строгом соблюдении требований Ростехнадзора в области промышленной безопасности и экологии.

В настоящем ООО «РудХим» стремится к планомерному наращиванию объемов продаж производимой продукции и оказываемых услуг.



ООО «РудХим»
РФ, Белгородская обл., п. Яковлево, ул. Южная, 12
+7 (4722) 50-02-31
rudchem31@gmail.com, info@rudchem.ru
rudchem.ru



**13-й Горно-геологический
форум и выставка
МАЙНЕКС Казахстан 2023**



18-20 апреля 2023,
Нур-Султан, Казахстан

kz@minexforum.com

+7 7172 696 836

Сегодня Центральная Азия находится в центре внимания как благодаря невероятным темпам экономического развития, так и в силу геополитических обстоятельств.

Кросс-индустриальное агентство Marketing from Timchenko представляем вам премьеру – авторскую гостевую рубрику «Давайте познакомимся!». Приглашаем к участию компании, которые хотят представить себя, свои услуги и решения промышленным предприятиям Центральной Азии.

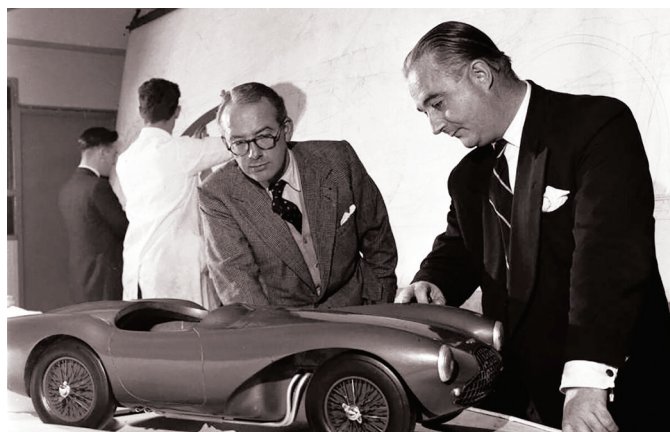
Наш первый герой – мировой производитель промышленных редукторов с уникальной и богатой историей, головокружительными взлетами и открытиями, стратегическими и стихийными приобретениями – DBSantasalo.

ЧТО ОБЩЕГО У ASTON MARTINS И DBSANTASALO ИЛИ ПРИ ЧЕМ ТУТ РЕДУКТОРЫ?

История компании DBSantasalo начинается в далеком 1860 году, как небольшого семейного предприятия David Brown по производству листовых выкроек для ткацких станков.

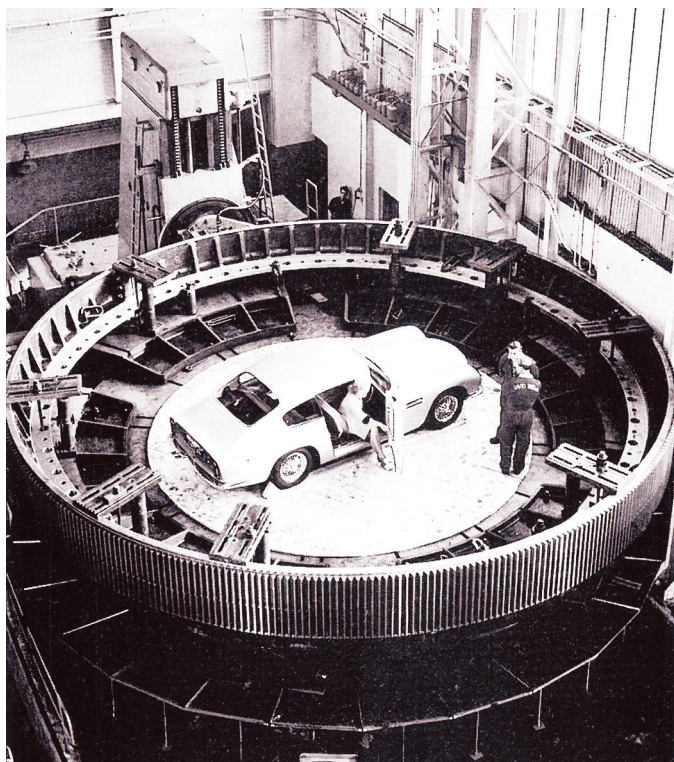
На рубеже XIX века индустриальный рынок Англии развивался, как никогда, стремительно. Ощущая потребность в качественных комплектующих, сыновья Дэвида Брауна, отца-основателя, запускают в 1903 году производство шестерен, комплектных редукторов, зуборезных станков, инструмента и оборудования, подшипников и валов, а также червячных передач, востребованных практически во всех отраслях британской промышленности, включая автомобилестроение, авиацию и кораблестроение.

В 1918 году компания берет курс на поставку силовых установок для военных кораблей и приводных систем для вооружения, востребованных после окончания Первой мировой войны. И к 1921 году David Brown становится крупнейшим в мире производителем червячных передач.



David Brown и Aston Martin

В 30-е годы предприятие продолжает наращивать производственные мощности, развивать новые направления и выстраивать сотрудничество с лучшими британскими инженерами. В 1933 году David Brown совместно с американской компанией Timken, специализирующейся на выпуске подшипников, налаживают производство червячных приводов Radicon. Спустя три года, объединив опыт и экспертизу с британским механиком Гарри Фергюсоном, David Brown запускает производство тракторов на новом заводе в Мелтеме, Хаддерсфилд, Северная Англия. Уже в следующем году, получив патент, вместе с Генри Мерритом налаживают поставки танковой трансмиссии с тройным дифференциалом, которая обеспечивала



Моменты биографии

В 1947 году внук основателя Дэвида Брауна увидел объявление в Times, предлагавшее к продаже высококлассный автомобильный бизнес. Так, за 20500 фунтов стерлингов компанией David Brown был приобретен Aston Martins and Lagonda. Это положило начало новой страницы истории легендарной Aston Martins серии DB.

Продукция компании аккредитована на соответствие стандарту ISO 9001.

большую маневренность и быстроходность британских танков вплоть до 1980-х годов.

Вслед за наращиванием операционных мощностей, росла и необходимость в увеличении производственных площадей. К 1951 году David Brown выкупил 60 гектаров земли для строительства цехов.

В 1960 году David Brown отпраздновал свое столетие. В то время это была крупнейшая частная компания в Великобритании, занимавшаяся производством тракторов, промышленных зубчатых передач, а также техники для выпуска зубчатых колес и измерительного оборудования.

В 1993 году David Brown продал свою долю двум венчурным капиталистам Cooke & Brown, которые преобразовали ее в публичную компанию. А уже в октябре 1998 года предприятие было приобретено американской многонациональной компанией Textron Inc. С этого момента компания продолжает производство трансмиссий для промышленного, оборонного, железнодорожного и морского применения. К их числу относятся разработки для британских танков Challenger 2 и американских боевых машин Bradley. Железнодорожные трансмиссии производятся на промышленной площадке David Brown China в Чанчжоу.

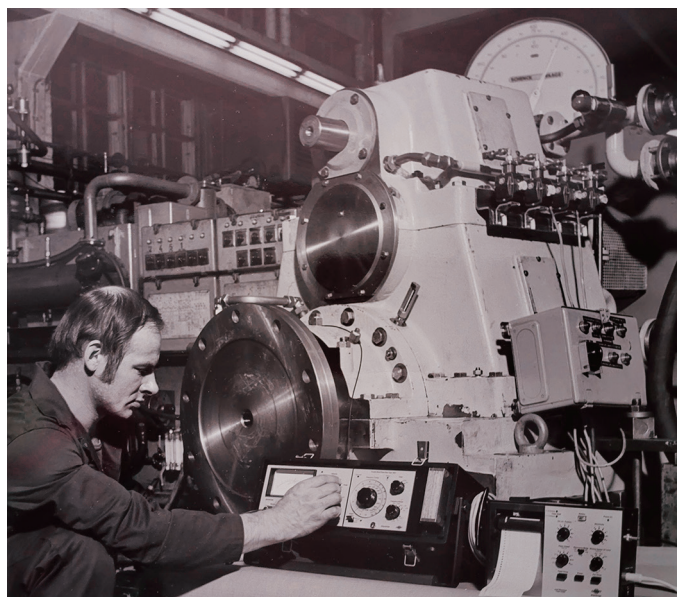
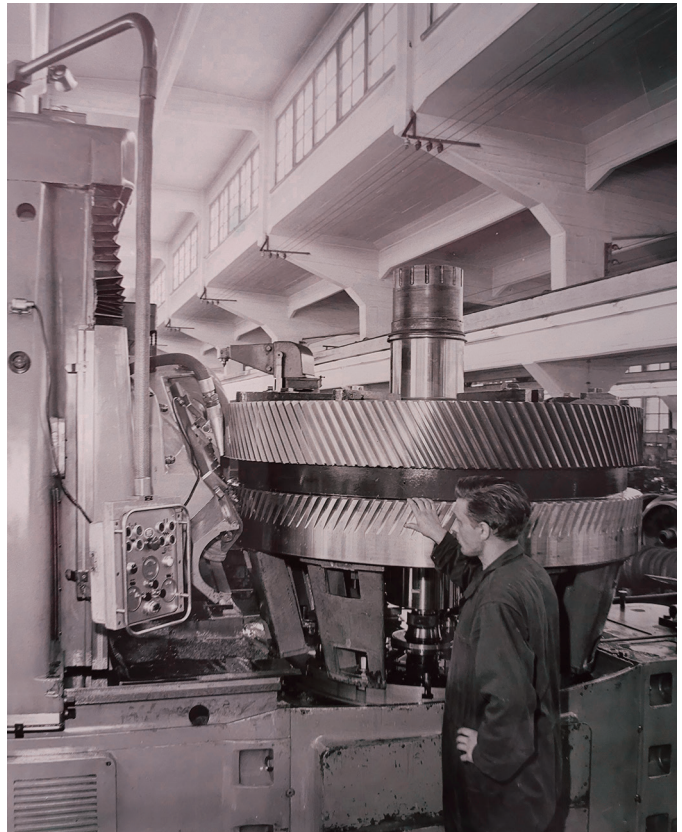
А тем временем в далекой северной Финляндии в 1940 году инженеры Антти Нелимаркка и Эйно Сантасало основывают совместное предприятие E. Santasalo. Тогда компания специализировалась на производстве карбюраторов и автомобильных запчастей для оборонной промышленности. И уже в 1944 году на заводе E. Santasalo изготавливаются первые редукторы.

В течение следующих десятилетий предприятие стремительно развивалось, отработывало новые технологии и решения, наращивала производственные мощности и расширяла географию. К 2015 году Santasalo объединила и преумножила опыт более десятка промышленных компаний, включая Valmet, Rauma Repola, SAWA, Wärstilä, Metso Drives, Moventas (Industrial), став одним из ведущих производителей редукторов в Финляндии.

Особую роль в становлении Santasalo сыграла финская корпорация Valmet. Основанная в 1950 году, она специализировалась на выпуске механических приводов для бумагоделательных машин. Многолетний опыт и широкая экспертиза в области редукторов позволили быстро нарастить производственные мощности, расширить номенклатуру и географию поставок комплектующих. И уже к 80-м годам Valmet становится ведущим поставщиком редукторов и зубчатых колес для ключевых отраслей промышленности, включая судостроение, машиностроение, горнодобывающую и автомобильную.



Завод Дэвида Брауна «Мелтем Миллс», 1981





2016 стал годом слияния David Brown и Santasalo и создания глобального бизнеса по производству промышленных редукторов – David Brown Santasalo (DBSantasalo). Подобный шаг объединил мощности двух настоящих лидеров в области надежных и технологичных промышленных редукторов, с глобальной сервисной поддержкой в любой точке земного шара, собственными научно-исследовательскими, конструкторскими и производственными мощностями, чтобы создать по-настоящему сильного партнера и поставщика.

Компания DBSantasalo осуществляет сервисное обслуживание редукторных систем любых производителей, в числе которых ASEA, GEC Alstom Gears, Benoni Engineering Works, Bostock and Bramley, Metso Drives, Jackson Gears, John Welsh, Paramount Gears и другие.

DBSantasalo предлагает полный спектр приводных решений для сложных условий добычи и переработки полезных ископаемых. Компания производит широкий ассортимент редукторов: от цилиндрических, коническо-цилиндрических, планетарных до сегментных и мульти-сегментных венцовых зубчатых колес. Каждое решение разрабатывается индивидуально в соответствии с требованиями заказчиков и подходит для использования как на крупных промышленных производствах, так и небольших.

Благодаря индивидуальному подходу и неизменному качеству, компанией успешно реализованы проекты в партнерстве с такими предприятиями, как RioTinto, Sandvik, Metso, BAE Systems, FLSmidth, Andritz AG и другими мировыми производителями. В последние годы компания также наладила тесное сотрудничество с производителями Центральной Азии. Сегодня промышленные редукторы DBSantasalo активно применяются в работе компаний горнодобывающей, металлообрабатывающей, цементной и других отраслей промышленности.

Дополнительным преимуществом для заказчиков является система мониторинга GearWatch, которая позволяет дистанционно контролировать работу редуктора по таким параметрам, как вибрация, количество металлических частиц в масле и качество масла. Информация передается в облачное хранилище, где эксперты по мониторингу DBSantasalo

Производственные площадки DBSantasalo находятся в Финляндии, Англии, Австралии, Южной Африке, Канаде, Индии и Китае. Услуги по техническому обслуживанию предоставляются филиалами на шести континентах по всему миру.

в Финляндии анализируют данные для выявления дефектов на ранних стадиях. Это, в свою очередь, позволяет заблаговременно планировать мероприятия по техническому обслуживанию и предотвращать простой оборудования и спецтехники. А широкая география присутствия позволяет оперативно оказывать всестороннюю техническую поддержку и предоставлять полный спектр услуг: от монтажа и ввода в эксплуатацию до устранения неисправностей и анализа отказов более чем в 26 странах.

В 2022 году компания завершила строительство одного из самых масштабных объектов как для DBSantasalo, так и для Финляндии в целом. Новый завод площадью более 10 000 м² с совершенно новым оборудованием стал главной площадкой по производству промышленных редукторов.

Сегодня компания по праву считается лидером в области проектирования промышленных редукторов с более чем 1100 сотрудниками, 5000 клиентами, семью собственными производствами и 23 сервисными центрами на шести континентах.



Завод DBSantasalo в Англии

Новый завод в Ювяскюля является одним из значимых в рамках глобального бизнеса DBSantasalo и продолжает инициативу «Цели, основанные на науке», поскольку позволяет значительно сократить объем выбросов углерода и потребление энергии.



Новый завод в Финляндии, 2022



18 | 19 | 20
апреля 2023

6-я Международная
специализированная выставка

Дорожного строительства, спецтехники и комплектующих

+996 (775) 00-00-05 info@biexpo.kg



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИДЕРЫ О ВЫЗОВАХ И ДРАЙВЕРАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Объем внутреннего валового продукта Казахстана в 2021 году составил 82 триллиона 207 миллиардов 959 миллионов и 700 тысяч тенге. По сравнению с аналогичным периодом предыдущего года ВВП увеличился в реальном выражении на 4,1%.

В производстве валового регионального продукта наибольшую долю занял г. Алматы – 18,2%, а наименьшую – Северо-Казахстанская область – 2,2%. Высокие темпы роста ВРП наблюдались в Алматинской (7,6%) и Жамбылской (6,6%) областях.

Согласно апрельскому обзору мировой экономики от МВФ, рост ВВП Казахстана в реальных выражениях в 2022 году составит 2,3%. Темпы роста снизились под влиянием нестабильной политической ситуации в мире. Но, уже в 2023 году прогнозируется восстановление до 4,4%.

Основными драйверами государственной и региональных экономик, как и прежде, остается промышленный сектор и торговля. На них приходится 47% от общего ВВП Казахстана. Однако, прежде всего, за всеми цифрами, показателями, технологическими и экономическими прорывами стоят люди. Именно они являются двигателем промышленной эволюции к безопасности, эффективности, экологичности. В преддверии Нового 2023 года агентство Marketing from Timchenko провело рабочие встречи с лидерами отрасли, компаниями – разработчиками программного обеспечения, поставщиками инжиниринговых решений, современного промышленного оборудования, чтобы из первых уст узнать, каким был этот год для региона, какие трансформации произошли в добывающей отрасли, как меняется культура производства в перспективах развития.

Открывает обзор поставщик технологий, которые все глубже проникают в современные производственные процессы. Об устойчивом развитии и планомерном росте спроса на цифровизацию горнодобывающей отрасли рассказывает Жасхан Байров, генеральный директор ТОО «МАЙКРОМАЙН Центральная Азия».



– Геополитические и экономические потрясения практически не отразились на работе компании в регионе. Наоборот, мы видим увеличивающийся спрос на цифровизацию в отрасли, потребность в прозрачности и управляемости процесса горных работ.

Как и прежде, основным рынком для нас является Казахстан, но большие перспективы обещает и Узбекистан. Также мы активно взаимодействуем с горнодобывающими компаниями в Кыргызстане. На сегодняшний день решения компании Micromine от предлагаемых подобных ГГИС на рынке составляют более 50%.

Наши основные клиенты и заказчики – горнодобывающие корпорации и технические специалисты, которые хотят вывести свое предприятие на новый уровень, потому что мы не просто внедряем свое ПО, но и налаживаем бизнес-процессы, алгоритмы, взаимодействия между подразделениями. Мы не скрываем, что получить на выходе эффективность невозможно, если в начале не навести порядок в компании, убрать лишнее, провести необходимые трансформации и только потом внедрять цифровизацию. Нельзя сказать, что к этому все готовы, мы нередко сталкиваемся с сопротивлением некоторых подразделений, но в целом наша стратегия комплексного подхода с анализом и консалтингом дает свои плоды. В числе наших клиентов такие крупные корпорации как Kazakhmys, ERG, Kazchrome, Kazatomprom и многие другие. За последние два года в регионе продано более 500 лицензий, которые ежегодно обновляются. Только за этот год было обучено свыше 600 сотрудников предприятий заказчиков.

На сегодняшний день мы собрали очень сильную команду специалистов, которая не просто обучает работе с софтом, а показывает, как использовать его с максимальной пользой для предприятия. Во многом благодаря команде мы подводим итоги этого года с большим портфелем клиентов, которые нам доверяют, хотят расширять сотрудничество и предпочитают наши решения другим производителям. Это очень ценно!

2022 год – это год изменений. Мы их не боимся, можно сказать мы живем ими. Каждые полгода мы обновляем свое программное обеспечение, дополняем

его новыми инструментами, позициями, проводим обучение по новому функционалу. В этом состоит не только наше конкурентное преимущество, но и складывается выгода для заказчиков. Вместе с нами они становятся более гибкими и производительными.

В 2023 год хочется взять весь опыт, включая победы и те сложности, которые на выходе сделали нас еще сильнее. Это важно брать, потому что без этого невозможно развитие. Именно опыт во всех его оттенках и со всеми составляющими, включая командную работу, делает нас сильнее, мудрее и профессиональнее.

Самое большое достижение этого года – новый контракт на ближайшие 3 года с одним из крупнейших рудников в Центральной Азии. Предстоит много работы, но нас это не пугает, а только мотивирует. И мы готовы с нашей командой уверенно двигаться вперед, решая возникающие перед нами задачи.

Центральная Азия – это сокровищница природных ресурсов. Так, по запасам полезных ископаемых Казахстан входит в список богатейших мировых государств. Особенно можно выделить такие ископаемые, как: нефть, газ, титан, магний, олово, уран, золото и другие цветные металлы. Страна является крупнейшим производителем вольфрама. По его запасам регион занимает лидирующие позиции в мире, по запасам хрома и фосфора – второе место, по объемам свинца и молибдена – четвертое место. Здесь активно добываются уголь, нефть, природный газ, железные, медные, свинцово-цинковые и никелевые руды, а также уран,бокситы и другие полезные ископаемые.

Узбекистан богат запасами природного газа, свинца, алюминия, вольфрама, золота, меди, урана, бурого угля, фосфоритов, каолина. Кроме этого, здесь добываются нерудные материалы, такие как песок и глина. На юге страны находятся месторождения драгоценных камней – алмазов, аметистов, бирюзы.

Компания DMT Group работает в странах Центральной Азии больше пяти лет, однако именно в этом году было принято решение активизировать работу в регионе, сделать ее структурной и упорядоченной. О планах и амбициях в регионе рассказывает Александр Иль, менеджер по развитию бизнеса DMT Group в регионе Центральная Азия.

– Для нашей компании этот регион обладает высоким потенциалом, поэтому в этом году было принято решение масштабировать и структурировать нашу деятельность. За этот год нам удалось реализовать более 7 проектов в Казахстане и Узбекистане от небольших до крупных. В будущем мы планируем расширить свое присутствие в странах Центральной Азии и Закавказья.

Такой интерес к этим странам во многом обусловлен важными изменениями в самом регионе. В этом году в Казахстане начали разрабатывать новые месторождения и «открывать» для себя новые ископаемые, которые прежде не рассматривались. Для нас это отличная возможность, потому что уже сейчас мы возобновляем проекты, которые были заморожены 30 лет. Этому во многом способствует геополитика. Например, после



обострения ситуации с калийными удобрениями, поставщиками которых традиционно были Россия и Белоруссия, в Центральной Азии планируется много проектов по разработке месторождений калийных солей.

Увеличивается интерес к добыче коксующегося угля, редкоземельных металлов и, конечно, лития. Последнее – следствие перехода промышленности с производства автомобилей с двигателем внутреннего сгорания на гибриды и электромобили.

Что касается Узбекистана, то в этом году на рынке произошли масштабные трансформации и проходит приватизация государственных активов горнодобывающей отрасли. Это означает колоссальные перемены: новые игроки, конкуренция, внедрение новейших технологий... Подобный подход отражает желание Узбекистана выйти из роли поставщика дешевого сырья и стать производителем высоких технологий. Можно сказать, что начало промышленной эволюции положено, а это, в свою очередь, открывает большие перспективы для нашей компании.

Уже более 280 лет DMT Group специализируется на консалтинге и инжиниринговых услугах, помогает клиентам на всех этапах производства: от геологоразведки и предпроектной экономической оценки месторождений полезных ископаемых, до проектирования и управления горными предприятиями, включая оформление документации по международным стандартам, что позволяет привлекать новые инвестиции, выстраивать сотрудничество с европейскими и американскими банками. Также мы оказываем поддержку в процессе выполнения строительных работ и сдачи объектов в эксплуатацию, включая оптимизацию, модернизацию и ликвидацию горного предприятия.

Кроме этого, мы производим проектирование с гарантиями по функциональности, эффективности и безопасности. Для этого у нас есть абсолютно все: экспертиза, многолетний опыт работы в области добычи полезных ископаемых как открытым, так и подземным способом, цифровые решения, надежные партнеры и квалифицированные специалисты по всему миру. Ежегодно мы реализуем тысячи проектов разной степени сложности. В числе наших клиентов энергетические и горнодобывающие предприятия, для которых мы разрабатываем и сопровождаем инфраструктурные проекты, помогаем заложить фундамент, обеспечиваем надежность планирования во время строительства и эксплуатации. Можно сказать, что наша команда помогает формировать промышленный мир совершенно иного – высокого качества. И, безусловно, нам интересны рынки, на которых есть высокая потребность в наших услугах.

Когда мы говорим о новых проектах, то подразумеваем начало долгосрочных и взаимовыгодных партнерских отношений, в основе которых лежит доверие. Мы действуем ответственно, рационально и этично, без исключений и на благо наших заказчиков.

В 2023 году мне бы, лично, хотелось больше времени, которое я уделю изучению рынка, заказчикам и их проектам. Сейчас мы заняты поиском локальных партнеров, которые усилят наши позиции в регионе и, я уверен, уже в ближайшее время мы их найдем и наши результаты будут еще более значительными.

В будущем году мы планируем принимать участие в отраслевых событиях Казахстана, Узбекистана и других стран региона. Это шаг стратегический, поскольку позволит детально ознакомиться с рынком, его особенностями и потребностями, а также представить компанию DMТ и весь спектр наших возможностей.

Рынок Центральной Азии становится все более привлекательным для компаний-производителей различных отраслей промышленности. За последние 4 года приток прямых иностранных инвестиций в экономику региона составил 3 млрд долларов, а количество действующих иностранных предприятий за 2022 год увеличилось на 13%. И в ближайшем будущем эта тенденция будет только усиливаться.

Успешная работа и выстраивание доверительных отношений с заказчиками зависят от просчета и минимизации рисков, которые могут возникнуть в процессе производства. Одной из проблем, с которой сталкиваются, если не все, то многие производственные компании – сбой в подаче электроэнергии во время работы оборудования. Последствия нарушения систем электропитания могут быть весьма внушительны: от ошибок в обработке данных и выхода из строя оборудования до огромных убытков предприятия в связи с его простоем.

О роли жидкостных реостатов в производстве и планах на рынках Центральной Азии рассказывает Александр Креккер, генеральный директор MKS GmbH.



– Наша компания имеет более чем 100-летний опыт и экспертные знания в области приводной техники. За эти годы мы прошли огромный путь, планомерно развивались, увеличивали производственные мощности и географию поставок. Сегодня офисы нашей компании успешно работают в Австралии, на Ближнем и Дальнем Востоке, в Саудовской Аравии, России и СНГ, Южной и Северной Америке. Для нас важно оставаться рядом со своими заказчиками как существующими, так и потенциальными, оперативно осуществлять поставки в любые регионы, где востребованы решения нашей компании. Так, например, MKS уже более двух лет сотрудничает с производственными компаниями Австралии. Благодаря поддержке нашей дилерской сети, в этом году мы выиграли несколько крупных проектов на поставку жидкостных реостатов локальным производителям.

Помимо расширения географических границ, в этом году мы продолжили заложенные с самого начала традиции – индивидуальный подход к каждому проекту, постоянное совершенствование качества выпускаемой продукции. Как, например, это было в работе с мировой компанией-лидером в металлургии – ArcelorMittal. Я полностью вел проект, в результате было разработано уникальное решение, которое отвечает всем запросам заказчика.

Безусловно, геополитические события этого года повлияли на многие бизнес-процессы внутри компании. Но, благодаря многолетнему опыту, мы справились с новыми вызовами, так что уходящий год я бы назвал хоть и сложным, но высокопродуктивным. За этот период MKS выпустила 140 единиц жидкостных реостатов. Это стало абсолютным рекордом для нашей компании.

В 2023 году мы начнем подготовку к открытию филиала MKS в Казахстане. Это позволит нам стать еще ближе к нашим заказчикам в регионе, еще более оперативно поставлять нашу продукцию и оказывать полный спектр услуг: от изготовления до ввода оборудования в эксплуатацию, профилактического техобслуживания, ремонта и модернизации. А также уделять больше внимания консультированию по техническим вопросам и обучению сотрудников и клиентов. Наш главный приоритет в Центральной Азии, как и в любой точке мира, быть ближе к нашим заказчикам и оказывать поддержку тогда, когда это необходимо.

В основе практически всех промышленных работ лежит сварка. По широте применения сварочные процессы занимают половину всех производственных работ и остаются наиболее востребованным процессом в горнодобывающей, нефтегазовой, металлообрабатывающей и других отраслях промышленности.

Техника и технология сварочного процесса постоянно совершенствуется. Однако, несмотря на мировые достижения в области механизации, автоматизации и роботизации сварочных работ, роль специалистов сварочного производства остается неизменной, ведь именно от их квалификации и мастерства зависит качество выполняемых сварных соединений.

*О том, каким был год для мирового производителя решений для промышленной сварки и резки, потенциале рынка, профессиональной подготовке и культуре производства рассказывает **Екатерина Татарина**, директор по продажам ESAB, регион Центральная Азия.*



В 2022 году Киргизская Республика стала первым регионом Центральной Азии, в котором ESAB начал работу в области ритейла и сегмента DIY (Do it yourself).

– 2022 год для ESAB стал рекордным на значимые события. Несмотря на то, что в начале года наша основная активность была поставлена на паузу, мы успешно завершили проекты с региональными компаниями из горнодобывающей, металлообрабатывающей, нефтегазовой и других отраслей промышленности. В частности, в рамках работы с Евразийской группой компаний ERG мы расширили номенклатурный ряд и наладили поставки аксессуаров, сварочных материалов для ремонта и восстановления оборудования, а также новых сварочных аппаратов Aristo 500ix и Warrior 750.

Узбекистан всегда был для нас перспективным регионом. Не секрет, что в прошлом году именно он стал первым заказчиком оборудования со встроенным облачным решением. Сегодня, в ответ на потребности узбекского рынка, мы наладили поставки наплавочных материалов производства заводов ESAB в России, которые в ближайшее время станут в полном объеме доступны локальным заказчикам.

В этом году мы усилили сотрудничество и с производственными предприятиями Киргизской Республики. Работа в этом регионе ведется достаточно давно. Но, если раньше заказчики делали выбор только в пользу сварочных материалов и аксессуаров ESAB, то сегодня все больше кыргызских предприятий рассматривают возможность приобретения высокотехнологических решений компании, закладывают эти инвестиции в бюджет на следующий год. Исходя из этого, строятся наши планы, чтобы оперативно обеспечить регион необходимым оборудованием.

Для ESAB всегда было важно оставаться на связи с конечным потребителем. В 2022 году наша компания значительно расширила свои позиции в восьми регионах Центральной Азии. Во многом это стало возможным, благодаря развитой дистрибьюторской сети. Так, например, компания В.І. Profit уже 10 лет является нашим стратегическим партнером и в июле открыла офис и склад в Азербайджане, где уже виден высокий спрос на продукцию ESAB среди локальных заказчиков.

Благодаря нашим партнерам даже в новых регионах стало возможно участие и поддержка крупных отраслевых мероприятий, образовательных проектов, сотрудничество с ведущими промышленными предприятиями Центральной Азии.

Так, мы продолжили активную работу и с учебными учреждениями и образовательными мероприятиями.

В грядущем году ESAB совместно со стратегическим партнером в Киргизской Республике запланировал ряд мероприятий в профессиональных учебных заведениях для преподавателей и специалистов, которые работают с молодыми сварщиками.

Поддержка молодых специалистов на всех этапах становления – это та задача, которая для нас всегда была приоритетна. Мы не первый год сотрудничаем с колледжами, высшими техническими учреждениями и даже школами Центральной Азии, где делимся опытом, вдохновляем молодежь на выбор профессии сварщика, показываем достоинства и преимущества профессии.

Важным событием этого года стало участие компании в международном чемпионате WorldSkills в Узбекистане. Совместно с Russian Welding Team и WorldSkills Russia мы провели несколько мероприятий, в рамках которых специалисты ESAB поделились опытом, провели мастер-классы для наставников и участников конкурса, рассказали, как шаг за шагом, можно внести свой вклад в становление квалифицированных кадров и формирование культуры производства в целом.

Мы поддерживали отраслевое движение WorldSkills в этом регионе впервые и были приятно удивлены тем энтузиазмом, с которым все участники стремятся получить как можно больше информации, впитывают новые знания и сразу применяют их на практике.

Несмотря на все трудности и печальные обстоятельства этого года, он дал нам возможность сделать огромный шаг вперед. У нас увеличилось штат, мощности, возможности, вместе с тем выросла и ответственность. В грядущем году, я надеюсь, мы продолжим этот путь эффективного и экстенсивного роста, но уже без сильных внешних потрясений.

Одним из трендов уходящего года, как следствие притока на рынок Центральной Азии новых игроков, стал рост потребности в профессиональном диалоге между его участниками.

2022 год станет годом поиска новых возможностей, пересмотра затрат и взвешенных инвестиций. Новый порядок мира заставил бизнес решать задачи за пределами зоны комфорта, формировавшиеся десятилетиями.

*Для индустриального агентства Marketing from Timchenko плановый выход из зоны комфорта был ускорен внешними факторами. **Генеральный директор ТОО «Маркетинг от Тимченко» Светлана Тимченко** об итогах года и перспективах работы в регионе.*

– Практически для всего мира этот год стал годом «коротких решений», когда сложно строить стратегические планы, но важно не упускать возможностей, которые послужат фундаментом для новых направлений и усилят позиции компании. Последние несколько лет в Центральной Азии происходят важные интеграционные процессы. Геополитика внесла свой вклад в скорость их развития, заставив европейские, американские и российские компании перейти из наблюдательной – осторожной позиции – в наступательную – активному выходу на рынок.

Центральная Азия – один из немногих регионов, который развивается стабильно. Так, совокупный ВВП Центральной Азии составляет 347 млрд долларов. За последние 20 лет этот показатель увеличился более чем



в семь раз. Доля Центральной Азии в мировом ВВП с 2000 г. выросла в 1,8 раз. Население региона с 2000 года увеличилось в 1,4 раза, что в свою очередь, свидетельствует о потенциально емком рынке сбыта.

Среднегодовой темп экономического роста стран Центральной Азии составил 6,2% за последние 20 лет. Для сравнения, развивающиеся страны росли с темпом 5,3%, а мир в целом – в среднем на 2,6% ежегодно¹.

Увеличение интереса и приток производителей из разных уголков мира неизменно влечет за собой усиление конкуренции и, если сейчас рынок находится в стадии «места всем хватит», то уже в ближайшие пять лет ситуация будет кардинально меняться. В партере останутся те, кто оказался быстрее, эффективней, заметней и ближе к заказчику. Центр нового мироустройства смещается. Данный фактор потребует от компаний и региона в целом большей маневренности.

Сильная сторона нашего агентства – это маркетинговые решения для индустриальных компаний. Разработка стратегии, позиционирования с учетом специфики локального потребителя. За десятилетия работы с премиум-производителями по всему миру мы четко знаем, что необходимо компании, чтобы выстраивать взаимоотношения с заказчиком «вдолгую». Консалтинг при выходе на рынок, репутационный менеджмент, повышение узнаваемости, отстройка от конкурентов и презентация себя сегодня особенно востребованы. Опыт работы агентства с ведущими промышленными брендами Европы и Америки из разных отраслей помогает разрабатывать индивидуальный план продвижения, подбирать и интегрировать в работу компании лучшие маркетинговые практики. Наши основные заказчики региона,

¹Из доклада Евразийского Банка развития от 10 ноября 2022 года.

с одной стороны, – это хорошо известные и уже зарекомендовавшие себя производители, задача которых оставить за собой первенство, с другой – новые игроки, желающие оперативно и эффективным способом представить себя рынку наилучшим образом. В этой части у нас как профессионалов широкие возможности и перспективы развития в регионе Центральная Азия.

Одновременно с этим, освободившиеся ниши российского рынка становятся привлекательными для компаний Центральной Азии и из статуса «присмотреться к перспективам» многие, самые дальновзоркие готовят выход на рынок РФ. Подготовка планомерного и системного плана, будь то Россия или Центральная Азия – наиболее частый запрос, с которым обращаются в наше агентство сегодня. Опыт и знание рынков позволят делать это одинаково эффективно и хорошо.

Расширение нашего бизнеса на восток было ускороено событиями февраля 2022 и новая компания Казахстана – это широкие возможности агентства в Центральной Азии, доступные уже не только премиальным игрокам и глобальным производителям.

Наша главная ценность и компетенции – умение формировать премиальный облик и звучание компании.

Как принято говорить, «не было бы счастья, да несчастье помогло». Несмотря на общие трудности и непростые изменения, хочется поблагодарить уходящий 2022 за сложности, которые буквально вытолкнули нас из привычного стабильного русла и заставили взглянуть на мир и возможности гораздо шире. Мы особенно признательны нашим заказчикам по всему миру за доверие и поддержку. Времена меняют все – идеологию, политику, людей и их восприятие мира, нерушимыми остаются выстроенные десятилетиями отношения. Прежде всего, человеческие.

В 2023 год хочется взять с собой высокие темпы и ту деловую активность, которыми запомнится год 2022. Внешнее давление способствует формированию внутренних крепких связей между участниками рынка, потребности вести диалог. Все это невозможно без отраслевых мероприятий, которые становятся платформой для решения бизнес-задач, поиска партнеров, заказчиков... Только в этом году мы приняли участие в более чем десяти мероприятиях, в числе которых Mining&Metals Central Asia, Kazakhstan Machinery Fair, MINEX Kazakhstan. 2023 год обещает быть еще более насыщенным.

Так, 13-й форум MINEX Kazakhstan в 2023 году пройдет с 19 по 20 апреля. О возвращении в очный формат, особенностях рынка Центральной Азии рассказывает Наталья Тарасова, директор форумов MINEX, Центральная Азия.

– В этом году форум вернулся в очный формат после снятия ограничений, введенных в период пандемии



COVID-19 и побил рекорды всех лет по количеству участников – более 950, участвовавших в мероприятии как лично, так и онлайн. 80 руководителей и экспертов отраслевых министерств и компаний встретились в рамках деловой программы и обсудили тенденции, вызовы и возможности рынка Казахстана.

Нам удалось привлечь к участию руководителей ведущих компаний, представителей отраслевых министерств и ведомств, инвесторов. Все это было бы невозможным без высокого интереса и вовлеченности со стороны правительства Республики Казахстан и ключевых игроков промышленности.

Такой высокий уровень деловой активности обусловлен высоким потенциалом Республики. Так, Казахстан входит в первую десятку ведущих стран мира по подтвержденным запасам большинства видов полезных ископаемых, обладает огромным потенциалом для расширения производства и экспорта ресурсов, необходимых для развития «зеленой экономики» и цифровой трансформации производства.

Кроме этого, повышается информационная прозрачность и уровень подотчетности в сфере недропользования, что является важнейшим стимулом для роста общественного доверия и инвестиций. В 2024 году в Казахстане заработает новый Налоговый кодекс. Эта мера избавит бизнес от избыточного административного давления, что так же улучшит инвестиционный климат и будет только способствовать открытому диалогу, потребности в качественных бизнес-мероприятиях.

Не станет исключением и Узбекистан. В 2023 году мы планируем возобновить работу форума в Ташкенте, а также надеемся, что в ближайшее несколько лет станет возможной организация регулярных бизнес-встреч и в Кыргызстане.

Код МРНТИ 52.13.15

М.Ж. Битимбаев¹, *Е.Х. Абен², Х.А. Юсупов²¹Национальная инженерная академия Республики Казахстан (г. Алматы, Казахстан),
²Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ СОЗДАНИЯ ПРИРОДОПОДОБНЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

Аннотация. В результате нарастания негативных процессов, сопровождающих прогрессивное развитие цивилизации, естественное природное равновесие оказалось на грани экологической катастрофы. Около 10% суши уже занято урбанизированными территориями, все больше обостряется проблема получения чистой воды. Но наиболее быстрыми темпами происходит разрушение литосферы при добыче минерального и энергетического сырья и стройматериалов. В этих условиях возможности сохранения первичной биоты в границах общей экологической безопасности будет связана также и с характером развития процессов ее самовосстановления в постэксплуатационный период существования предприятия. На современном этапе развития горных наук единственной реальной возможностью выхода из порочного круга экстенсивного развития является разработка повсеместно проектных решений комплексного освоения недр комбинированными геотехнологиями.

Ключевые слова: месторождение, полезные ископаемые, природоподобные геотехнологии, комплексное освоение, комбинированная разработка, принципы превентивности, физико-техническая геотехнология.

Табиғат ұқсас аралас геотехнологияларды құру теориясын дамыту және оларды практикалық іске асыру мүмкіндіктері

Андатпа. Өркениеттің прогрессивті дамуымен бірге жүретін жағымсыз процесстердің өсуі нәтижесінде табиғи тепе-теңдік экологиялық апаттың алдында тұрды. Құрлықтың шамамен 10% урбанизацияланған аумақтар алып жатыр, таза су алу мәселесі күшейе түсуде. Бірақ ең жылдам қарқынмен минералды және энергетикалық шикізат пен құрылыс материалдарын өндіру кезінде литосфераның бұзылуы орын алады. Бұл жағдайда жалпы экологиялық қауіпсіздік шекараларында бастапқы биотаны сақтау мүмкіндігі кәсіпорынның эксплуатациядан кейінгі кезеңінде оның өзін-өзі қалпына келтіру процесстерінің даму сипатымен де байланысты болады. Тау-кен ғылымдарының қазіргі дамуында экстенсивті дамудың тұйық шеңберінен шығудың жалғыз нақты мүмкіндігі-аралас геотехнологиялармен жер қойнауын кешенді игерудің барлық жерде жобалық шешімдерін әзірлеу.

Түйінді сөздер: кен орны, пайдалы қазбалар, табиғатқа ұқсас геотехнологиялар, кешенді игеру, аралас игеру, алдын алу қағидағдары, физико-техникалық геотехнология.

Development of the theory of creating natural-like combined geotechnologies and the possibility of their practical implementation

Abstract. As a result of the increase in negative processes accompanying the seemingly progressive development of civilization, the natural balance of nature was on the verge of an ecological catastrophe. About 10% of the land is already occupied by urbanized territories, the problem of obtaining clean water is becoming more and more acute. But the destruction of the lithosphere occurs most rapidly during the extraction of mineral and energy raw materials and building materials. In these conditions, the possibility of preserving the primary biota within the boundaries of general environmental safety will also be related to the nature of the development of its self-healing processes in the post-exploration period of the enterprise's existence. At the present stage of development of mining sciences, the only real way out of the vicious circle of extensive development is the development of design solutions for integrated development of mineral resources by combined geotechnologies everywhere.

Key words: deposit, minerals, nature-like geotechnologies, integrated development, mining, combined development, principles of prevention, physical and technical geotechnology, upstream mining, physical and chemical geotechnology.

Введение

Поставленные академиком АН СССР Н.В. Мельниковым в конце 60-х годов прошлого столетия научные проблемы [1] получили дальнейшее развитие в известных трудах академика АН СССР М.И. Агошкова¹ и академика РАН К.Н. Трубецкого^{2,3}. Проблемы были определены как необходимость при любом стечении природных и техногенных обстоятельств использовать содержание каждого конкретного месторождения (рудного тела) экономически эффективно, максимально полно, экологически безопасно. Такое использование

ресурсов земных недр может быть достигнуто на основе сочетания различных способов и технологий их освоения. Комплексное освоение недр при этом должно рассматриваться как система взаимодействующих действий, не противоречащих друг другу технологически, конструктивно обеспечивающих максимальное вовлечение в хозяйственный оборот как всего извлеченного из литосферы вещества, так и всего пространственного ресурса, образованного внутри объема извлеченного вещества.

В этом аспекте развития процесса комплексного освоения недр

можно узреть узел новых проблем, связанных с созданием применяемых физико-технических геотехнологий (ФТГ). Они имеют своей отправной точкой применяемый практически повсеместно механический (буровзрывной) способ отделения массива, содержащего добываемые полезные компоненты. Этот отделяемый массив мы называем «рудой», в которой содержится некоторое количество полезных компонентов. Такая технология имеет существенные недостатки, вызываемые механическим способом изъятия всей массы руды из окружающего массива.

¹Агошков М.И. Развитие идей и практики комплексного освоения недр. – М.: ИПКОН АН СССР, 1982. – 25 с.

²Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Природоподобная технология комплексного освоения недр: проблемы и перспективы. – М.: ООО «Научтехлитиздат», 2020. – 368 с.

³Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. Геоэкология освоения недр и экогеотехнология разработки месторождений. – М.: ООО «Научтехлитиздат», 2015. – 360 с.

Изучая и анализируя применяемые геотехнологии, определяемые функциональной триадой «знание – умение – результат» («наука – технология – продукт»), мы находим новые направления развития технологий освоения недр. Часто применяемое ныне словосочетание «природоподобные» технологии [2-4] определяет, какие новые пути целенаправленного преобразования технологий мы намерены найти на основе знаний о живой природе. Мы знаем, что технология представляет собой «...практическое применение знания для создания методов производственной деятельности...». Тогда, с технологической точки зрения, «природоподобными» следует считать технологии, создание и развитие которых происходит на основе знаний о живой природе. Это понятие по внутреннему содержанию технологий логически можно разделить на две части: поиски «природоподобных» решений для технологий, имеющих аналоги в живой природе; поиски «природоподобных» решений для технологий, не имеющих аналогов в живой природе.

В первом случае речь идет о том, что инновационное развитие определенной группы технологий основано на приближенном дублировании уже существующих в природе процессов. Такие технологии можно назвать природовоспроизводящими.

Второй же тип «природоподобных» технологий – это конвергентные, у которых антропогенные процессы взаимодействуют между собой в биоподобной функциональной структуре².

Идея о возможности создания таких технологий для разработки твердых полезных ископаемых была впервые выдвинута в Институте проблем освоения недр РАН, когда была разработана и подтверждена гипотеза о том, что уровень экологической безопасности техногенных геосистем по отношению к системам биологическим пропорционален степени единобразия принципов функционирования обеих систем [3].

Методы исследований

Учитывая антагонистический характер противоречий между

техногенным миром и биосферой, методику решения проблемы целесообразно строить на основных положениях о способах поддержания жизненно важных параметров взаимодействующих систем путем управления противоречиями.

В данной интерпретации, применительно к рассматриваемой проблеме экологической безопасности и полноты освоения недр, в качестве «антагонистов» выступает естественная живая природа Земли (биота) и технократическая цивилизация людей (человек),

извлекающая из литосферы Земли сырье. Блок-схема гомеостатического регулирования отношений между ними с целью построения природно-технической системы, в которой разрешены противоречия между природной средой (биотой) и техносферой, приведен на рис. 1.

«Природоподобность» применяемых геотехнологий должна осуществляться путем рассмотрения имеющихся подобий при изъятии полезных компонентов из недр массива месторождения. Применяемые ФТГ подземной разработки



Рис. 1. Методология гомеостатического регулирования в природно-технической системе с соблюдением паритета интересов.

Сурет 1. Мүдделер паритетін сақтай отырып, табиғи-техникалық жүйеде гомеостатикалық реттеу әдістемесі.

Figure 1. Methodology of homeostatic regulation in the natural-technical system with respect to parity of interest.



Рис. 2. Принципиальная схема формирования конвергентной горной технологии, приближенной к деятельности живой природы.

Сурет 2. Жабайы табиғат қызметіне жақын конвергентті тау-кен технологиясын қалыптастырудың негізгі схемасы.

Figure 2. Schematic diagram of the formation of convergent mining technology, close to the activities of wildlife.

в традиционном виде с нисходящим развитием горных работ («сверху вниз») не могут быть приближены к «природоподобным». Причин тому несколько, и они начинаются с буровзрывного способа изъятия руды из недр, который является первопричиной и катализатором всех последующих недостатков ФТГ. Эти недостатки усиливаются нисходящим способом развития подземных горных работ, способствуют повышенному углеродному балансу, значительным потерям полезных компонентов, повышению себестоимости и снижению производительности труда вследствие значительных объемов нерациональных породных работ.

Оценка такого положения из-за антагонистического противоречия между применяемой геотехнологией и естественной природной средой требует формирования биотехнологических принципов построения конвергентных горных технологий.

Глобальное сравнение недр Земли с организмом живого существа в случае создания «природоподобных» технологий как нельзя лучше способствует решению проблемы применением метода подобия живой и неживой природы.

Если допустить, что массив недр, определенный геологической разведкой, – живое существо, представляя его как лоно, нам становится логичным положение, что оно должно плодоносить, т. е. приносить человечеству пользу, когда мы используем из него только полезное содержимое. Полезные компоненты, т. е. химические элементы и их соединения, составляющие незначительную часть всего массива, должны изыматься как животворные плоды без применения массового разрушения с применением буровзрывных работ. В таком случае речь может идти только о физико-химической геотехнологии, которая может быть представлена выщелачиванием, выпариванием, возгонкой, газификацией [5, 6].

Если же будет применена физико-техническая геотехнология, то должен быть применен щадящий режим, который предусматривает развитие процесса добычи всего объема горной массы – руды – с развитием горных работ «снизу вверх» и заполнение выработанного пространства закладочным материалом, вскрытием без породных работ и устранением понятий потерь и разубоживания. Такие технологии представляют собой подобие роста живого организма с наполнением его питательными веществами.

Развивая эти положения применительно к особенностям разработки месторождений, можно переходить к созданию технологий, построенных на конвергенции знаний естественной и технической наук путем гомеостатического регулирования взаимодействия несовместимых компонентов природно-технических систем освоения минеральных ресурсов литосферы [4].

Форма реализации этого принципа в виде конкретных технологических решений полностью зависит от особенностей геологического строения месторождений. В первую очередь, здесь речь должна идти об использовании метода разделения рудных тел по их морфологическим признакам и горнотехническим условиям их залегания.

Можно выделить три основных морфологических типа рудных тел⁴: изометрические тела; уплощенные тела (пласты, жилы, линзы); вытянутые тела (трубообразные, столбовидные, воронковидные). В каждом из этих морфологических типов рудных тел определяющее влияние на выбор горной технологии и определение ее параметров оказывают именно условия их залегания. В каждом конкретном случае следует оценивать сложность структуры как интегральное единство знаний об условиях их залегания.

Методика исследований должна быть направлена на создание нового геозкологического объекта – техногенно измененных недр,

включающих в себя зону полного разрушения литосферы при массовой полнообъемной добыче руды, и зону «геофизического экотона», в которой происходят изменения состояния материала литосферы без нарушения его сплошности [7].

Такой новый геозкологический объект может существовать как объединение в одной производственной единице обеих зон, так и две отдельные, независимые производственные единицы. Для каждого морфологического типа рудных тел эти зоны, характеризующие в новых геотехнологиях «природоподобность» разного уровня, могут быть применены в стадии проектирования в зависимости от принятого организационного решения.

Система расположения биотехнологических принципов формирования конкретных геотехнологий показана на рис. 2 и отражает иерархию их функциональной дифференциации по внутреннему содержанию.

Система действий и ограничений по оценке и преодолению биологических последствий техногенного нарушения исходит из определения понятия производственного кластера, как механизма концентрации усилий⁵. Каждый из этих кластеров состоит из нескольких монокластеров низшего порядка, формирующихся, в свою очередь, из функциональных систем различного назначения.

Таким образом, методология создания горной технологии как полнообъектного кластера строится в наиболее эффективном варианте на основе структуры гомеостата биологического с заменой его содержательных элементов на геотехнологические целевые аналоги.

Применение метода подобия между живой и неживой природой показывает путь к продолжению использования более эффективного решения в живой природе. Например, чтобы получить всеобъемлющий результат при использовании как физико-технических, так и физико-химических геотехнологий, в том числе комбинированных,

⁴Григорьев В.М., Оникиенко Л.Д., Пилипенко Г.Н., Яковлев П.Д. *Лабораторный практикум по геологии полезных ископаемых.* – М.: Недра, 1992. – 172 с.

⁵Громько Ю.В. *Век МЕТА: современные деятельностные представления в социальной практике и общественном развитии.* – М.: Наука, 2016. – 506 с.

мы в обоих направлениях находим оптимальное решение при максимально возможном приближении к строению живого организма.

Вскрытие при ФТГ транспортными уклонами, проходящими по руде, развитие горных работ по очистной выемке восходящим способом, применение для выемки руды системы разработки горизонтальными слоями с закладкой – все эти новшества значительно улучшают технико-экономические показатели и при одноярусной, и при многоярусной отработке⁶.

То же самое можно подтвердить и при использовании физико-химической геотехнологии, когда для полного объема изъятия в раствор выщелачивающим агентом полезных компонентов из массива руды [8] мы создаем первоначально искусственную проницаемость в нем. Такой подход повторяет охват живого организма капиллярами, соединенными в более крупные кровеносные сосуды, которые сохраняют работоспособность живого организма при его целостности. Дальнейшим развитием «природоподобных» геотехнологий должно стать объединение в один производственный процесс геотехнологий и минералургии.

Результаты и их обсуждение

Говоря о достигнутых результатах, из практики освоения недр можно привести, как превосходные, такие примеры:

- отработка Миргалымсайского месторождения с разделением по

восстанию на два отдельных рудника, которые охватывали горными работами по простиранию до 10-11 км три яруса – рудник Верхний (Миргалымсайский), барьерный целик наклонный высотой 30 м в качестве промежуточного яруса и рудник Глубокий в качестве нижнего яруса;

- отработка запасов Жезкентского горно-обогачительного комбината горизонтальными слоями с закладкой и развитием горных работ восходящим способом;

- доработка запасов Гумешевского рудника на Урале подземным выщелачиванием с развитием полнообъемного изъятия полезных компонентов из массива через скважины и создание сети искусственных трещин для пропуска выщелачивающего раствора.

Заключение

1. Наилучшей эффективностью с точки зрения приспособленности к природной среде при техногенном вмешательстве человека в недра обладают геотехнологии, повторяющие или близкие к строению живого мира по своей конструкции и взаимодействию с окружающей неживой природой.

2. В этом смысле горные технологии можно разделить на три группы (для подземных горных работ):

- традиционные с нисходящим способом развития и буровзрывным разрушением массива месторождения;

- физико-технические комбинированные геотехнологии для всех

трех морфологических типов месторождений с восходящим способом развития горных работ;

- физико-химические комбинированные геотехнологии с изъятием полезных компонентов в виде химических элементов или их соединений без разрушения массива месторождения.

3. Следующим этапом развития этих групп с целью оптимально возможного уровня полноты и комплексности освоения недр являются создание и реализация технологий:

- с полным текущим циклом недропользования (она особенно важна для традиционных ФТГ);

- с единым объединенным производственным процессом геотехнологий и минералургии (она вполне возможна в образе «природоподобной» для физико-химических геотехнологий);

- с замкнутым экономически эффективным по кратности использованием металлов.

Научное обеспечение применения комбинированных ФТГ и физико-химических геотехнологий позволит реализовать варианты «природоподобных» геотехнологий на таких месторождениях Казахстана, как меднопорфировые Коксай и Айдарлы, комплексные медно-свинцово-баритово-серебряное Туяк, свинцово-цинково-кадмиево-серебряное Большой Озек, свинцово-цинково-серебряное Шалкия, а также золотой гигант Джеруй в Кыргызской Республике.

⁶Битимбаев М.Ж., Рысбеков К.Б., Крупник Л.А. и др. Способ подземной разработки рудных месторождений методом «снизу вверх». // Патент №6903: РГП «НИИС» РК от 25.02.2022 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мельников М.В. Проблемы комплексного использования минерального сырья. // Горная наука и рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов. – М.: Наука, 1978. – С. 5-15 (на русском языке)
2. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Конвергенция наук и технологий и формирование новой ноосферы. // Российские нанотехнологии. – 2011. – Т. 6. – №9-10. – С. 10-13 (на русском языке)
3. Reddy P.D., Juer S., Sasikumar M. FATHOM: Среда технологического обучения (TEL) для развития дивергентных и конвергентных навыков мышления в разработке программного обеспечения. // IEEE 17-я Международная конференция по передовым технологиям обучения. – 2017. – С. 414-418 (на английском языке)

4. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С. Природоподобные технологии – новые возможности и новые угрозы. // *Индекс безопасности*. – 2017. – Т. 22. – С. 103-108 (на русском языке)
5. Yusupov Kh.A., Rysbekov K.B., Aben Kh.Kh., Bakhmagambetova G.B. Повышение эффективности выщелачивания золота при изменении реологических свойств раствора. // *Научный вестник Национального горного университета*. – 2021. – №3. – С. 14-18 (на английском языке)
6. Yusupov Kh.A., Aleshin A.P., Bashilova E.S., Tsoy B.V. Применение перекиси водорода для интенсификации подземного выщелачивания урана. // *Обогащение руд*. – 2021. – №2. – С. 21-26 (на английском языке)
7. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П., Замесов Н.Ф. и др. Структура техногенно измененных недр. // *Вестник РАН*. – 2002. – Т. 72. – №11. – С. 969-975 (на русском языке)
8. Битимбаев М.Ж., Юсупов Х.А. Инновационные технологические схемы комбинированных геотехнологий с полным текущим циклом недропользования и замкнутым кратным использованием металлов. // *X Юбилейная Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы урановой промышленности»*. – Алматы, 2022. – С. 21-27 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Мельников М.В. Минералды шикізатты кешенді пайдалану мәселелері. // *Тау-кен ғылымы және минералды-шикізат ресурстарын ұтымды пайдалану*. – М.: Ғылым, 1978. – Б. 5-15 (орыс тілінде)
2. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Ғылымдар мен технологиялардың конвергенциясы және жаңа ноосфераның қалыптасуы. // *Ресейлік нанотехнология*. – 2011. – Т. 6. – №9-10. – Б. 10-13 (орыс тілінде)
3. Reddy P.D., Jyer S., Sasikumari M. FANTOM: Бағдарламалық жасақтаманы әзірлеуде дивергентті және конвергентті ойлау дағдыларын дамытуға арналған технологияны оқыту ортасы (TEL). // *Жетілдірілген оқыту технологиялары бойынша IEEE 17-ші халықаралық конференциясы*. – 2017. – Б. 414-418 (ағылшын тілінде)
4. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С. Табиғатқа ұқсас технологиялар-жаңа мүмкіндіктер мен жаңа қауіптер. // *Қауіпсіздік индексі*. – 2017. – Т. 22. – Б. 103-108 (орыс тілінде)
5. Yusupov Kh.A., Rysbekov K.B., Aben Kh.Kh., Bakhmagambetova G.B. Ерітіндінің реологиялық қасиеттерін өзгерту арқылы алтынды сілтілеудің тиімділігін арттыру. // *Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы*. – 2021. – №3. – Б. 14-18 (ағылшын тілінде)
6. Yusupov Kh.A., Aleshin A.P., Bashilova E.S., Tsoy B.V. Уранды жер асты шаймалауды күшейту үшін сутегі асқын тотығын пайдалану. // *Кендерді байыту*. – 2021. – №2. – Б. 21-26 (ағылшын тілінде)
7. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П., Замесов Н.Ф. және т. б. Техногендік өзгерген жер қойнауының құрылымы. // *РФА хабаршысы*. – 2002. – Т. 72. – №11. – Б. 969-975 (орыс тілінде)
8. Битимбаев М.Ж., Юсупов Х.А. Жер қойнауын пайдаланудың толық ағымдағы циклімен және металдарды тұйық бірнеше рет пайдаланумен біріктірілген геотехнологиялардың инновациялық технологиялық схемалары. // *X Мерейтойлық Халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Уран өнеркәсібінің өзекті мәселелері»*. – Алматы, 2022. – Б. 21-27 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Melnikov M.V. Problemy kompleksnogo ispol'zovaniya mineral'nogo syr'ya. [Problems of complex use of mineral raw materials]. // *Gornaya nauka i racional'noe ispol'zovanie mineral'no-syr'evykh resursov = Mining science and rational use of mineral and raw resources*. – M.: Nauka = Science, 1978. – P. 5-15 (in Russian)
2. Kovalchuk M.V., Naraykin O.S., Yatsishina E.B. Konvergenciya nauk i texnologij i formirovanie novoj noosfery [Convergence of sciences and technologies and the formation of a new noosphere]. // *Rossijskie nanotexnologii = Russian Nanotechnologies*. – 2011. – Vol. 6. – №9-10. – P. 10-13 (in Russian)

3. Reddy P.D., Jyer S., Sasikumar M. *FATHOM: TEL Environment to Develop Divergent and Convergent Thinking Skills in Software Design*. // *JEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies*. – 2017. – P. 414-418 (in English)
4. Kovalchuk M.V., Naraykin O.S. *Prirodopodobnye texnologii – novye vozmozhnosti i novye ugrozy [Nature like technologies - new opportunities and new threats]*. // *Indeks bezopasnosti = Security Index*. – 2017. – Vol. 22. – P. 103-108 (in Russian)
5. Yusupov Kh.A., Rysbekov K.B., Aben Kh.Kh., Bakhmagambetova G.B. *Increasing gold leaching efficiency with change of solution rheological properties*. // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. – 2021. – №3. – P. 14-18 (in English)
6. Yusupov Kh.A., Aleshin A.P., Bashilova E.S., Tsoy B.V. *Application of hydrogen peroxide to intensify in-situ leaching of uranium*. // *Ore beneficiation*. – 2021. – №2. – P. 21-26 (in English)
7. Trubetskoy K.N., Galchenko Yu.P., Zamesov N.F., etc. *Struktura texnogenno izmenennyx nedr [The structure of technogenically altered subsurface]*. // *Vestnik RAN Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. – 2002. – Vol. 72. – №11. – P. 969-975 (in Russian)
8. Bitimbayev M.Zh., Yusupov Kh.A. *Innovacionnye texnologicheskie sxemy kombinirovannyx geotexnologij s polnym tekushhim ciklom nedropol'zovaniya i zamknutym kratnym ispol'zovaniem metallov [Innovative technological schemes of combined geotechnologies with a full current cycle of subsurface use and closed multiple use of metals]*. // *X Yubilejnaya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Aktual'nye problemy uranovoj promyshlennosti» = X Anniversary International Scientific and Practical Conference «Actual problems of the uranium industry»*. – Almaty, 2022. – P. 21-27 (in Russian)

Сведения об авторах:

Битимбаев М.Ж., д-р техн. наук, профессор, академик Международной инженерной академии, академик, член Президиума – главный научный сотрудник Национальной инженерной академии Республики Казахстан (г. Алматы, Казахстан), mbitimbayev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0870-8591>

Абен Е.Х., канд. техн. наук, ассоциированный профессор кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), y.aben@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0001-8537-229X>

Юсупов Х.А., д-р техн. наук, профессор кафедры «Горное дело» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), yusupov_kh@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7682-5207>

Авторлар туралы мәліметтер:

Битимбаев М.Ж., техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық Инженерлік академиясының академигі; академик, Президиум мүшесі – Қазақстан Республикасы Ұлттық Инженерлік академиясының бас ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Абен Е.Х., техника ғылымдарының кандидаты, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, Тау-кен ісі кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Юсупов Х.А., техника ғылымдарының докторы, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, Тау-кен ісі кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Bitimbayev M.Zh., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the International Engineering Academy, Academician, Member of the Presidium – Chief Researcher of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan)

Aben E.Kh., 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)

Yusupov Kh.A., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Mining Department of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Данные исследования были проведены благодаря гранту №AP14871011 Комитета по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Код МРНТИ 52.13.04

К.Б. Рысбеков, М.Б. Нурпеисова, *Х.М. Касымканова, Г.М. Кыргызбаева

Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

МОНИТОРИНГ МЕДЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ В РУДОНОСНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

Аннотация. В статье приведена информация о меднорудных месторождениях, освоение которых осуществляется в Центральном Казахстане, его роли в развитии горнодобывающей промышленности. Приведены результаты мониторинга геодинамических процессов, возникающих при крупномасштабном и длительном освоении недр. Проблема управления геодинамическими процессами может быть решена на основе рассмотренной в данной статье методике ведения геомониторинга состояния массива горных пород, предусматривающей комплексный учет и анализ всех природных и техногенных факторов. Разработана новая схема создания геодинамических процессов, методы и средства контроля за деформациями массива горных пород, которые позволяют получить информацию о недрах земли с высокой степенью точности.

Ключевые слова: меднорудные месторождения, геология, структура, тектоника, методика, геодезическая сеть, геодезические съемки, спутниковые системы, электронный тахеометр, геомониторинг, геодинамические процессы.

Жер қыртысының баяу қозғалысын бақылау Қазақстанның кенді өңірлерінде

Андатпа. Мақалада игерілуі Орталық Қазақстанда жүзеге асырылатын мыс кен орындары, оның тау-кен өнеркәсібін дамытудағы рөлі туралы ақпарат қарастырылады. Жер қойнауын ауқымды және ұзақ уақыт игеру кезінде туындайтын геодинамикалық процестердің мониторингінің нәтижелері келтірілген. Мұндай жағдайда геодинамикалық процестерді басқару мәселесі осы мақалада қарастырылған барлық табиғи және техногендік факторларды кешенді есепке алу және талдауды көздейтін тау жыныстары массивінің күйіне геомониторинг жүргізу әдістемесінің негізінде шешілуі мүмкін. Геодинамикалық процестерді құрудың жаңа схемасы, тау массасының деформацияларын бақылау әдістері мен құралдары әзірленді, бұл жер қойнауы туралы ақпаратты жоғары дәлдікпен алуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: мыс кен орындары, геология, құрылым, тектоника, әдістеме, геодезиялық желі, геодезиялық түсірілім, спутниктік жүйелер, электронды тахеометрлер, геомониторинг, геодинамикалық процестер.

Monitoring slow movements of earth's crust in the ore-bearing regions of Kazakhstan

Abstract. Article discusses information about copper ore deposits, development of which is carried out in Central Kazakhstan, its role in the mining industry development. Monitoring results of geodynamic processes that occur during large-scale and long-term development of subsoil are presented. In such situation, problem of managing geodynamic processes can be solved on the basis of method of conducting geomonitoring of rock mass state considered in this article, which provides for comprehensive accounting and analysis of all natural and man-made factors. A new scheme for creating geodynamic processes, methods and means of controlling the deformations of a rock mass have been developed, which allow obtaining information about the bowels of the earth with a high degree of accuracy.

Key words: copper ore deposits, geology, structure, tectonics, technique, geodetic network, geodetic surveys, satellite systems, electronic tacheometers, geomonitoring, geodynamic processes.

Введение

Для разработки месторождений полезных ископаемых, залегающих обычно в сложных горно-геологических условиях, проводятся крупномасштабные горные работы. При этом горный массив подвергается изменению, т. е. выводится из своего естественного состояния. Если горный массив сложен из скальных пород, то при его интенсивной разработке наблюдаются значительные геомеханические и геодинамические процессы, так как изменяется его напряженное состояние, при этом происходят деформационные процессы, сдвигание горных пород. Перечисленные процессы наносят горнодобывающим предприятиям не только значительные технико-экономические потери, но и приводят к человеческим жертвам, чем могут создать социальное напряжение среди рабочих и ИТР горнодобывающего предприятия.

По всему миру, где ведется добыча полезного ископаемого, зафиксированы техногенные

землетрясения (Германия, США, Польша, Чехия) [1, 2]. В России эта проблема остро стоит на Североуральском бокситовом руднике, рудниках Верхнекамского месторождения калийных солей, Хибинских апатито-нефелиновых рудниках [3, 4].

Казахстан занимает заметное место в мировой торговле медью, входит в первую десятку стран мира по ее производству. Наибольший объем меди в Казахстане был произведен в 1988 г. (462 тыс. т). По подтвержденным запасам меди Казахстан занимает пятое место в мире, а по среднему содержанию меди в рудах (0,44 %) из 88 стран находится на 75-м месте¹ [5, 6].

Изменения геодинамического режима геологической среды в период проведения крупномасштабных горных работ подтверждают результаты научных исследований, которые проводились и проводятся на природно-технической системе «Жезказган», в которую входят рудники, обогатительные фабрики

с хвостохранилищами, медеплавильные заводы в Балхаше и Жезказгане. Соответствующая инфраструктура в Центральном Казахстане является мощным субъектом антропогенного воздействия на окружающую среду, представляющим большие возможности для исследования широкого спектра экологических проблем [5].

Ввиду истощения запасов полезных ископаемых все активнее стали разрабатывать месторождения, залегающие в сложных горно-геологических условиях и на больших глубинах, что требует специальных условий освоения этих объектов. Казахский ученый-геолог К.И. Сатпаев поднимал эту проблему в своем труде «Джезказганский меднорудный район и его минеральные ресурсы», а также при создании металлогенической прогнозной карты Казахстана [6].

В настоящее время отечественная медная индустрия представлена ТОО «Корпорация «Казахмыс», АО «Балхашский завод по обработке

¹Кульдеев Е.И., Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Освоение недр и экологическая безопасность. – Deutschland LAP LAMBERT, 2021. – 240 с.

цветных металлов» и несколькими малыми предприятиями, специализирующимися на переплавке лома.

В состав корпорации входят 12 рудников подземной и открытой разработки с годовым объемом добычи руды более 38 млн т, 8 обогатительных фабрик, изготавливающих медные, свинцовые и цинковые концентраты, 2 медеплавильных завода, завод по производству медной катанки производительностью около 50 тыс. т в год, производство по аффинажу благородных металлов; введено в строй предприятие по производству цинка.

Основной сырьевой базой корпорации по-прежнему является Жезказганское месторождение, где ежегодно добывается 26-28 млн т руды и обеспеченность балансовыми запасами составляет не более 20 лет.

К настоящему времени запасы меди разрабатываемого с 1929 г. уникального Жезказганского месторождения постепенно иссякают. Между тем, в данном районе имеется ряд других разведанных медных месторождений, которые разрабатываются и восполняют убывающие мощности Жезказганских рудников – это месторождения Жиландинской группы²: Кипшакпай, Карашошак, Сарыоба и другие (рис. 1).

Методы исследования

Научная школа кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Satbayev University на протяжении длительного времени проводит исследования для обеспечения промышленной безопасности на рудниках Казахстана, так как большинство техногенных ситуаций, возникающих при осуществлении горных работ по извлечению полезного ископаемого из недр Земли, напрямую связаны с управлением горным давлением. При этом основная роль отводится внедрению в практику современных технологий и средств контроля и мониторинга массива горных пород. Свидетельством этому являются проводимые нами исследования по проектам «Разработка инновационных методов прогнозирования и оценки состояния

массива горных пород для предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера» и «Комплексный мониторинг медленных деформационных процессов земной поверхности при крупномасштабном освоении рудных месторождений Центрального Казахстана»¹.

Анализ проведения геодезических наблюдений на территории

разрабатываемого месторождения прежде всего связано с отсутствием эффективных способов определения величин деформаций, что обуславливает необходимость совершенствования методики наблюдений с использованием современных приборов. Геодезические наблюдения дают возможность выявить деформации массива, что существенно

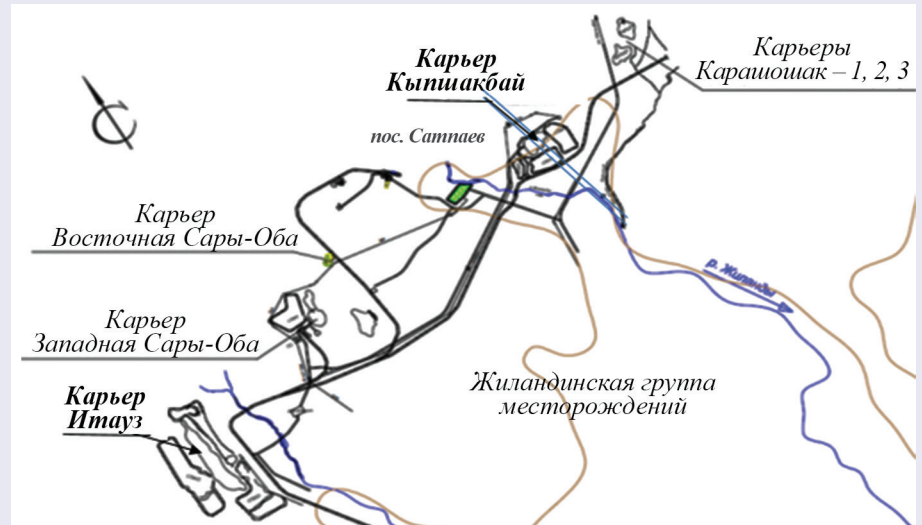


Рис. 1. Жиландинская группа месторождений.
Сурет 1. Жиланды кен орындары тобы.
Figure 1. Zhilandinskaya group of deposits.



Рис. 2. Схема комплексной методики ведения геомониторинга.
Сурет 2. Геомониторинг жүргізудің кешенді әдістемесінің схемасы.
Figure 2. The scheme of the complex methodology of conducting geomonitoring.

²Bazaluk O., Rysbekov K., Nurpeisova M., Lozynskiy V., Kyrgyzbayeva G., Turumbetov T. Integrated monitoring for the rock mass state during large-scale subsoil development. / *Frontiers in Environmental Science*. Accepted paper [electronic resource]. – 2022. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.852591/full>

для оценки геомеханической ситуации в районе разработки месторождения, но они не позволяют получить полную картину деформационных процессов во времени.

Для проведения геомониторинга состояния прибортовых массивов и получения надежных результатов предлагается комплексная методика, представленная на рис. 2.

Согласно 1 и 2 блокам рекомендуемой методики, детально изучаются инженерно-геологические и горно-технические условия разработки, структурно-тектонические особенности и физико-механические свойства горных пород месторождения.

Результаты и их обсуждение

По рудному полю разведаны и утверждены запасы по категориям $B + C_1 + C_2$ в количествах, позволяющих выдвинуть его в число крупных промышленных объектов. Структура рудного поля включает в себя равномерный красноцветный комплекс прослоев горных пород рудоносными отложениями горизонта Таскудук среднекаменноугольной свиты Таскудук и Серпуховского слоя нижнего карбона. В рудном поле выявлено 11 рудных залежей, в составе которых разведано 109 рудных тел. Наиболее крупные залежи приурочены к таскудукскому горизонту. Простираются их северо-восточное, протяженность до 3200 м, мощность от 0,5 м до 17 м, размер по падению до 1400 мм (рис. 3). Кроме того, они осложнены как дорудными, так и пострудными дизъюнктивными нарушениями, что в значительной степени затрудняет их разведку.

Согласно **третьему блоку рекомендуемой методики**, ведение наблюдений за состоянием массива горных пород при разработке месторождений полезных ископаемых, занимающих большую площадь, состоящих из нескольких залежей и залегающих в различных глубоких горизонтах, требует создания высокоточного геодезического обоснования. Классический вариант создания геодезических сетей на перечисленных месторождениях, является довольно трудоемким и финансово убыточным [7].

На основании проведенных исследований рекомендуем вместо построения сплошных линий нивелирования заложить локальные профильные линии и контрольные «кусты» геодезических и нивелирных пунктов для комплексного применения наземных и космических геодезических методов, тем самым повысится оперативность наблюдений, а капитальные затраты на их производство существенно снизятся.

Контрольные «кусты» или «узловые» ветви состоят из базовых (референционных), опорных

(исходных) и деформационных геодезических и нивелирных пунктов. Все узловые пункты расположены в соответствии с рудными жилами и привязаны к пунктам государственной геодезической сети.

Сеть базовых (референционных) пунктов предназначена для оценки геодинамического состояния территории месторождения в региональном масштабе и служит исходной геодезической основой для развития сети опорных (исходных) пунктов. В связи с этим базовые (референционные) пункты должны располагаться

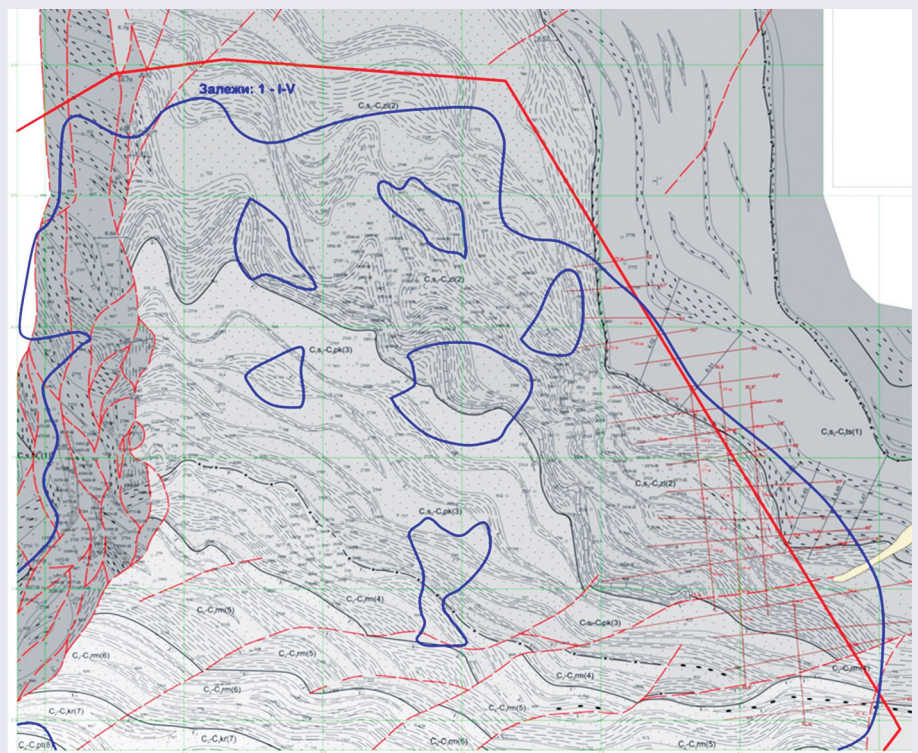


Рис. 3. Фрагмент геологической карты месторождения Восточная Сары-оба.

Сурет 3. Шығыс Сара-оба кен орнының геологиялық картасының үзіндісі.

Figure 3. Fragment of the geological map of the Vostochnaya Sary-oba deposit.



Рис. 4. Спутниковые измерения GPS-приемниками.

Сурет 4. GPS қабылдағыштарымен спутниктік өлшеу.

Figure 4. Satellite measurements by GPS receivers.

за границей месторождения и зоны влияния техногенных геомеханических процессов, обусловленных его разработкой, а также на удалении от зон тектонических разломов. Количество базовых пунктов определяется с учетом конфигурации контура залежей месторождения и должно быть не менее двух. Их координаты определяются относительно GNSS-станций, входящих в международную опорную геодезическую сеть [8].

Сеть опорных (исходных) пунктов является исходной геодезической основой для наблюдений за геомеханическими и современными геодинамическими процессами в зонах тектонических нарушений, а также для оценки геодинамического состояния территории месторождения. Авторы предлагают опорные (исходные) нивелирные пункты размещать вне контура добычи месторождения по вертикали в условиях, исключающих воздействие геомеханических процессов на их устойчивость. В качестве таких опорных (исходных) пунктов могут быть использованы существующие на месторождении разведочные скважины (ликвидированные или находящиеся в консервации), основание которых заглублено ниже отработываемых залежей.

Сеть деформационных пунктов предназначена для наблюдений за техногенными геомеханическими и современными геодинамическими процессами. Все эти работы осуществляются с использованием современных геодезических технологий. При этом высокая эффективность геодезических работ достигается только посредством спутниковых, электронных и лазерных технологий.

В практике мониторинга деформированного состояния земной поверхности при разработке

месторождений и подработке сооружений используются различные типы рабочих нивелирных реперов и опорных пунктов. Многолетние инструментальные наблюдения показали трудоемкость полевых работ, особенно перенос комплекта приборов (сам прибор, штатив, рейки) с одного пункта в другой. В этой связи для установки приборов и увеличения скорости измерительных операций нами разработан *постоянный пункт принудительного центрирования*, устанавливаемый в опорном пункте при ведении геомеханического мониторинга (рис. 4). Устройство относится к геодезическим центрам для установки новых приборов и сигналов.

Цель изобретения – повысить точность центрирования, оперативность измерений при отсутствии штативов в пунктах стояния и наблюдения; **преимущества**: простота и высокая точность установки геодезического оборудования и ориентирования (без штатива); пункт виден издалека и хорошо заметен для мониторинга больших площадей³.

При производстве полевых работ применялось три GPS-приемника швейцарской фирмы Leica GS16: 2 приемника и один приемник GPS1200. Измерения производились в 3 сеанса спутниковых наблюдений. Продолжительность каждого сеанса не менее 5 ч, при этом за начало отсчета сеанса наблюдений бралось время включения последнего GPS-приемника. После завершения полевых работ по спутниковым измерениям полученные сырые данные в камеральных условиях конвертировали в универсальный обменный формат Rinex. Камеральная пост-обработка сырых данных выполнялась в программном обеспечении Giodis фирмы Javad GNSS².

Заключение

1. На основе проведенного анализа отечественной и зарубежной научно-технической литературы, опыта работы в области изучения геомеханических и геодинамических процессов, а также средств наблюдений за деформациями разработана методика комплексного ведения геомониторинга с использованием современных высокоточных геодезических приборов.

2. Проанализирован современный подход к постановке и выполнению наблюдений за геодинамическими и геомеханическими процессами на месторождениях твердых полезных ископаемых. Обоснован новый «кустовой» метод построения систем геодезических наблюдений на геодинамическом полигоне, позволяющий расширить охват мониторинговым контролем проводимых сейсморазведочных работ, а также повысить оперативность наблюдений и снизить капитальные затраты на их добычу.

3. Разработана конструкция постоянного пункта принудительного центрирования для установки высокоточных приборов, позволяющего повысить производительность и точность наблюдений.

4. Проведен анализ современных геодезических методов, используемых при сейсморазведке месторождения в глубоком горизонте. Использование современных приборов и простейших GPS-приемников при проведении сейсморазведочных работ позволяют решить многие насущные проблемы в геодезическом обеспечении геофизических исследований. Контроллер как специальный компьютер может использоваться для решения нескольких конкретных задач, в зависимости от их сложности.

³Нурпеисова М., Рысбеков К., Айтказинова Ш., Доненбаева Н., Нукарбекова Ж., Дербисов К. Наземный постоянный геодезический пункт принудительного центрирования приборов. / Патент РК №2021/0160 от 11.03.2021.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Mora S., Keipi K. Управление рисками бедствий в проектах развития: модели и чек-листы. // Вестник инженерной геологии и окружающей среды. – 2006. – Вып. 65. – №2. – С. 155-165 (на английском языке)
2. Rákay Š., Zuzik J., Weiss G., Labant S. Съёмка труднодоступных скал и расчет объема твердых тел неправильной формы с помощью роботизированного тахеометра. // Acta Montanistica Slovaca. – 2013. – №18(3). – С. 164-171 (на английском языке)

3. Мельников Н.Н. Экологические проблемы XXI века и освоение недр. // Освоение недр и экологические проблемы XXI века». – М.: ИПКОН РАН, 2010. – С. 26-45 (на русском языке)
4. Козырев А.А., Панин В.И., Семенова И.Э. О геодинамической безопасности горных работ в удароопасных условиях на примере Хибинских апатитовых месторождений. // ФТПРПИ. – 2018. – №5. – С. 33-44 (на русском языке)
5. Михайлова Н.Н., Узбеков А.Н. Тектонические и техногенные землетрясения в Центральном Казахстане. // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2018. – №3. – С. 137-145 (на русском языке)
6. Сампаев К.И. Основные результаты комплексного геологического изучения и вопросы генезиса Джезказгана. // Геология рудных месторождений. – 1962. – №3. – С. 4-8 (на русском языке)
7. Nurpeisova M.B., Bitimbayev M.Zh., Rysbekov K. B., Shults R. Геодезическое обоснование Сарыаркинского меднорудного района. // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – 2020. – Вып. 6. – С. 194-202 (на английском языке)
8. Kuldeev E.I., Rysbekov K.B., Donenbayeva N.S., Mietenko N.A. Современные геотехнические методы – эффективный способ обеспечения промышленной безопасности в горнодобывающей промышленности. // Евразийская добыча полезных ископаемых. – 2021. – №2. – С. 61-66 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Mora S., Keipi K. Даму жобаларындағы апат тәуекелдерін басқару: үлгілер мен бақылау парақтары. // Инженерлік геология және қоршаған орта жаршысы. – 2006. – Шығ. 65. – №2. – Б. 155-165 (ағылшын тілінде)
2. Rákay Š., Zuzik J., Weiss G., Labant S. Қол жетпейтін тау жыныстарының беткі қабаттарын түсіру және роботты жалпы станцияны қолдану арқылы дұрыс емес қатты денелердің көлемін есептеу. // Acta Montanistica Slovaca. – 2013. – №18(3). – Б. 164-171 (ағылшын тілінде)
3. Мельников Н.Н. XXI ғасырдағы экологиялық проблемалар және минералдық ресурстарды игеру. // XXI ғасырдағы жер қойнауын игеру және экологиялық проблемалар. – М.: Ресей ғылым академиясының жер қойнауын кешенді игеру проблемалары институты, 2010. – Б. 26-45 (орыс тілінде)
4. Козырев А.А., Панин В.И., Семенова И.Э. Хибин апатит кен орындары мысалында шок-қауіпті жағдайда тау-кен жұмыстарының геодинамикалық қауіпсіздігі туралы. // Тау-кен өндірісінің физикалық-техникалық мәселелері. – 2018. – №5. – Б. 33-44 (орыс тілінде)
5. Михайлова Н.Н., Узбеков А.Н. Орталық Қазақстандағы тектоникалық және техногендік жер сілкіністері. // Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының материалдары. Геология және инженерия сериясы. – 2018. – №3. – Б. 137-145 (орыс тілінде)
6. Сампаев К.И. Кешенді геологиялық зерттеудің негізгі нәтижелері және Жезқазған генезисінің мәселелері. // Кенді кен орындарының геологиясы. – 1962. – №3. – Б. 4-8 (орыс тілінде)
7. Nurpeisova M.B., Bitimbayev M.Zh., Rysbekov K.B., Shults R. Сарыарқа мыс кенді өңірінің геодезиялық негіздемесі. // Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының материалдары. Геология және инженерия сериясы. – 2020. – Шығ. 6. – Б. 194-202 (ағылшын тілінде)
8. Kuldeev E.I., Rysbekov K.B., Donenbayeva N.S., Mietenko N.A. Қазіргі геотехникалық әдістер – шахтадағы өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің тиімді жолы. // Еуразиялық тау-кен. – 2021. – №2. – Б. 61-66 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Mora S., Keipi K. Disaster risk management in development projects: models and checklists. // Bulletin of engineering geology and the environment. – 2006. – Vol. 65. – №2. – P. 155-165 (in English)
2. Rákay Š., Zuzik J., Weiss G., Labant S. Surveying of inaccessible rock faces and volume calculation of the irregular solids using robotic total station. // Acta Montanistica Slovaca. – 2013. – №18(3). – P. 164-171 (in English)

3. Mel'nikov N.N. *E'kologicheskie problemy XXI veka i osvoenie neдр [Ecological problems of the XXIst century and the development of mineral resources]. // Osvoenie neдр i ekologicheskie problemy XXI veka = Development of mineral resources and environmental problems of the XXI century. – Moscow: IPKON RAN = Institute for Problems of Comprehensive Development of the Subsoil of the Russian Academy of Sciences, 2010. – P. 26-45 (in Russian)*
4. Kozыrev A.A., Panin V.I., Semenova I.E. *O geodinamicheskoy bezopasnosti gornыx работ v udaroopasnyx usloviyax na primere Xibinskiх apatitovyх mestorozhdenij [About the geodynamic safety of mining operations in shock-hazardous conditions on the example of the Khibiny apatite deposits]. // FTPRPI = Physical and technical problems of mining. – 2018. – №5. – P. 33-44 (in Russian)*
5. Mihailova N.N., Uzbekov A.N. *Tektonicheskie i texnogennыe zemletryaseniya v Central'nom Kazaxstane [Tectonic and technogenic earthquakes in Central Kazakhstan]. // Seriya geologii i texnicheskix nauk = News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2018. – №3. – P. 137-145 (in Russian)*
6. Satpaev K.I. *Osnovnyе rezul'taty kompleksnogo geologicheskogo izucheniya i voprosы genezisa Dzhezkazgana [The main results of a comprehensive geological study and questions of the genesis of Dzhezkazgan]. // Geologiya rudnyх mestorozhdenij = Geology of ore deposits. – 1962. – №3. – P. 4-8 (in Russian)*
7. Nurpeisova M.B., Bitimbayev M.Zh., Rysbekov K. B., Shults R. *Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region. // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2020. – Vol. 6. – P. 194-202 (in English)*
8. Kuldeev E.I., Rysbekov K.B., Donenbayeva N.S., Mietenko N.A. *Modern methods of geotechnic – effective way of providing industrial safety in mine. // Eurasian mining. – 2021. – №2. – P. 61-66 (in English)*

Сведения об авторах:

Рысбеков К.Б., канд. техн. наук, директор Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), k.rysbekov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-3959-550X>

Нурпейсова М.Б., д-р техн. наук, профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), m.nurpeissova@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>

Касымканова Х.-К.М., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), k.kassymkanova@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-9590-2079>

Кыргызбаева Г.М., канд. техн. наук, ассоциированный профессор, доцент кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), g.kyrgyzbayeva@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-4869-0587>

Авторлар туралы мәлімет:

Рысбеков Қ.Б., техника ғылымдарының кандидаты, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институтының директоры (Алматы қ., Қазақстан)

Нұрпейісова М.Б., техника ғылымдарының докторы, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Қасымқанова Х.-К.М., техника ғылымдарының докторы, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Қыргызбаева Гүлдана Мейрамбекқызы, техника ғылымдарының кандидаты, Satbayev University, О.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының доценті (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Rysbekov K.B., Candidate of Technical Sciences, Director of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Nurpeisova M.B., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Kassymkanova Kh.-K.M., Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Kyrgyzbayeva G.M., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки МОН РК (Грант №AP14871828).

Код МРНТИ 52.13.23

*A.G. Akpanbayeva, T.K. Isabek

Non-Profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov»
(Karaganda, Kazakhstan)

APPLICATION OF THE ALKALI-FREE SETTING ACCELERATOR AND SUPERPLASTICIZER FOR SHOTCRETE SUPPORT OF MINE WORKINGS

Abstract. The advisability has been studied to apply alkali-free setting accelerator and superplasticizer for shotcrete support of mine workings at the Zhomart mine. The wet process sprayed concrete technology for the mine workings has been fully developed. The maximum layer thickness of the surface has been from 10 cm to 12 cm. The steam curing has been used, and as a result, the fast-setting of the applied concrete has been observed. The test results have demonstrated that the increasing in the lifespan of concrete and doubling all strength characteristics should consequently lead to the security upgrade of production processes with stability and maintenance of the shotcrete support.

Key words: mine tests, setting accelerator, spraying of shotcrete, wet process, mine workings, superplasticizer, investigation, a rebound, setting, hardening, strength, cone slump, concrete mix.

Тау-кен жұмыстарын шартты бетонды бекіту үшін сілтісіз қабылдау үдеткіш мен гиперпластикаторды қолдану

Андатпа. Жомарт кенішінің жағдайында кен қазбаларын бетонды бетонмен бекіту үшін сілтісіз катаю үдеткішін және гиперпластикаторын пайдалану мүмкіндігі зерттелді. Шахталы бетон қоспасын кен орындарына қолдану бөлігінде ылғалды бетон әдісінің технологиясы толығымен әзірленді. Алынған қабаттың бетіндегі максималды қалыңдығы (10 см-ден 12 см-ге дейін) қолданылатын бетоннан бу шығару және жылдам орнату арқылы жылыды шығарумен бірге жүрді. Сынақ нәтижелері бетонның «өмірінің» артуы, сондай-ақ барлық беріктік сипаттамаларының екі есе ұлғаюы, сайып келгенде, тұрақтылықты қамтамасыз ету және тірек жағдайын сақтау кезінде өндірістік процестердің қауіпсіздік деңгейінің жоғарылауына әкелетінін көрсетті.

Түйін сөздер: шахталық сынау, үдеткіш, бүріккіш бетонды қолдану, ылғалды әдіс, бекіту, кен қазбалары, гиперпластикатор, зерттеу, кері бұру, баптау, катаю, беріктік, конустың шөгугі, бетон қоспасы.

Применение бесщелочного ускорителя схватывания и гиперпластикатора для торкрет-бетонного крепления горных выработок

Аннотация. Изучена целесообразность применения бесщелочного ускорителя схватывания и гиперпластикатора для торкрет-бетонного крепления горных выработок в условиях рудника Жомарт. Технология мокрого метода торкретирования в части нанесения торкрет-смеси на горные выработки была отработана в полном объеме. Максимальная толщина полученного слоя на поверхности (от 10 см до 12 см) сопровождалась выделением тепла путем выделения пара из нанесенного бетона и быстрым схватыванием. Результаты испытаний показали, что увеличение времени «жизни» бетона, а также рост в два раза всех прочностных характеристик в итоге приведет к повышению уровня безопасности производственных процессов с обеспечением устойчивости и сохранением состояния крепи.

Ключевые слова: рудничные испытания, ускоритель схватывания, нанесение торкретбетона, мокрый способ, крепление, горные выработки, гиперпластикатор, исследование, отскок, схватывание, твердение, прочность, осадка конуса, бетонная смесь.

Introduction

The current state of the shotcrete support at the mines of Kazakhmys Corporation, LLP, can be described as a step-by-step process. It consists in the fact that a mix of concrete, aggregates and water is sprayed to rock, support or other surface with using the compressed air. Thus, this mix adheres firmly to the surface, and it hardens.

The mines of Kazakhmys Corporation, LLC, use shotcrete as follows:

- to create the lining materials for rock, and to protect it from weathering and flaking;
- to develop the waterproofing, corrosion-resistant, antiseptic, fire-resistant and airtight coatings;
- to strengthen and repair concrete supports;
- to reduce the surface roughness of the unlined ventilation ducts.

The works at the mines have resulted that the used shotcrete advantages are the high quality and reliability of the coatings created.

Disadvantages of the material and its spraying procedure include as follows:

- the need to use aggregates only with small fractions, thus, it causes a large cement overspend compared with the standard concrete;
- the low productivity of the used machines, complexity of their design and high wear and tear of parts;
- dust formation during the working operation;
- the need to dry the washed out aggregates to the required moisture content.

The deficient efficiency of the shotcrete support widely used at the mines of Kazakhmys Corporation, LLP, often leads to security issues,

namely, to rock falling in the working area, as result, it is accompanied with the high risks such as:

- injuries to miners in the tunneling and drifting faces,
- the spalling of rock pieces from the roof and sides of the mine working during the gadding, support and loading¹.

Therefore, in order to reduce the high risks, the MasterRoc SA 167 alkali-free setting accelerator and MasterGlenium UG 3553 superplasticizer for shotcrete support have been tested in the mine. The pilot tests have been performed by the existing wet process sprayed concrete technology. The testing purpose was to determine the probability and practicability to apply the MasterRoc SA 167 alkali-free setting accelerator and MasterGlenium UG 3553 superplasticizer and to accelerate the

¹The practical guide for mining engineer. – Karaganda: Kazakhmys Corporation LLP, 2019. – 365 p. (in Russian)

shotcrete support process of workings at mines of Production Association «Zhezkazgantsvetmet», Branch of Kazakhmys Corporation, LLP.

The tests have been performed at the «Pass to ore pass-4» and «Haulage roadway 4» of the Zhomart mine. In order to test, previously imported components have been applied as follows: sand brought from Kyzylzhar open pit mine, Firm Samga supplier; cement from plant «Shymkentcement» in big bags under GOST 31108-2016 CEM II/A-Sh 32.5N; MasterGlenium UG 3553 – 120 kg; MasterRoc SA 167 – 600 kg. The MasterGlenium UG 3553 and MasterRoc SA 167 chemical additives made by Master Builders Solutions Central Asia, LLP, as a result, they have been provided free of charge²⁻⁴.

The main 3 test objectives have been formed:

- to measure the rebound value;
- to determine the average thickness of the sprayed shotcrete layer in 1 pass;
- to define the maximum thickness of the layer.

Research methods

The tests have been performed by comparing the parameters of the concrete spraying of mine workings with using MasterRoc SA 167 setting accelerator, MasterGlenium UG 3553 superplasticizer and without using additives. The literature review, study of the scientific and technical documentation on shotcrete support of mine workings, the pilot tests at the Zhomart mine, the analysis and synthesis of research results with their the critical evaluation are able to substantiate further development and improvement of the research object⁵ [1, 2]. The basic technical characteristics of the used materials have been studied and described. MasterRoc SA 167 is a high-performance, alkali-free setting accelerator applied in the spraying of concrete. It is a liquid additive

Table 1
Technical data of MasterRoc SA 167
Таблица 1
Технические характеристики MasterRoc SA 167
Кесте 1
MasterRoc SA 167 техникалық сипаттамалары

Form	Suspension
Color	From beige to white
Density (20°C)	1.47 ± 0.03 g/ml
Acidic balance pH	2.7 ± 0.5
(1:1 aqueous solution) Viscosity 1	750 ± 250 mPa.s
Thermal resistance	from +5°C to +35°C
[Na ₂ O] Equivalent (% of bonding agent weight)	<0.1%
Chlorides	no

Table 2
Technical data of MasterGlenium UG 3553
Таблица 2
Технические характеристики MasterGlenium UG 3553
Кесте 2
MasterGlenium UG 3553 техникалық сипаттамалары

Form	Viscous liquid
Color	Yellow
Density (20°C)	1.02-1,06 kg/m ³
Acidic balance pH	(20°C) 4-6
Chlorides	<0.1%

adjusted with dosing to achieve the desired setting and curing time.

MasterGlenium UG 3553 is a superplasticizer designed specifically for the underground construction. A latest-generation shotcrete additive has been based on the modified polycarboxylate esters. Based on the comparison with traditionally used superplasticizers, MasterGlenium UG has a more powerful dispersion effect, and it is able to provide an increase in the lifespan of shotcrete mixes, and to contact effectively with all types of cements.

The test process has been performed as follows. During the

first workings, the composition used in the shotcrete of mining has been adjusted with reducing the quantity of water. Thus, the strength concrete characteristics have been increased by changes in moisture content of aggregates, and by using MasterGlenium UG 3553 superplasticizer. Its application was able to achieve the necessary mix mobility for the quality spraying by pumps installed on the shotcrete plant. And it could reduce the quantity of water in the mix, and as a result, it had a positive effect on concrete strength parameters. The optimal composition base on the

² General construction cements. Specifications. / GOST 31108-2016 (in Russian)

³ Cements and materials for cement production. Methods of chemical analysis. / GOST 5382-91 (in Russian)

⁴ Cements. General technical conditions. / GOST 30515-2013 (in Russian)

⁵ Alejano R., Perucho Á., Olalla C., Jiménez R. Rock engineering and rock mechanics: structures in and on rock masses. – London: CRC Press, 2014. – 1st Edition. – 372 p. (in English)

Table 3

Actually obtained compositions in the laboratory

Таблица 3

Фактически полученные в лаборатории составы

Кесте 3

Зертханасында нақты алынған рецептуралар

Mix code	Basic composition	With additive	
Mix information	lab test	lab test	
Concrete class	m350	m350	
Analysis date	07.07.2022	07.07.2022	
Cement source			
Cement dosage (kg/m ³)	500	500	
W/C ratio	0,54	0,41	
Water (LTR/m ³)	273,5	208	
N.Sand Source (PKZ 0-8 mm)	13yr3`678757852`y4`17654bgb		
N.Sand (Kg/m ³)	–	–	
N.Sand (Kg/m ³)	not applicable	not applicable	
Admixture source	not applicable	MGlenium UG 3553	
Admixture (%)	0	1,5%	
Fresh Concrete Test	MasterRoc SA 167 flow rate	–	–
	5 min. Slump / Flow Table (cm)	27	26
	60 min. Slump / Flow (cm)	18	25
	120 min.Slump / Flow (cm)	14	24
	1 day	3.24 Mpa (10%)	9.03 Mpa (28%)
	3 days	11.1 Mpa (34%)	28.4 Mpa (88%)
	7 days	18.7 Mpa (58%)	41.7 Mpa (130%)
	28 days	28.8 Mpa (90%)	61.8 Mpa (192%)

materials presented by specialists of Zhomart mine has been developed before with using the laboratory conditions. The basic and developed compositions are demonstrated in Table 3 with indication of Abrams cone slump, lifespan of mix mobility and strength determination with the destructive method⁶. The lifespan of concrete and doubling all strength characteristics have increased by MasterGlenium UG 3553 superplasticizer. Consequently it would lead to the security upgrade of production processes with the stability and maintenance of the shotcrete support.

The panel 55 has demonstrated the pilot tests of wet process sprayed concrete technology. Shotcrete mix has been applied by filling through a

cement screen and aggregates directly into the mixer. Two mixes per 4 m³ each have been prepared⁷. The first mix has been made with the existing composition. Thickness of application was 1-3 cm, and rebound – 20-30%. Shotcrete of 140 m² have been performed. Concrete rate per 1m² at a thickness of 1cm has been as follows: 2300 kg / 100 cm × 1.25 × 1.1 ~ 32 kg.

The concrete density of 1 m³ was 2300 kg. The average rebound was 25%. Surface roughness coefficient was min 1.1. The second mix has been prepared with using MasterRoc SA 167 alkali-free setting accelerator and MasterGlenium UG 3553 superplasticizer. The thickness of application was 10-12 cm, and the rebound was 5-6%. Shotcrete of 32 m² have been performed.

Concrete rate per 1 m² at a thickness of 1cm has been as follows: 2300 kg / 100 cm × 1.055 × 1.1 ~ 27 kg.

During the shotcreting of an average thickness of 5 cm with using MasterRoc SA 167 and MasterGlenium UG 3553, savings per 1 m² has been equal of 25 kg of the finished concrete. The labor costs for the repeated spraying and appreciation of equipment have been used.

Results and discussions

Thus, the results on the pilot tests have been obtained as follows:

1. The wet process sprayed concrete technology for the mine workings has been detailed developed in detail.

2. The Y-shaped dispenser has been blocked on the setting accelerator supply. Thus, the initial strength could not be measured by reason

⁶Kazakhmys Corporation LLP. Instruction on the supports of mine workings at the Zhomart mine, 2020 (in Russian)

⁷Cements. Methods for determination of standard consistency, times of setting and soundness. / GOST 310.3-76 (in Russian)

of frequent stops of the Spraymec concrete spraying machine.

3. The maximum thickness of the resulting layer on surface was 10-12 cm. The steam curing and the fast-setting have been applied. The thickness has been determined by the screwdriver testing for leakage detection, using MasterRoc SA 167 alkali-free setting accelerator and MasterGlenium UG 3553 superplasticizer.

4. In the shotcrete mix preparation process at the Zhomart mine, the previously developed compositions have been adjusted, and thus, a concrete mix has been obtained meeting to the relevant parameters for the high-quality spraying.

5. Pieces of the solid mass have blocked the cells of the concrete loading hopper at the spraying concrete from the mixer. Thus, these pieces have been removed manually.

Some deviations have been revealed during the pilot tests:

1. The Y-shaped dispenser has been regular blocked on the Spraymec machine to supply setting accelerator.

2. Pieces of the solid mass with a size of 40-250 mm have been fallen into the Spraymec loading hopper.

As a result, the following work recommendations have been formed:

To improve the quality of work on wet concrete spraying, it has been recommended to install directly the concrete mixing plant in the mine in order to establish an accurate dosing process of all used components (cement, ballast and water). Currently, many varieties of the mobile concrete mixing plant have been applied.

To perform the large-scale tests of the wet process, using these recommendations. To determine the mine workings with a length of at least 100 m.

These tests should be included as follows:

- to measure the normative shotcrete strength.

- to determine the adhesion properties of the sprayed composition from surface of the mine working under the mine environment conditions.

- to define the mixture stability to the physical and mechanical effects related to production of mining workings and motion of the mobile equipment.

- to perform a comparative timing test, where the workings should be with identical intervals of the base mix without additives and the developed composition using the MasterRoc SA 167 setting accelerator and MasterGlenium UG 3553 superplasticizer

3. To reduce cement consumption with the accurate dosage of the components, thus, it should lead to saving in the composition.

4. To additionally install a calibration grid with a vibrator screen to load into the mixer using the uneven sand fraction and large stones. The close-mesh screen should improve the sand purity and the final mix quality. It should reduce the risks related to failure of the planned indicators due to the plugs in nozzle and concrete spraying unit.

5. To train the personnel to perform works on the Normet

Spraymec concrete spraying machine (the start of work, dispenser setting and preparation for spraying, washing and blowing the surface, concrete spraying, the end of work, washing out, etc.)

6. To increase the sand quality, the providing input control of materials would be recommended for the content of dust and clay particles, and clay in the stones by the sampling each batch.

7. To keep a record of the flow rate of water supplied to the mix for proper dosing without a concrete mixing plant.

8. In order to avoid the non-compliance with the formulation in the absence of the concrete mixing plant, we suggest the possibility to use the finished dry mix of MasterRoc STS 1600 for the wet process, and the control of the water supply in liters to mix⁸.

Conclusion

As a result, it is possible and expedient to apply MasterRoc SA 167 alkali-free setting accelerator and MasterGlenium UG 3553 superplasticizer for shotcrete support of workings at mines of Production Association «Zhezkazgantsvetmet», Branch of Kazakhmys Corporation, LLP. At this stage, it is efficient to proceed to large-scale pilot testing at the mines of Production Association «Zhezkazgantsvetmet», Branch of Kazakhmys Corporation, LLP, to adjust and develop the wet process sprayed concrete technology with the chemical additives, and the relevant parameters of the finished concrete in the shotcrete support.

⁸Test acts of MasterRoc SA 167 alkali-free setting accelerator and MasterGlenium UG 3553 superplasticizer produced by Master Builders Solution Central Asia LLP (BASF Central Asia) (in Russian)

REFERENCES

1. Barton N. Shear strength criteria for rock, rock joints, rockfill and rock masses: Problems and some solutions. // *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. – 2013. – Vol. 5(4). – P. 249-261 (in English)
2. Bidgoli M.N., Zhao Zh., Jing L. Numerical evaluation of strength and deformability of fractured rocks. // *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. – 2013. – Vol. 5(6). – P. 419-430 (in English)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Barton N. Критерии прочности на сдвиг для горных пород, швов горных пород, каменной наброски и горных массивов: проблемы и некоторые решения. // Журнал горной механики и геотехнической инженерии. – 2013. – Вып. 5(4). – С. 249-261 (на английском языке)
2. Bidgoli M.N., Zhao Zh., Jing L. Численная оценка прочности и деформируемости трещиноватых горных пород. // Журнал горной механики и геотехнической инженерии. – 2013. – Вып. 5(6). – С. 419-430 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Barton N. Тау жыныстары, тау жыныстары, тау жыныстары және жыныс массалары үшін ығысу беріктігі критерийлері: мәселелер және кейбір шешімдер. // Тау жыныстары механикасы және геотехникалық инженерия журналы. – 2013. – Шығ. 5(4). – Б. 249-261 (ағылшын тілінде)
2. Bidgoli M.N., Zhao Zh., Jing L. Жарылған жыныстардың беріктігі мен деформацияланғыштығын сандық бағалау. // Тау жыныстары механикасы және геотехникалық инженерия журналы. – 2013. – Шығ 5(6). – Б. 419-430 (ағылшын тілінде)

Information about the authors:

Akpanbayeva A.G., PhD Student at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan), 777a88@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5848-8115>

Isabek T.K., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan), tyiak@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7718-933X>

Сведения об авторах:

Ақпанбаева А.Г., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский Технический Университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Исабек Т.К., д-р техн. наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский Технический Университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Авторлар туралы мәліметтер:

Ақпанбаева Ә.Г., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасының докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Исабек Т.К., техника ғылымдарының докторы, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасының профессоры (Қарағанды қ., Қазақстан)

The article was prepared on the basis of pilot tests carried out by the commission of the Zhomart underground mine of «Kazakhmys Corporation» LLP and specialists of «Optimus kz» LLP.

MinTech-2023

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

24-26 мая
г.Павлодар

30 мая - 1 июня
г.Усть-Каменогорск

18-20 октября
г.Актобе

КАЗАХСТАН



www.kazexpo.kz



БИЗНЕС-ТУРЫ НА ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАЗАХСТАНА



АО "УМЗ"



**Аксуская электростанция
АО "ЕЭК"**



**Донской ГОК
АО ТНК "Казхром"**



**ТОО "Актюбинская
медная компания"**

По вопросам участия
обращайтесь к организаторам:



тел: +7 (727) 250-75-19, 313-76-28,
моб: +7 707 456-53-07
e-mail: kazexpo@kazexpo.kz

Код МРНТИ 52.13.21

*Б.Р. Ракишев, А.Б. Мусахан

Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ОТБОЙНЫХ И ОКОНТУРИВАЮЩИХ ЗАРЯДОВ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Аннотация. В статье приведены ключевые результаты взрыва в твердой среде: прочностная характеристика пород в условиях всестороннего взрывного нагружения, относительный предельный радиус взрывной полости, радиусы зон мелкого дробления и радиальных трещин и принцип рационального расположения зарядов во взрываеом блоке. С их использованием обоснован новый подход к определению параметров цилиндрического вруса. Даны аналитические зависимости для размещения врубных шпуров в забое горизонтальной горной выработки. С учетом принципа рационального расположения зарядов во взрываеом массиве установлены новые рациональные параметры расположения отбойных и оконтуривающих шпуровых зарядов. Предложен оригинальный алгоритм определения количества врубных, отбойных и оконтуривающих шпуров в зависимости от размеров сечения выработки, физико-механических свойств пород, физико-химических характеристик применяемого взрывчатого вещества.

Ключевые слова: ключевые результаты взрыва, принцип рационального размещения зарядов в массиве, параметры буровзрывных работ, вруб, отбойные, оконтуривающие шпур.

Көлдөнен тау-кен қазбаларында қопару және контурлық зарядтарының орналасуының ұтымды параметрлері

Андатпа. Мақалада қатты ортада жүргізілген жарылыс жұмысының негізгі нәтижелері келтірілген. Олар: жан-жақты жарылғыш күштер әсерінде тау жыныстарының беріктік сипаттамасы, жарылған қуыстың салыстырмалы шекті радиусы, майда ұсақтау және радиалды жарықтар аймақтарының радиустары және қопарылатын блоктағы зарядтардың ұтымды орналасуы принципі. Осы нәтижелерді қолдана отырып цилиндрлік кесіндінің параметрлерін анықтаудың жаңа тәсілі негізделген. Көлдөнен тау-кен қазбасының кенжарында кесінді шпурлардың орналастыруының аналитикалық тәуелділіктері ұсынылған. Қопарылатын массивтегі зарядтардың ұтымды орналасуы принципі ескере отырып, қопару және контурлық шпур зарядтарының орналасуының жаңа ұтымды параметрлері табылған. Тау-кен көлдөнен қимасының мөлшеріне, тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттеріне, қолданылатын жарылғыш заттың физика-химиялық сипаттамаларына байланысты қопару және контурлайтын шпурлардың санын анықтаудың өзіндік алгоритмі ұсынылды.

Түйінді сөздер: жарылыстың негізгі нәтижелері, зарядтарды массивке ұтымды орналастыру принципі, бұрғылау-қопару жұмыстарының параметрлері, кесінді, қопару, контурлық шпурлар.

Rational parameters of the positioning of stoping and contouring charges in horizontal preparatory developments

Abstract. The article presents the key results of an explosion in a solid medium: the strength characteristics of rocks under conditions of all-round explosive loading, the relative ultimate radius of the explosive cavity, the radii of fine crushing zones and radial cracks, and the principle of rational arrangement of charges in an blasting block. With their use, a new approach to determining the parameters of a cylindrical cut is substantiated. Analytical dependencies are given for placement of cutting holes in the face of a horizontal mine working. Taking into account the principle of the rational arrangement of charges in the blasted array, new rational parameters for the location of the stoping and contouring blast-hole charges have been established. An original algorithm is proposed for determining the number of cutting, stoping and contouring boreholes depending on the dimensions of the working section, the physical and mechanical properties of rocks, and the physical and chemical characteristics of the used explosive.

Key words: key results of the explosion, principle of rational placement of charges in the array, parameters of drilling and blasting, cutting, stoping, contouring blastholes, ultimate radius of the cavity, compensation boreholes, radius of the zone of radial fractures, radius of fine crushing zone.

Введение

Большинство существующих методик расчета параметров буровзрывных работ (БВР) при проходке подземных горных выработок основано на сложных эмпирических формулах. Они предусматривают первоочередное определение удельного расхода взрывчатого вещества (ВВ), который устанавливают по данным практики или принимают по табличным данным, приведенным в справочниках. В некоторых из них учитываются размеры зон смятия, трещинообразования и упругих деформаций. Однако они не взаимосвязаны с основными характеристиками пород и применяемого ВВ. Наибольшее распространение

в проектах и на практике получила методика Н.М. Покровского¹. В работах [1, 2] в качестве ключевых факторов, определяющих расположение шпуров в забоях проходимых горных выработок, принимается удельный расход ВВ, крепость горных пород и площадь поперечного сечения выработки². В силу наличия множества эмпирических неопределенных коэффициентов рассмотренные методики не всегда дают удовлетворительные результаты, что отрицательно сказывается на эффективности ведения взрывных работ.

Из методик, основанных на расчете размеров зон разрушения породного массива [3-5], можно привести работу [3]: в ней, как и в работах [4, 5],

формулы являются эмпирическими. В них не находят отражение физико-механические свойства пород, характеристики применяемого ВВ. В целях устранения этих недостатков предложен новый метод, основанный на использовании ключевых результатов взрыва в отбиваемом слое пород.

Ключевые результаты взрыва зарядов ВВ в отбиваемом слое пород

Разрушение горных пород действием взрыва заряда ВВ зависит от конкретного сочетания многочисленных влияющих факторов. В общем случае оно протекает в соответствии с гипотезой Г.И. Покровского³, получившей дальнейшее развитие в работах Б.Р. Ракишева^{4, 5}.

¹Покровский Н.М. Технология строительства подземных сооружений и шахт. – 6-е изд. – М.: Недра, 1977. – Часть 1. Технология сооружения горизонтальных горных выработок и тоннелей. – 400 с.

²Битимбаев М.Ж., Крупник Л.А., Шапошник Ю.В. Взрывное дело: учебник для вузов. – Алматы: Ассоциация вузов Казахстана, 2012. – 740 с.

³Покровский Г.И., Федоров И.С. Действие удара и взрыва в деформируемых средах. – М., 1957. – 276 с.

⁴Ракишев Б.Р. Прогнозирование технологических параметров взорванных пород на карьерах. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 240 с.

⁵Ракишев Б.Р. Автоматизированное проектирование и производства массовых взрывов на карьерах. – Алматы: Фълым, 2016. – 340 с.

К ключевым результатам разрушения горных пород взрывом заряда ВВ относятся предельный радиус взрывной полости, прочность пород в условиях всестороннего взрывного нагружения, радиус зоны мелкодробления, радиус зоны радиальных трещин и принцип рационального размещения зарядов в отбиваемом слое пород (рис. 1).

С использованием общих теорем теоретической механики, закономерностей и положений теории упругости⁶ в работах^{4, 5} для относительного предельного радиуса взрывной полости – основного критерия эффекта взрыва в твердой среде выведено уравнение:

$$\bar{r} = (P_n - P_c)^{1/4}, \quad (1)$$

где P_n – начальное давление продуктов взрыва (ПВ) в зарядной камере, МПа;

P_c – прочностная характеристика пород в условиях всестороннего взрывного нагружения, МПа.

Начальное давление ПВ вычисляется по известной формуле⁶:

$$P_n = 1/8 \rho_{ВВ} D^2, \quad (2)$$

где $\rho_{ВВ}$ – плотность заряда ВВ в шпуре (скважине), кг/м³;

D – скорость детонации заряда ВВ в шпуре, м/с.

Для прочностной характеристики пород в условиях всестороннего взрывного нагружения получено выражение:

$$P_c = \sigma_{сжс} (\rho_0 c^2 / \sigma_{сжс})^{1/4}, \quad (3)$$

где $\sigma_{сжс}$ – предел прочности породы на сжатие, МПа;

ρ_0 – плотность породы, кг/м³;

c – скорость звука в породе, м/с.

Для вычисления радиуса зоны мелкодробления (рис. 1.) выведено уравнение:

$$r_2 = r_{np} (\rho_0 c^2 / 5 \sigma_{сжс})^{1/2}, \quad (4)$$

где r_{np} – предельный радиус взрывной полости, м; $r_{np} = \bar{r}_{np} \times r_0$;

r_0 – радиус шпура, м.

Для определения радиуса зоны радиальных трещин получена зависимость:

$$r_1 = r_2 [v / (1 + v) \times (\sigma_{сжс} / \sigma_p)], \quad (5)$$

где v – коэффициент Пуассона;

σ_p – предел прочности породы на растяжение, МПа.

Принцип рационального размещения зарядов ВВ во взрываемом массиве, предусматривающий наибольший охват отбиваемого слоя пород трещинами, образованными действием взрыва при уступной отбойке, выражен равенствами^{4, 5}:

$$\begin{aligned} (1 + k)^{1/2} (\pi r_1 / 2W) &\approx 1; \\ 2r_1 / a &\approx 1; \\ (1 + k)^{1/2} (h_3 + r_1) / h &\approx 1; \end{aligned} \quad (6)$$

где k – коэффициент, учитывающий доли разрушения массива пород как от действия отраженных волн, так и вспучивающего действия взрыва: $k = 1$;

W – линия сопротивления по подошве уступа (ЛСПП), м;

a – расстояние между скважинами в ряду, м;

h_3 – высота цилиндрического заряда в скважине без перебура, м;

h – высота взрывающегося блока, м.

Поскольку первые две стадии взрыва при уступной и безуступной отбойке протекают одинаково [6], выражения (6) справедливы и для цилиндрических зарядов, расположенных в подземных горизонтальных выработках различного назначения.

Аналитическое определение рациональных параметров расположения зарядов в горизонтальной подземной выработке

Основными параметрами размещения зарядов ВВ в горизонтальной подземной выработке (рис. 2) являются: толщина (длина) отбиваемого слоя h ; ширина A ; высота B ; диаметр шпура (скважины) d_u , d_c ; длина шпура l_u ; расстояния между врубовыми шпурами $a_{в1}$, $a_{в2}$, $a_{в3}$; расстояния между центральным врубовым шпуром и последующими шпурами во врубе $r_{в1}$, $r_{в2}$, $r_{в3}$; расстояние между отбойными шпурами $a_{от}$; расстояние между оконтуривающими шпурами и проектным контуром выработки b ; расстояние между оконтуривающими шпурами $a_{ок}$; длина заряда l_1 в шпуре; длина заряда без перебура h_3 ; длина незаряженной части шпура (недозаряда) l_2 ; длина перебура l_n ; вместимость 1 п. м шпура p_u ; масса заряда t в шпуре; схема, время замедления между одновременно взрывающимися группами зарядов ВВ τ . Конечный результат взрыва: удельный расход ВВ q_p ; выход горной массы с 1 п. м шпура g ; коэффициент использования шпура (КИШ); объем бурения V_b ; площадь забоя на один шпур S_3 ; гранулометрический состав взорванной горной массы $p'(x_1)$, $p'(x_2)$, ... $p'(x_n)$ и развал взорванной горной массы.

Линия наименьшего сопротивления (ЛНС) – кратчайшее расстояние от оси заряда, помещенного в шпуре, до ближайшей свободной W' – определяется из первого соотношения выражений (6) с учетом того, что $k = 1$, $W' = W \times \sin \alpha$. Поскольку угол откоса уступа в среднем $\alpha = 63^\circ$, то $W' = 0,9 \times W$.

Таким образом, ЛНС при шпуровой отбойке равняется:

$$W' \approx 2r_1. \quad (7)$$

В соответствии со вторым соотношением из (6) максимальное расстояние между отбойными и оконтуривающими шпурами в ряду и между рядами должно составлять:

$$a \approx 2r_1. \quad (8)$$

Согласно третьему соотношению из (6) длина заряда в шпуре без перебура составляет:

$$h_3 \approx 0,7h - r_2. \quad (9)$$

Перебур шпура l_n предназначен для учета краевого эффекта взрыва в донной части взрывающегося слоя. Он – необходимый элемент технологии взрывных работ, способствующий полному отрыву отбиваемого слоя пород от массива. Коэффициент использования шпура (КИШ), равный $h/l_u [h/(h + l_n)]$, является основным критерием оценки результата взрыва, он всегда меньше единицы.

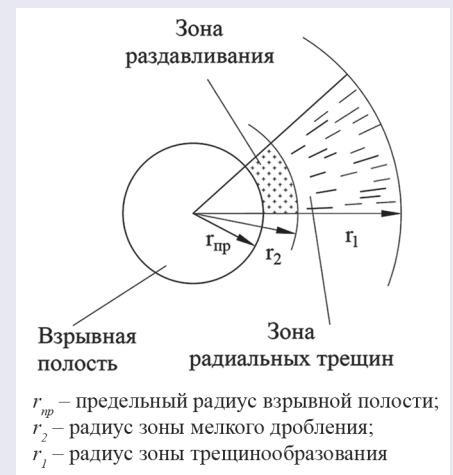


Рис. 1. Структура зон разрушения вокруг взрывной полости.

Сурет 1. Жарылыс қуыс айналасындағы қирау аймақтарының құрылымы. Figure 1. The structure of the destruction zones around the explosive cavity.

⁶Баум Ф.А. и др. Физика взрыва. / Под ред. К.П. Станюковича. – 2-е изд. перераб. – М.: Наука, 1975. – 704 с.

Для обеспечения постоянного размера r_1 по всей длине отбойных и оконтуривающих шпуровых зарядов (рис. 2а), т. е. требуемого качества взрыва в горной выработке, возникает необходимость создания некоторой искусственной свободной поверхности внутри взрываемого слоя пород. Это требование реализуется путем проведения пинонерного взрыва врубовых зарядов (рис. 2б). Шпуры, расположенные на окружности, радиусами r_3 , r_4 , r_5 (рис. 3) называются врубовыми. Количество шпуров на каждой окружности – 3. Образованный взрывом этих зарядов цилиндрический объем пород мелкого дробления в горизонтальной выработке представляет собой цилиндрический вруб. Поверхность последнего и есть виртуальная свободная поверхность для обеспечения эффективного разрушения пород отбойными шпуровыми зарядами. След этой поверхности на забое обозначен буквой L .

Для надежного образования свободной поверхности во врубе дополнительно размещают несколько (обычно 2-3) компенсационные скважины (без зарядов) диаметром d_c на некотором расстоянии $a_{св}$ от центрального шпура (рис. 3а), обычно $d_c = 2d_{ш}$. Они создаются путем расширения пробуренных шпуров специальным расширителем; их количество варьирует от двух и более в зависимости от крепости породы.

В случае распространенных трех компенсационных скважин расстояние до центрального шпура (рис. 3а) определяется по формуле:

$$a_{св} = \sqrt{3}/3 \times r_2. \quad (10)$$

Здесь принято во внимание, что сторона равностороннего треугольника, в вершинах которого располагаются шпуры первой группы вруба, $a_{e1} = 2r_2$ (рис. 3а). Высота треугольника $h = \sqrt{3}r_2$; ее третья часть представляет искомую величину $a_{св}$.

Радиус зоны мелкого дробления первой группы врубовых зарядов (рис. 3а) вычисляется:

$$r_3 = 2/\sqrt{3} \times r_2 + r_2 \approx 2,2r_2. \quad (11)$$

Здесь первое слагаемое – есть две третьих высоты равностороннего треугольника со стороной $2r_2$.

Вторая группа врубовых шпуров размещается вокруг вруба первой

группы с радиусом r_3 (рис. 3б); они располагаются в вершинах равностороннего треугольника со стороной $a_{e2} = 4r_2$ (рис. 3б). Радиус этой зоны:

$$r_4 = r_3 + r_2 \approx 3,2r_2. \quad (12)$$

Третья группа врубовых шпуров располагается вокруг вруба второй группы с радиусом r_3 (рис. 3в). Радиус этой зоны:

$$r_5 = r_4 + r_2 \approx 4,2r_2. \quad (13)$$

Сторона равностороннего треугольника, в вершинах которого находятся шпуры данной группы, рассчитывается:

$$a_{e3} = \sqrt{3}r_4 \approx 7,3r_2. \quad (14)$$

Расстояния от центрального шпура до каждого шпура трех групп врубовых шпуров определяются радиусами окружностей, описанных вокруг соответствующих равносторонних треугольников (рис. 3) по зависимости:

$$r_{e1} = 2r_2/\sqrt{3}; \quad r_{e2} = 4r_2/\sqrt{3}; \quad (15)$$

$$r_{e3} = r_{e2} + r_2 = 4/\sqrt{3}r_2 + r_2.$$

Расстояние между шпурами в первой и второй группах врубовых шпуров может быть принято равным $a_{e1} = 2r_2$ (рис. 3а, 3б). Шпуры третьей группы зарядов размещают на контуре зоны мелкого дробления второй группы вруба между зонами трещинообразования смежных шпуровых зарядов предыдущей группы (рис. 3в). Они находятся на расстоянии $r_3 + r_2$ от смежных шпуров предыдущего ряда. При таком расположении шпуров

обеспечивается практически полное мелкое дробление пород вокруг врубовых зарядов и образование единой виртуальной свободной поверхности L_3 цилиндрического вруба радиусом r_3 (рис. 3в).

Отбойные шпуры размещают на расстоянии в пределах от r_2 до r_1 от следа виртуальной свободной поверхности L_3 в зависимости от положения оконтуривающих шпуров. Последние размещают по контуру выработки так, чтобы их устья находились на расстоянии $b = r_2$ от проектного контура горизонтальной выработки (рис. 2б). Угол наклона шпуров принимается равным 5° . Расстояние между отбойными и оконтуривающими шпурами лежит в пределах $a_p \approx 2r_1$. Глубина отбойных и оконтуривающих шпуров такая же, как и врубовых.

Количество врубовых, отбойных и оконтуривающих шпуров определяется по их найденному размещению в горизонтальной выработке заданного сечения: чем больше сечение выработки, тем больше отбойных и оконтуривающих шпуров.

При установленном значении врубовых шпуров оконтуривающие шпуры располагаются только в одном ряду вдоль контура выработки, а отбойные шпуры – в несколько рядов внутри выработки так, чтобы отбиваемый слой был полностью охвачен трещинами, развиваемыми от шпуровых зарядов.

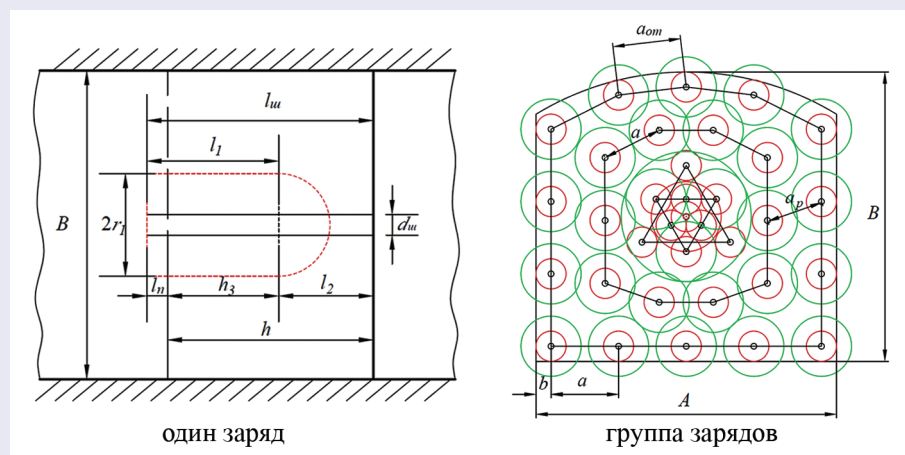


Рис. 2. Параметры расположения зарядов ВВ в горизонтальной подземной выработке.

Сурет 2. Көлденең жерасты жұмысындағы жарылғыш зарядтардың орналасу параметрлері.

Figure 2. Parameters of the location of explosive charges in a horizontal underground working.

Таблица 1

Результаты автоматизированного расчета параметров БВР для экспериментальных взрывов
в выработках сечением 18,14 м² и 22,85 м²

Кесте 1

Қолденең қимасы 18,14 м² және 22,85 м² жұмыс орындарындағы тәжірибелік жарылыстардың жарылыс
параметрлерін автоматтандырылған есептеу нәтижелері

Table 1

Results of automated calculation of blasting parameters for experimental explosions in workings with a cross section
of 18,14 m² and 22,85 m²

Параметры БВР	1	2	3	4
Прочностная характеристика породы, МПа	689,36		689,36	
Начальное давление ПВ, МПа	1531		1531	
Относительный предельный радиус полости	1,22		1,22	
Радиус шпура, м	0,027		0,027	
Предельный радиус полости, м	0,03		0,03	
Радиус зоны мелкого дробления, м	0,25		0,25	
Радиус зоны радиальных трещин, м	0,53		0,53	
Количество шпуров, шт	34	34	29	29
Количество скважин (89 мм), шт	3	3	3	3
Количество врубовых шпуров, шт	10	10	7	7
Расстояние между центральным врубовым шпуром и компенсационными скважинами, м	0,15	0,15	0,15	0,15
Расстояние от центрального врубового шпура до первой группы врубовых шпуров, м	0,3	0,3	0,3	0,3
Расстояние от центрального врубового шпура до второй группы врубовых шпуров, м	0,6	0,6	0,6	0,6
Расстояние от центрального врубового шпура до третьей группы врубовых шпуров, м	0,85	0,85	0,85	0,85
Длина перебура врубовых шпуров, м	0,25	0,3	0,25	0,3
Глубина врубовых шпуров и к.с., м	3,12	3,2	3,12	3,2
Длина заряда во врубовых шпурах, м	2,22	2,22	2,22	2,22
Количество отбойных шпуров, м	10	10	8	8
Расстояние между отбойными шпурами, м	1,0	0,9-1,1	1,0	0,9-1,1
Длина перебура отбойных шпуров, м	0,25	0,3	0,25	0,3
Глубина отбойных шпуров, м	3,12	3,2	3,12	3,2
Длина заряда в отбойных шпурах, м	2,22	2,22	2,22	2,22
Количество оконтуривающих шпуров, м	14	14	14	14
Расстояние между оконтуривающими шпурами, м	1,0	0,8-0,9	1,0	0,8-0,9
Длина перебура оконтуривающих шпуров, м	0,25	0,3	0,25	0,3
Длина заряда в оконтуривающих шпурах, м	2,22	2,22	2,22	2,22
Угол наклона оконтуривающих шпуров, град	4,29	5	4,29	5
Объем бурения, м	118,4	118,4	102,4	102,4
Длина недозаряда шпуров, м	0,98	1,0	0,98	1,0
Вместимость 1-го погонного метра шпура, кг	2,29		2,29	
Всего ВВ на цикл, кг	179,65	180,0	153,12	153,0
Гранулированное ВВ (Rioxam ST), кг	172,85	172,85	147,32	147,32
врубовые, отбойные и оконтуривающие – 5,08 кг на один шпур	172,85	172,85	147,32	147,32
патронированное ВВ, кг	6,8	6,8	5,8	5,8
Количество НЭСИ на забой, шт	34	34	29	29
Время замедления, мс		100		100
Объем отбойки, м ³	66,3		52,6	
Выход горной массы с одного шпура м ³ /м	0,6	0,6	0,57	0,57
Удельный расход ВВ, кг/м ³	2,7	2,7	2,9	2,9
Площадь забоя на один шпур, м ²	0,67	0,67	0,63	0,63
<i>Примечание:</i> расчетные (1) и принятые (2) параметры БВР для выработок с S = 22,85 м ² ; расчетные (3) и принятые (4) параметры БВР для выработок с S = 18,14 м ² .				

На основе разработанного аналитического метода определения параметров расположения зарядов в горизонтальной подземной выработке была создана компьютерная программа для автоматизированного проектирования параметров БВР в среде Microsoft Visual Studio 2019 [6], по ней были составлены паспорта БВР для Жезказганских рудников Восточный, Южный и Западный. Физико-механические свойства пород и характеристики ВВ: порода «серый песчаник», плотность породы $\rho = 2670 \text{ кг/м}^3$, скорость звука в породе $c = 4300 \text{ м/с}$, $\sigma_{сж} = 166 \text{ МПа}$, $\sigma_p = 15 \text{ МПа}$, $\nu = 0,23$, $\rho_{ВВ} = 1000 \text{ кг/м}^3$,

$D = 3500 \text{ м/с}$. Сечение выработки $18,14 \text{ м}^2$ (с шириной $4,3 \text{ м}$ и высотой $4,4 \text{ м}$) и $22,85 \text{ м}^2$ (с шириной $5,2 \text{ м}$ и высотой $4,65 \text{ м}$). Схемы размещения шпуров подобны показанным на рис. 26. Расчетные параметры БВР приведены в табл. 1.

Заключение

На основе принятой модели разрушения реального массива горных пород приведены ключевые результаты взрыва в твердой среде: прочностная характеристика пород в условиях всестороннего взрывного нагружения, относительный предельный радиус взрывной полости, радиусы зон

мелкого дробления и радиальных трещин; сформулирован принцип рационального расположения зарядов во взрываемом блоке.

Разработан аналитический метод определения рационального расположения зарядов ВВ в горизонтальной подземной выработке.

Обоснован новый подход к определению параметров цилиндрического вруба – основного элемента отбиваемого слоя пород в горизонтальной выработке. Получены аналитические зависимости для размещения врубовых шпуров в забое выработки. На их основе с учетом принципа рационального расположения зарядов во взрываемом массиве установлены параметры отбойных и оконтуривающих шпуровых зарядов.

Принципиальное отличие новой методики от известных заключается в том, что впервые в горной науке в качестве определяющего показателя результатов взрыва ВВ в горном массиве принят предельный радиус взрывной полости, образованной взрывом ВВ в породе, который удачно связывает интегральный результат взрыва с физико-механическими свойствами пород, физико-химическими характеристиками применяемого ВВ, условиями взрывания.

Результаты расчетов параметров БВР в горизонтальной горной выработке по новой методике хорошо согласуются с данными других авторов и практики.

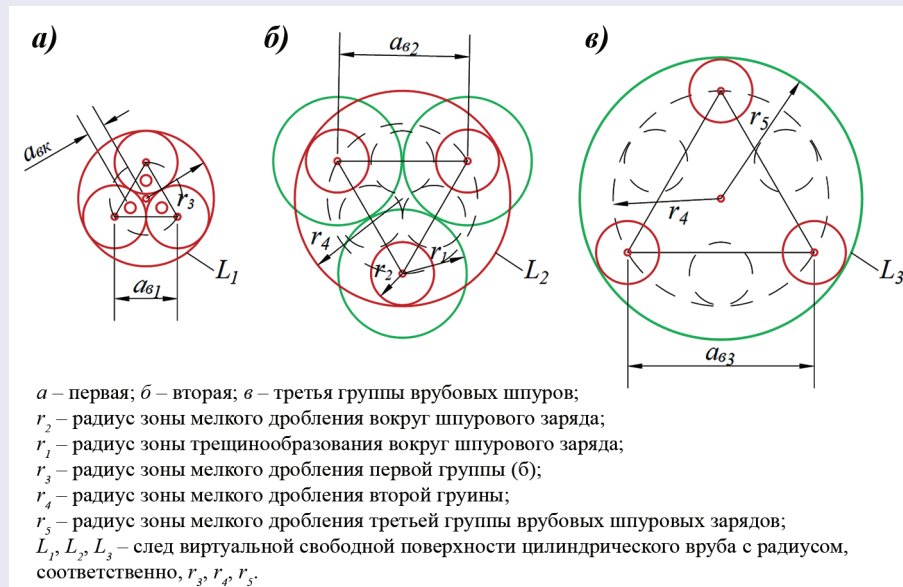


Рис. 3. Основные размеры элементов цилиндрического вруба.

Сурет 3. Цилиндрлік кесу элементтерінің негізгі өлшемдері.

Figure 3. The main dimensions of the elements of a cylindrical cut.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Chandrakar Sh., Paul P.S., Sawmliana C. Влияние коэффициента пустотности на «взрывную тягу» для различных факторов локализации выработок в подземных металлургических рудниках. // Туннельные и подземные космические технологии. – 2021. – Вып 108. – С. 103716 (на английском языке)
2. Salum A.H., Murthy V.M.S.R. Оптимизация взрывной тяги и контроль зоны повреждения, вызванного взрывом, при проходке туннелей через различные классы горных пород. // Туннельные и подземные космические технологии. – 2019. – №85(3). – С. 307-318 (на английском языке)
3. Mosinets V.N., Gorbacheva N.P. Сейсмологический метод определения параметров зон деформации горных пород взрывными работами. // Советская горная наука. – 1972. – Вып. 8(6). – С. 640-647 (на английском языке)
4. Catalan A., Onederra I. Моделирование предварительной подготовки взрывными работами при блочном и панельном обрушении. // Труды Института горного дела и металлургии. Раздел А: Горная техника. – 2016. – №126(2). – С. 1-18 (на английском языке)
5. Xiu-wei Chai, Sha-sha Shi, Yao-feng Yan, Jian-guo Li, Long Zhang. Основные параметры взрывных работ при проходке глубоких скважин в подземном тоннеле

фосфоритового рудника. // *Достижения в области гражданского строительства*. – 2019. – №2. – С. 1-9 (на английском языке)

6. *Rakishev B.R., Orynbay A.A., Musakhan A.B., Toleuov K.A. Обоснование параметров цилиндрического вруба в горизонтальной подземной выработке. // ГИАБ. – 2021, – №12. – С. 31-46 (на английском языке)*

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. *Chandrakar Sh., Paul P.S., Sawmliana C. Металл кеніштерінің жерасты кеніштеріндегі игеру позицияларының әртүрлі шектеу факторлары үшін «жарылыс тартуға» бос коэффициентінің әсері. // Туннельдеу және жерасты жарыштық технологиясы. – 2021. – Шығ. 108. – Б. 103716 (ағылшын тілінде)*
2. *Salum A.H., Murthy V.M.S.R. Әртүрлі тау жыныстары кластары арқылы туннельдеу кезінде жарылыстың тартылуын оңтайландыру және жарылыстың әсерінен қазбаның зақымдану аймағын бақылау. // Туннельдеу және жерасты жарыштық технологиясы. – 2019. – №85(3). – Б. 307-318 (ағылшын тілінде)*
3. *Mosinets V.N., Gorbacheva N.P. Жару арқылы тау жыныстарының деформациялану аймақтарының параметрлерін анықтаудың сейсмологиялық әдісі. // Кеңестік тау-кен ғылымы. – 1972. – Шығ. 8(6). – Б. 640-647 (ағылшын тілінде)*
4. *Catalan A., Onederra I. Блоктық және панельді үңгірлердегі жару арқылы алдын ала кондициялауды модельдеу. // Тау-кен металлургия институтының операциялары. А секциясы: Тау-кен өндіру технологиясы. – 2016. – №126(2). – Б. 1-18 (ағылшын тілінде)*
5. *Xiu-wei Chai, Sha-sha Shi, Yao-feng Yan, Jian-guo Li, Long Zhang. Основные параметры взрывных работ при проходке глубоких скважин в подземном тоннеле фосфоритового рудника. // Достижения в области гражданского строительства. – 2019. – №2. – Б. 1-9 (ағылшын тілінде)*
6. *Rakishev B.R., Orynbay A.A., Musakhan A.B., Toleuov K.A. Көлденең жер асты жұмысындағы цилиндрлік кесіктің параметрлерін негіздеу. // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық бюллетень. – 2021. – №12. – Б. 31-46 (ағылшын тілінде)*

REFERENCES

1. *Chandrakar Sh., Paul P.S., Sawmliana C. Influence of void ratio on «Blast Pull» for different confinement factors of development headings in underground metalliferous mines. // Tunnelling and Underground Space Technology. – 2021. – Vol. 108. – P. 103716 (in English)*
2. *Salum A.H., Murthy V.M.S.R. Optimising blast pulls and controlling blast-induced excavation damage zone in tunnelling through varied rock classes. // Tunnelling and Underground Space Technology. – 2019. – №85(3). – P. 307-318 (in English)*
3. *Mosinets V.N., Gorbacheva N.P. Gorbacheva N.P. A seismological method of determining the parameters of the zones of deformation of rock by blasting. // Soviet Mining Science. – 1972. – Vol. 8(6). – P. 640-647 (in English)*
4. *Catalan A., Onederra I. Modelling of preconditioning by blasting in block and panel caving, Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy. Section A: Mining Technology. – 2016. – №126(2). – P. 1-18 (in English)*
5. *Xiu-wei Chai, Sha-sha Shi, Yao-feng Yan, Jian-guo Li, Long Zhang. Key Blasting Parameters for Deep-Hole Excavation in an Underground Tunnel of Phosphorite Mine. // Advances in Civil Engineering. – 2019. – №2. – P. 1-9 (in English)*
6. *Rakishev B.R., Orynbay A.A., Musakhan A.B., Toleuov K.A. Justification of cylindrical entry cut geometry in underground mine gallery. // Mining Informational and Analytical Bulletin. – 2021. – Vol. 12. – P. 31-46 (in English)*

Сведения об авторах:

Ракишев Б.Р., д-р техн. наук, академик Национальной академии наук Республики Казахстан, профессор кафедры «Горное дело» Satpaev University (г. Алматы, Казахстан), b.rakishev@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0001-5445-070X>

Мусахан А.Б., докторант кафедры «Горное дело» Satpaev University (г. Алматы, Казахстан), a_musakhan@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0002-5114-6574>

Авторлар туралы мәлімет:

Б.Р. Ракишев, техника ғылымдарының докторы, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі, Satpaev University, «Тау-кен ісі» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

А.Б. Мусахан, Satpaev University, «Тау-кен ісі» кафедрасының докторанты (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

B.R. Rakishev, Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor at the Mining Department of the Satpaev University (Almaty, Kazakhstan)

A.B. Musakhan, Doctoral Student at the Mining Department of the Satpaev University (Almaty, Kazakhstan)

Код МРНТИ 52.45.19

*К.С. Туребекова¹, Г.Л. Каткеева², И.М. Оскембеков², Р.Б. Султангазиев¹¹Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова»
(г. Караганда, Казахстан),²Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева (г. Караганда, Казахстан)

КОЛЛЕКТИВНАЯ ФЛОТАЦИЯ ОБЕСКРЕМНЕННОГО ТЕХНОГЕННОГО БАРИТОВОГО СЫРЬЯ

Аннотация. В работе представлены результаты коллективной флотации обескремненного техногенного баритового сырья. Для определения эффективности применения флотационного метода обогащения без предварительного обескремнивания были проведены исследования по влиянию на извлечение цветных металлов из обескремненного баритового продукта во флотационный концентрат трех факторов – расходов активатора и собирателя, времени агитации пульпы с медным купоросом. В результате были определены оптимальные расходы реагентов и математическая модель процесса коллективной флотации обескремненного баритового продукта. Получены удовлетворительные результаты по извлечению в коллективный концентрат меди, цинка и свинца. Коллективная флотация обескремненного баритового продукта при оптимальных условиях показала, что цветные металлы извлекаются при оптимальных условиях на уровне 98%.

Ключевые слова: флотация, обескремнивание, техногенное сырье, барит, концентрат, цветные металлы, активатор, собиратель, медный купорос, математическая модель.

Техногенді барит шикізатын ұжымдық флотациялау

Андатпа. Жұмыста кремнийсіздендірілген техногендік барит шикізатын ұжымдық флотациялау нәтижелері көрсетілген. Алдын ала кремнийсіздендірілген флотациялық байыту әдісін қолданудың тиімділігін анықтау үшін кремнийден тазартылған барит өнімінен флотациялық концентратқа түсті металдарды алуға үш фактордың әсері зерттелді: активатордың және жинағыштың шығыны, мыс сульфатымен пульпаның араластыру уақыты. Нәтижесінде реагенттердің оңтайлы шығыны және барит өнімін ұжымдық флотациялау процесінің математикалық моделі анықталды. Ұжымдық концентратқа мыс, мырыш және қорғасын алу бойынша қанағаттанарлық нәтижелер алынды. Оңтайлы жағдайларда кептірілген барит өнімін ұжымдық флотациялау түсті металдардың оңтайлы жағдайда 98% деңгейінде алынатынын көрсетті.

Түйінді сөздер: флотация, кремнийсіздендіру, техногендік шикізат, барит, концентрат, түсті металдар, активатор, жинағыш, мыс сульфаты, математикалық модель.

Collective flotation of desilicified technogenic barite raw material

Abstract. The paper presents the results of collective flotation of desilicified technogenic barite raw materials. To determine the effectiveness of the use of the flotation method of enrichment without prior desilicification, studies were carried out on the effect on the extraction of non-ferrous metals from the desilicified barite product into the flotation concentrate of three factors – the costs of the activator and collector, the time of pulp agitation with copper sulphate. As a result, the optimal consumption of reagents and a mathematical model of the process of collective flotation of the desilicified barite product were determined. Satisfactory results have been obtained for the extraction of copper, zinc and lead into the collective concentrate. Collective flotation of the desiccated barite product under optimal conditions showed that non-ferrous metals are recovered under optimal conditions at a level of 98%.

Key words: flotation, desilicification, technogenic raw materials, barite, concentrate, non-ferrous metals, activator, collector, blue vitriol, mathematical model.

Введение

С целью определения эффективности применения флотационного метода обогащения без предварительного обескремнивания были проведены исследования на исходном баритовом сырье состава (масс. %): SiO_2 – 40,0; $BaSO_4$ – 37,0; Al_2O_3 – 5,3; Fe – 4,6; S – 6,8; Zn – 0,6; Pb – 0,5; Cu – 0,2. Так как без предварительного обескремнивания не были достигнуты нужные результаты, провели опыты с предварительным обескремниванием исходного сырья состава (масс. %): SiO_2 – 1,9; $BaSO_4$ – 67,3; Fe – 8,4; Zn – 1,09; Pb – 0,91; Cu – 0,36. Баритовое сырье было обескремнено термохимическим способом [1].

Техногенное сырье – минеральное образование (месторождение), накопление которого произошло в результате производственной деятельности промышленных предприятий в последнее столетие. Современные

Таблица 1

Показатели флотации баритового сырья

Кесте 1

Барит шикізаты флотациясының бойынша көрсеткіштері

Table 1

Indicators of flotation of barite raw materials

	Концентрат	Промпродукт	Хвосты
Выход продукта, %	11,41	5,96	82,63
Содержание Cu в продукте, %	2,73	0,76	0,09
Извлечение Cu в продукт, %	85,50	12,43	2,07
Содержание Zn в продукте, %	7,70	3,05	0,04
Извлечение Zn в продукт, %	80,50	16,67	2,83
Содержание Pb в продукте, %	6,45	2,41	0,03
Извлечение Pb в продукт, %	81,0	15,8	3,2
Содержание Fe в продукте, %	34,66	11,75	4,49
Извлечение Fe в продукт, %	47,28	8,37	44,35
Содержание $BaSO_4$ в продукте, %	2,50	62,28	76,58
Извлечение $BaSO_4$ в продукт, %	0,42	5,52	94,06

технологии и оборудование дают возможность частично или полностью извлекать полезные металлы и минералы из техногенного сырья [2].

Ценные элементы теряются в хвостах обогатительных фабрик, в шлаках, пылях металлургических заводов, улетучиваются с отходящими газами или сбрасываются вместе со сточными водами. Эти потери происходят по основным, но еще в большей степени попутным полезным компонентам и обуславливаются в основном несовершенством существующих методов и технологических схем переработки минерального сырья [3].

Потребности в рудном сырье непрерывно возрастают, что ведет к ускоренной отработке разведанных месторождений, особенно богатых, и к вводу в эксплуатацию месторождений с пониженным содержанием полезных компонентов. Вследствие этого увеличивается количество добываемой горной массы и в перспективе объемы ее будут возрастать.

В стране накоплено порядка 31,6 млрд т промышленных отходов, ежегодно образуется около 1 млрд т. Это, в основном, техногенно-минеральные образования,

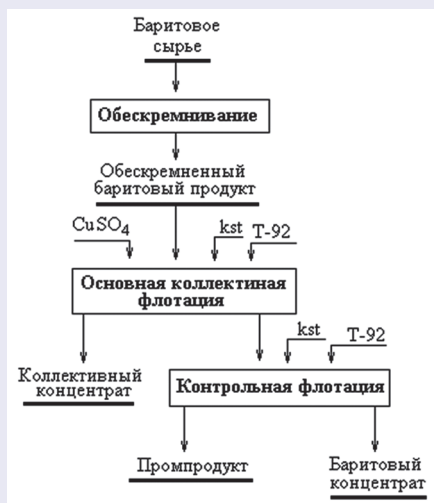


Рис. 1. Схема коллективной флотации обескремненного баритового сырья.

Сурет 1. Кремнийсіздендірілген барит шикізатының ұжымдық флотациялау сызбасы.

Figure 1. Scheme of collective flotation of desilicized barite raw materials.

Таблица 2

Факторы и уровни их варьирования для исследования процесса флотации руды

Кесте 2

Кенді флотациялау процесін зерттеу үшін олардың өзгеру факторлары мен деңгейлері

Table 2

Factors and levels of their variation for the study of the ore flotation process

Фактор	Уровень				
	1	2	3	4	5
Расход медного купороса A , г/т	50	100	150	200	300
Время агитации с медным купоросом τ , мин	1	2	3	4	5
Расход собирателя k , г/т	50	100	200	300	400

Таблица 3

Влияние факторов на извлечение меди в коллективный концентрат при флотации обескремненного баритового продукта

Кесте 3

Кремнийсіздендірілген барит өнімін флотациялау кезінде ұжымдық концентратқа мысты алу факторларының әсері

Table 3

Influence of factors on the extraction of copper into the bulk concentrate during the flotation of the desilicized barite product

№ опыта	Исследуемые факторы			Извлечение меди в концентрат, α , %	
	A , г/т	τ , мин	k , г/т	экспериментальное	расчетное
1	2	3	4	5	6
1	50	1	50	80,03	80,69
2	50	3	200	90,26	90,12
3	50	2	100	85,92	86,05
4	50	5	400	94,03	94,82
5	50	4	300	92,96	92,80
6	150	1	200	89,57	87,72
7	150	3	100	92,23	91,35
8	150	2	400	94,32	93,44
9	150	5	300	98,71	97,45
10	150	4	50	92,22	90,65
11	100	1	100	85,40	84,96
12	100	3	400	94,49	94,79
13	100	2	300	91,86	91,77
14	100	5	50	90,83	90,97
15	100	4	200	94,62	94,18
16	300	1	400	82,00	82,02
17	300	3	300	87,37	86,60
18	300	2	50	79,32	79,70
19	300	5	200	88,57	87,92
20	300	4	100	85,79	84,85
21	200	1	300	87,29	88,00
22	200	3	50	87,24	88,32
23	200	2	200	89,47	90,45
24	200	5	100	92,15	93,03
25	200	4	400	94,80	96,20
Среднее				89,66	89,55

включая вскрышную породу и золошлаки (70%), отходы обрабатывающей промышленности (10%) и прочей деятельности (20%). Оставшийся объем образуемых (около 680 млн т) отходов ежегодно размещается на хвостохранилищах и полигонах¹.

В данной работе исследуемым сырьем является обескремненный баритовый продукт состава (масс. %): $SiO_2 - 1,9$; $BaSO_4 - 67,3$; $Fe - 8,4$; $Zn - 1,09$; $Pb - 0,91$; $Cu - 0,36$, полученный при выщелачивании баритового сырья раствором фторида аммония; исходным сырьем для обескремнивания являлись отходы флотационного обогащения баритополиметаллической руды Карагайлинского месторождения² [4-6] в виде отвальных хвостов баритовой флотации состава (масс. %): $SiO_2 - 40,9$; $BaSO_4 - 32,6$; $Al_2O_3 - 5,3$; $Fe - 4,6$; $S - 6,8$; $Zn - 0,6$; $Pb - 0,5$; $Cu - 0,2$.

Методы исследования

Схема коллективной флотации обескремненного баритового сырья представлена на рис. 1.

По данной схеме проведен один эксперимент. Расход собирателя – 200 г/т, вспенивателя – 100 г/т, сульфата меди – 100 г/т. Результаты эксперимента представлены в табл. 1. Получены удовлетворительные результаты по извлечению в коллективный концентрат меди, цинка и свинца. Железо только на 55,65% перешло в концентрат, что обусловлено присутствием окисленной формы железа, которая при данных условиях не флотируется. Качество баритового концентрата значительно повысилось, достигнув уровня 76,58%.

Следует рассмотреть возможность достижения максимальных показателей по извлечению цветных металлов в коллективный концентрат за счет оптимизации условий флотации обескремненного баритового сырья.

Таблица 4
Экспериментальные и расчетные значения частных функций по флотации баритового продукта

Кесте 4

Барит өнімдерін флотациялау үшін ішінара функциялардың тәжірибелік және есептік мәндері

Table 4

Experimental and calculated values of partial functions for barite product flotation

Функция	Уровни					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
Экспериментальные значения						
α_1	88,64	91,44	93,41	90,19	84,61	89,66
α_2	84,86	88,18	90,32	92,08	92,86	89,66
α_3	85,93	88,30	90,50	91,64	91,93	89,66
Расчетные значения						
α_1	88,84	91,36	92,16	91,24	84,25	89,57
α_2	84,79	88,31	90,37	91,83	92,96	89,65
α_3	86,11	88,17	90,24	91,44	92,30	89,65

Таблица 5

Коэффициент корреляции и его значимость для частных функций по флотации баритового продукта

Кесте 5

Корреляция коэффициенті және оның барит өнімдерін флотациялау үшін ішінара функциялар үшін маңызы

Table 5

Correlation coefficient and its significance for partial functions for barite product flotation

Функция	R	t_r	Значимость функции
α_1	0,956	19,2	значима
α_2	0,998	557,6	значима
α_3	0,992	112,3	значима

С целью определения оптимальных условий коллективной флотации были проведены исследования на обескремненном баритовом продукте по схеме, представленной на рис. 1.

Исследования проведены с привлечением вероятностно-детерминированного метода планирования эксперимента³⁻⁴. Исследовали влияние на извлечение цветных

металлов из обескремненного баритового продукта во флотационный концентрат трех факторов: расхода активатора (медного купороса) и собирателя (бутилового ксантогената калия), времени агитации пульпы с медным купоросом. Пределы изменения факторов представлены в табл. 2.

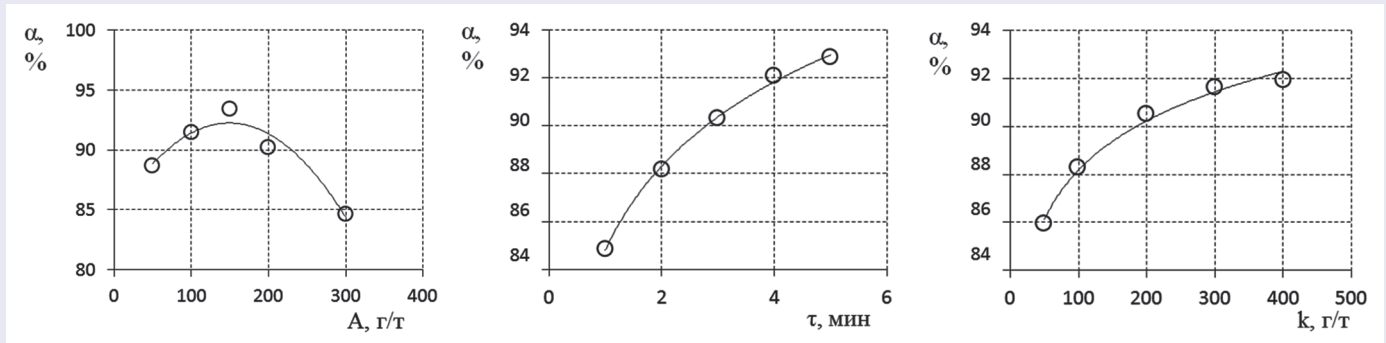
Для каждого опыта готовили навеску баритового продукта,

¹Информация о сокращении, переработке и вторичном использовании отходов/ [Электронный ресурс]. https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse

²Янулова М.К. Минералогия скарново-барито-полиметаллического месторождения Карагайлы. – Алма-Ата: АН КазССР, 1962. – Т. 1. – 243 с.

³Мальшев В.П. Вероятностно-детерминированное планирование эксперимента. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 116 с.

⁴Мальшев В.П. Математическое планирование металлургического и химического эксперимента. – Алма-Ата: Наука, 1977. – 37 с.



**Рис. 2. Зависимости извлечения меди во флотационный концентрат.
Сурет 2. Флотациялық концентратқа мысты алудың тәуелділіктері.
Figure 2. Dependences of copper extraction into flotation concentrate.**

которую смешивали во флотационной камере с водой до отношения Т:Ж = 1:4. В камеру помещали заданное количество медного купороса и агитировали в течение заданного времени, затем подавали собиратель с агитацией в 1 мин и вспениватель Т-92 также с агитацией в 1 мин.

Флотацию проводили во флотационной машине ФМЛ с объемом камеры 0,5 л. Время основной флотации – 10 мин, контрольной – 5 мин. Продукты флотации анализировали химическим методом. На основе данных химического анализа определяли извлечение α компонента в продукты флотации. В качестве исследуемого компонента была выбрана медь. Результаты приведены в табл. 3.

Считая за функцию исследования извлечение меди во флотационный концентрат, провели выборку экспериментальных данных по уровням факторов. Выбранные экспериментальные значения частных функций приведены в табл. 4.

По экспериментальным данным построили точечные графики частных зависимостей флотации

баритового продукта от исследуемых факторов (рис. 2).

По точечным данным подобрали аппроксимирующие функции для описания зависимости извлечения меди в концентрат от исследуемых факторов:

$$\alpha_1 = -34,39 \times 10^{-5} A^2 + 0,102A + 84,60. \quad (1)$$

$$\alpha_2 = 5,078 \ln(\tau) + 84,79. \quad (2)$$

$$\alpha_3 = 2,974 \ln(k) + 74,48. \quad (3)$$

По данным уравнениям рассчитали значения частных функций. Результаты расчета приведены в табл. 4. Затем определили коэффициент нелинейной множественной корреляции и через него значимость полученных частных зависимостей. Результаты приведены в табл. 5. Обобщенное многофакторное уравнение для флотации баритового продукта, составленное на основе значимых частных зависимостей, имеет вид:

$$\alpha = (-34,39 \times 10^{-5} A^2 + 0,102A + 84,60) \times [5,078 \ln(\tau) + 84,79] \times [2,974 \ln(k) + 74,48] / 89,66^2. \quad (4)$$

Данное уравнение представляет собой математическую модель процесса коллективной флотации обескремненного баритового продукта. На адекватность этой модели указывают результаты, полученные без предварительного обескремнивания коллективно-селективной флотации баритового сырья, которые значимо коррелируют с экспериментальными данными ($R = 0,98$; $t_R = 105,7$).

Результаты и их обсуждение

Согласно частным зависимостям оптимальными условиями коллективной флотации обескремненного баритового продукта являются расход медного купороса 150 г/т, время агитации пульпы с медным купоросом 5 мин, расход собирателя 400 г/т. Расчет по уравнению (4) при данных оптимальных условиях показал, что извлечение меди в коллективный концентрат составит 98,4% [7].

Коллективная флотация обескремненного баритового продукта при оптимальных условиях показал, что цветные металлы извлекаются при оптимальных условиях на уровне 98%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Каткеева Г.Л., Туребекова К.С., Оскембеков И.М., Гизатуллина Д.Р. Разработка схемы получения оксида кремния из баритового сырья. // *Материалы XXV Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья»*. – 2020. – С. 344-348 (на русском языке)
2. Булатов К.В., Газалеева Г.И. Технологические схемы подготовки и глубокого обогащения техногенных отходов, содержащих тонкие шламы. Экологическая составляющая. // *Труды конгресса с международным участием и конференции молодых ученых «Фундаментальные исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований «Техноген-2019»*. – Екатеринбург, 2019. – С. 45-50 (на русском языке)

3. Бектурганов Н.С. Технологические и экологические аспекты комплексной переработки труднообогатимого минерального и техногенного сырья Казахстана. // *Материалы международного совещания «Прогрессивные методы обогащения и комплексной переработки природного и минерального сырья»: Плаксинские чтения.* – Алматы, 2014. – С. 9-12 (на русском языке)
4. Янулова М.К. О лемонтите Карагайлинского месторождения в Казахстане. // *Записки Всесоюзного минералогического общества. Вторая серия.* – 1956. – Ч. 85. – С. 424-428 (на русском языке)
5. Mustafin E.S. и др. Возможность обогащения отходов рудопереработки Карагайлинского и Жезказганского ГОКа методом сухой сепарации. // *КарГУ. Серия «Химия».* – Караганда, 2020. – С. 117-123 (на английском языке)
6. Han G.H., Wu H.Y., Wang W.J., Huang Y.F. Экспериментальное исследование обескремнивания низкосортных бокситов методом флотации. // *Симпозиум по легким металлам в рамках 147-й ежегодной встречи и выставки TMS.* – 2018. – С. 203-207 (на английском языке)
7. Turebekova K.S. и др. Изучение и разработка технологической схемы выщелачивания баритового сырья. // *Вестник КарГУ. Серия «Химия».* – Караганда. – 2018. – №1. – С. 92-98. (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Каткеева Г.Л., Туребекова К.С., Оскембеков И.М., Гизатуллина Д.Р. Барит шикізатынан кремний оксидін алу схемаларын құрастыру. // *XXV халықаралық ғылыми-техникалық конференция материалдары «Рудалар мен техногендік шикізаттарды өңдеудің ғылыми негіздері мен тәжірибесі».* – 2020. – Б. 344-348 (орыс тілінде)
2. Булатов К.В., Газалеева Г.И. Құрамында ұсақ шламы бар өндірістік қалдықтарды дайындау және терең байыту технологиялық схемалары. Экологиялық компонент. // *«Техноген-2019» техногендік түзілістерді өңдеу және кәдеге жарату процестерінің іргелі зерттеулері және қолданбалы дамуы» атты халықаралық қатысумен конгресс және жас ғалымдар конференциясының материалдары.* – Екатеринбург, 2019. – Б. 45-50 (орыс тілінде)
3. Бектурганов Н.С. Қазақстанның отқа төзімді минералды және техногендік шикізатын кешенді өңдеудің технологиялық және экологиялық аспектілері. // *«Табиғи және минералды шикізатты байыту және кешенді өңдеудің прогрессивті әдістері» халықаралық конференция материалдары. Плаксин оқулары.* – Алматы, 2014. – Б. 9-12 (орыс тілінде)
4. Янулова М.К. Қазақстандағы Қарагайлы кен орнының лимониті туралы. // *Бүкілодақтық пайдалы қазбалардың қорлары. Екінші серия.* – 1956. – Бөл. 85. – Б. 424-428 (орыс тілінде)
5. Mustafin E.S. және т.б. Қарагайлы және Жезқазған тау-кен байыту комбинаттарының кен байыту қалдықтарын құрғақ айыру әдісімен байыту мүмкіндігі. // *ҚарМУ. «Химия» сериясы.* – Қарағанды, 2020. – Б. 117-123 (ағылшын тілінде)
6. Han G.H., Wu H.Y., Wang W.J., Huang Y.F. Флотация арқылы төмен сұрыпты боксит кремнийсіздендіруді эксперименттік зерттеу. // *147-ші TMS жыл сайынғы жиналысы мен көрмесіндегі жеңіл металдар симпозиумы.* – 2018. – Б. 203-207 (ағылшын тілінде)
7. Turebekova K.S. және т.б. Барит шикізатын сілтісіздендірудің технологиялық сұлбасын зерттеу және әзірлеу. // *ҚарМУ. «Химия» сериясы.* – Қарағанды. – 2018. – №1. – Б. 92-98 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Katkeeva G.L., Turebekova K.S., Oskembekov I.M., Gizatullina D.R. *Razrabotka sxemy polucheniya oksida kremniya iz baritovogo syr'ya [Development of a scheme for obtaining silicon oxide from barite raw materials]. // Materialy XXV Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoj konferencii. «Nauchnye osnovy i praktika pererabotki rud i texnogennogo syr'ya» = Proceedings of the XXV International Scientific and Technical Conference. «Scientific foundations and practice of processing ores and technogenic raw materials».* – 2020. – P. 344-348 (in Russian)
2. Bulatov K.V., Gazaleeva G.I. *Technologicheskie sxemy podgotovki i glubokogo obogashheniya texnogennyx otxodov, sodержashhix tonkie shlamy. E'kologicheskaya sostavlyayushhaya [Technological schemes for the preparation and deep enrichment of industrial waste containing fine sludge. Environmental component]. // Trudy kongressa s mezhdunarodnym*

uchastiem i konferencii molodyx uchenyx «Fundamental'nye issledovaniya i prikladnye razrabotki processov pererabotki i utilizacii texnogenykh obrazovaniy «Technogen-2019» = Proceedings of the Congress with international participation and the conference of young scientists «Fundamental research and applied development of processes for the processing and disposal of technogenic formations «Technogen-2019». – Yekaterinburg, 2019. – P. 45-50 (in Russian)

3. *Bekturganov N.S. Technologicheskie i e'kologicheskie aspekty kompleksnoj pererabotki trudnoobogatimogo mineral'nogo i texnogenogo syr'ya Kazaxstana [Technological and environmental aspects of the complex processing of refractory mineral and technogenic raw materials of Kazakhstan]. // Materialy mezhdunarodnogo soveshhaniya «Progressivnyye metody obogashheniya i kompleksnoj pererabotki prirodnogo i mineral'nogo syr'ya»: Plaksinskie chteniya Proceedings of the international meeting «Progressive methods of enrichment and complex processing of natural and mineral raw materials»: Plaksinsky readings. – Almaty, 2014. – P. 9-12 (in Russian)*
4. *Yanulova M.K. O lemontite Karagajlinskogo mestorozhdeniya v Kazaxstane [About lemontite of the Karagaily deposit in Kazakhstan]. // Zapiski Vsesoyuznogo mineralogicheskogo obshhestva = Notes of the All-Union Mineralogical Society. – 1956. – Part 85. – P. 424-428 (in Russian)*
5. *Mustafin E.S. et al. Possibility of enrichment of ore processing waste from Karagaily and Zheskazgan mining plants by dry separation method. // Bulletin of the University of Karaganda. Series «Chemistry». – 2020. – P. 117-123 (in English)*
6. *Han G.H., Wu H.Y., Wang W.J., Huang Y.F. Experimental investigation on desilicization of low-grade bauxite by flotation process // Light metals symposium at the 147th annual TMS meeting and exhibition. – 2018. – P. 203-207 (in English)*
7. *Turebekova K.S. et al. Study and development of the process scheme of leaching of barytic raw material // Bulletin of the KarSU. Series «Chemistry». – Karaganda. – 2018. – №1. – P. 92-98 (in English)*

Сведения об авторах:

Туребекова К.С., докторант кафедры «Нанотехнологии и металлургия» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), kakosh-94@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0338-679X>

Каткеева Г.Л., канд. техн. наук, доцент лаборатории «Химия и технология высококремнистых материалов» Химико-металлургического института им. Ж. Абишева (г. Караганда, Казахстан), katkeeva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3910-7599>

Оскембеков И.М., старший научный сотрудник лаборатории «Химия и технология высококремнистых материалов» Химико-металлургического института им. Ж. Абишева (г. Караганда, Казахстан), ilyasok@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3074-3572>

Султангазиев Р.Б., PhD, и.о. доцента кафедры «Нанотехнологии и металлургия» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), sulrus83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3928-486X>

Авторлар туралы мәлімет:

Туребекова К.С., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Нанотехнологиялар және металлургия» кафедрасының докторанты» (Қарағанды қ., Қазақстан)

Каткеева Г.Л., техника ғылымдарының кандидаты, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институтының, «Жоғары кремнийлі материалдардың химиясы және технологиясы» зертханасының доценті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Оскембеков И.М., Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институтының, «Жоғары кремнийлі материалдардың химиясы және технологиясы» зертханасының аға ғылыми қызметкері (Қарағанды қ., Қазақстан)

Султангазиев Р.Б., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Нанотехнологиялар және металлургия» кафедрасының м.а. доценті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Turebekova K.S., Doctoral Student at the Department of «Nanotechnology and Metallurgy» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Katkeeva G.L., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Laboratory «Chemistry and Technology of High-Silicon Materials» of the Chemical and Metallurgical Institute named after Zh. Abishev (Karaganda, Kazakhstan)

Oskembekov I.M., Senior Researcher at the Laboratory «Chemistry and Technology of High-Silicon Materials» of the Chemical and Metallurgical Institute named after Zh. Abishev (Karaganda, Kazakhstan)

Sultangaziev R.B., PhD, Acting Assistant Professor at the Department of «Nanotechnology and Metallurgy» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Код МРНТИ 52.13.27

*Д.Т. Ивадилинова¹, Д.С. Кулжабаева¹, С.А. Мустафин², Б. Хусан¹¹Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет им. Абылхаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан),²Товарищество с ограниченной ответственностью «Недрапроект» (г. Караганда, Казахстан)

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ДОСТАВКИ И ОТГРУЗКИ РУДЫ В УСЛОВИЯХ СИСТЕМ ОТРАБОТКИ ПОДЭТАЖНЫМИ ШТРЕКАМИ

Аннотация. Статья посвящена анализу доставки и отгрузки руды в условиях подземной добычи системой отработки подэтажными штреками с учетом дистанционного управления технологическим процессом. Анализ показал достоинства применения погрузочно-доставочных машин, оснащенных системами дистанционного управления. Для детального исследования вопроса доставки и отгрузки руды выбраны запасы Западного участка месторождения Нурказган, для сравнения приведены данные по Иртышскому руднику. По горнотехническим условиям Западного участка месторождения, а также в соответствии с анализом технологий доставки и отгрузки на аналогичных месторождениях наиболее приемлемыми являются варианты системы разработки подэтажного обрушения и система подэтажных штреков с последующей выемкой целиков и обрушением.

Ключевые слова: системы разработки, штрек, полезные ископаемые, разубоживание, доставка руды, подэтажные штреки, отгрузка руды, конвейер, дистанционное управление, руда.

Денгейден тыс дрейфтері бар тау-кен жүйелері жағдайында кенді жеткізу және тиеу процестерін талдау

Андатпа. Мақала технологиялық процесті қашықтықтан басқаруды ескере отырып, қабаттық қуақаздармен өңдеу жүйесімен жерасты өндіру жағдайында кенді жеткізу мен жөнелтуді талдауға арналған. Талдау қашықтықтан басқару жүйелерімен жабдықталған тиеу-жеткізу машиналарын қолданудың маңыздылығын көрсетті. Кенді жеткізу және жөнелту мәселесін толығырақ зерттеу үшін Нұрказган кен орнының Батыс учаскесінің қорлары тандалды. Салыстыру үшін Ертіс кеніші бойынша деректер келтірілген. Кен орнының Батыс учаскесінің тау-кен техникалық жағдайлары бойынша, сондай-ақ талдауға сәйкес қабаттық құлатуды игеру жүйесінің нұсқалары және қабаттық қуақаздардың кейіннен кентіректерді қазып алу мен құлатумен жүйесі неғұрлым қолайлы болып табылады.

Түйінді сөздер: игеру жүйелері, штрек, пайдалы қазбалар, құнарсыздандыру, кенді жеткізу, кенді жөнелту, төменгі қабатты штректтер, конвейер, қашықтықтан басқару, кен.

Analysis of delivery and shipment processes of ore in conditions sub-storey drilling systems

Abstract. The article is devoted to the analysis of the delivery and shipment of ore in the conditions of underground mining by the system of mining by sublevel drifts, taking into account the remote control of the technological process. The analysis showed the advantages of using loading and delivery machines equipped with remote control systems. For a detailed study of the issue of delivery and shipment of ore, the reserves of the Western section of the Nurkazgan deposit were selected, for comparison, data on the Irtysh mine are given. According to the mining conditions of the Western section of the deposit, as well as in accordance with the analysis, the options for the development of sublevel caving and the system of sublevel drifts with subsequent excavation of pillars and caving are the most acceptable.

Key words: development systems, shaft, minerals, dilution, ore delivery, ore shipment, sub-storey drifts, conveyor, remote control, ore.

Введение

Подземные работы по освоению ресурсов недр, в отличие от работ на земной поверхности, ведутся в сложной, слабо изученной, постоянно меняющейся и потенциально опасной среде, каковой является массив горных пород. Выбор наиболее эффективной системы разработки и ее параметров производится с учетом следующих факторов и требований: горнотехнические условия месторождения¹; безопасность ведения горных работ; механизация технологических процессов; обеспечение минимальных потерь и разубоживания при добыче²; наиболее полная выемка запасов; экономическая эффективность разработки, а также технологические параметры погрузочно-доставочных работ.

Для опытно-промышленных работ предложен вариант системы подэтажных штреков с последующей выемкой целиков и обрушением [1], как наиболее экономически выгодный. Вариант системы разработки подэтажных штреков может быть опробован при отработке верхних горизонтов месторождения. Система подэтажного обрушения характеризуется сравнительно высокими потерями и разубоживанием отбитой руды при выпуске в зажиме обрушенных пород, однако можно достичь

значительного улучшения показателей извлечения отбитой руды [2] путем придания формы очистного забоя, соответствующей эллипсоиду выпуска руды. Таким образом, наиболее приемлемым вариантом принимается система разработки подэтажного обрушения, а система подэтажных штреков с оставлением междублоковых целиков и последующим обрушением принимается как вариант опытно-промышленной отработки верхних горизонтов.

Методы исследования

Результаты научной работы базируются на следующих методах: анализ практического опыта разработки месторождения Нурказган, Иртышского месторождения и литературных источников, проведение экспериментов в натуральных условиях, численное моделирование процессов доставки и отгрузки руды в условиях систем отработки подэтажными штреками и расчетно-аналитические методы [3, 4].

Погрузочно-доставочные работы (рис. 1) [5] включают в себя следующие технологические процессы:

- доставку отбитой руды из забоя до участковых рудоспусков на рудном горизонте;
- вывоз руды на концентрационном горизонте с рудоспусков до участкового конвейерного транспорта.

¹Проект отработки запасов Западного участка месторождения Нурказган комбинированным способом. – Караганда ПО «Карагандацветмет», 2016. – Том 1. – Книга 2.

²Технико-экономическое обоснование промышленных кондиций на золото-медные руды Западного участка месторождения Нурказган. – Жезказган: ЖезказганНИПИцветмет, 2003.

Во всех этих процессах применяются погрузочно-доставочные машины (ПДМ) с высокой производительностью. Сменная эксплуатационная производительность [8] ПДМ типа TORO-0011E (электрическая) определяется по формуле:

$$P_{см.} = P_{тех.} \times T_{см.} \times K_{исп.}, \text{ т/см,}$$

где $P_{тех.}$ – техническая производительность ПДМ, т/ч;

$T_{см.}$ – продолжительность смены, $T_{см.} = 8$ ч;

$K_{исп.}$ – коэффициент использования ПДМ во времени, $K_{исп.} = 0,8$.

Имеется прямая зависимость часовой производительности от расстояния доставки при использовании аналогичных типов машин. Количество ПДМ для обеспечения заданной производительности рудника определяется по формуле:

$$N_{ПДМ} = A_{см.} / P_{см.},$$

где $A_{см.}$ – сменная производительность рудника, $A_{см.} = 5715$ т/см.

Результаты расчета производительности [7] и необходимое количество ПДМ приведены в табл. 1.

Основным видом подземного транспорта [8] выбраны погрузочно-доставочные машины типа TORO-0011 фирмы Tamgok (Финляндия). ПДМ имеет автономный дизельный ход, снабжена рабочим органом – ковшом емкостью $10,7 \text{ м}^3$ и конвейером – наиболее перспективным видом транспорта руды. Транспортный уклон, проходимый с поверхности до проектной глубины отработки, снабжается магистральными ленточными конвейерами. Кроме того, транспортный уклон используется для спуска самоходного оборудования в шахту. На концентрационных горизонтах предусмотрена установка участковых ленточных конвейеров. Таким образом, обеспечивается поточная транспортировка руды из концентрационных горизонтов до поверхности и далее непосредственно к обогатительной фабрике.

Отличительными преимуществами конвейерного транспорта [9] по сравнению с традиционными видами (электровозы или автосамосвалы) являются:

- высокая производительность по транспортировке руды на дальние расстояния (более 10 км) и со значительным перепадом высот;
- надежность в работе и продолжительный срок службы механизмов и оборудования;
- поточность транспорта руды, что позволяет перейти на автоматизированную систему управления технологическими процессами;
- возможность монтажа линий магистральных конвейеров секциями по мере понижения горных работ.

Примером успешного освоения конвейерного транспорта является переход выработок концентрационного горизонта –140 м шахты 67 Жезказганского горно-металлургического комбината, служащих для электровозной откатки руды, на транспортирование руды ленточными конвейерами. На вновь введенных в эксплуатацию подземных рудниках ТОО «Корпорации Казахмыс» (Артемьевский и рудник Жаман-Айбат) автосамосвальный транспорт руды [10] заменен на транспорт руды ленточными конвейерами. Кроме того, конвейерный транспорт предусмотрен при вскрытии нижних горизонтов Анненского рудника Жезказганского месторождения и Жиландинской группы.

Таблица 1

Производительность и необходимое количество ПДМ

Кесте 1

Тиеу-жеткізу машиналарының өнімділігі және қажетті саны

Table 1

Productivity and the required number of loading and delivery machines

Показатели	Места работы ПДМ	
	рудный горизонт	концентрационный горизонт
Среднее расстояние доставки руды, м	300	200
Техническая производительность, т/ч	250	360
Сменная производительность, т/см	1600	2300
Необходимое количество машин, шт.	4	3

Выдача руды на поверхность осуществляется конвейерным транспортом, состоящим из магистральных и участковых конвейерных линий различной длины и высоты подъема. Для загрузки рудой конвейерных линий предусмотрены передвижные дробильно-перегрузочные установки с щековой дробилкой С-125 фирмы «Метсо-Минералз». Так как крупность выхода продукции равна 300 мм, то с учетом размеров трех кусков принимаем ширину конвейерной ленты 1200 мм.

Конвейерные и участковые штреки запроектированы совмещенными, в них конвейеры располагаются на площадках на определенной высоте, позволяющей проезд под ней автотранспорта для доставки оборудования и других материалов, необходимых при монтаже и ремонте технологического оборудования, а также для уборки просыпи и выдачи породы на поверхность.



**Рис. 1. Процесс погрузки руды.
Сурет 1. Кенді тиеу процесі.
Figure 1. Ore shipment process.**

По всей длине конвейерных штреков через каждые 100 м предусмотрены выработки для устройства вертикальных лестниц для обслуживания конвейеров и аварийного выхода обслуживающего персонала.

Доставка руды к передвижным дробильным установкам осуществляется погрузочно-доставочными машинами. Мобильные дробильно-перегрузочные установки размещаются на площадках уступа, выполненных при минимальных объемах горно-подготовительных работ, без строительства подпорных стенок.

Добытая руда конвейерами доставляется на поверхность и размещается в определенных местах, откуда по мере необходимости направляется на склад руды или на обогатительную фабрику.

На стадии I очереди отработки работает первый магистральный конвейер длиной 1906 м и два участковых конвейера длиной, соответственно, 515 м и 355 м. Загрузка первого и второго участковых конвейеров производится посредством передвижной мобильной установки С-125 фирмы «Метсо-Минералз».

При выдаче руды с нижних горизонтов (II и III очереди отработки) в работе задействованы магистральные конвейеры №2, №3, №4, №5, длины их составляют 767 м, 959 м, 1289 м, 520 м, а также участковые конвейеры №3, №4, длины которых равны, соответственно, 295 м, 169 м, совместно с мобильными дробильными установками С-125 фирмы «Метсо-Минералз».

Мировой опыт эффективной отработки полиметаллических месторождений [11] обосновывает практичность системы управления подземными работами с автоматическим управлением загрузки, доставки и учет руды и породы на поверхность. Так, компания Caterpillar разработала технологию для горнодобывающей отрасли под названием MineStar R1700. Важным элементом системы, занятым в подземных горных работах, является система управления подземными работами Command. Данное высокотехнологичное решение позволяет поэтапно достичь полной автоматизации. Применение этой системы управления позволило значительно повысить производительность работ, выполняя гораздо больше функций, чем просто сокращение воздействия опасных условий на операторов. С помощью новой эргономичной панели управления персонал может управлять парком погрузочно-доставочных машин с безопасного рабочего места как под землей, так и на поверхности. Система управления подземными работами позволяет модернизировать механизм доставки руды следующим образом:

- повышенный комфорт и безопасность позволяют повысить уверенность и продуктивность работы операторов;
- безопасность повышается путем помещения оператора в эргономичную и изолированную рабочую среду, где он может поддерживать высокие показатели производительности; отсюда оператор может управлять одной или несколькими машинами в зависимости от выбранной системы;
- система навигации помогает полностью исключить повреждения от ударов о стены туннеля и следующие за этим простои;

- смена оператора машины не вызывает никаких затруднений – оператору просто необходимо будет встать с рабочего места и передать управление панелью другому оператору. Оператору погрузочно-доставочной машины не требуется занимать место в подъемнике или терять время на поиски машины в шахте.

Результаты

Благодаря модели R1700 система MineStar и система управления подземными работами Command теперь готовы к переходу на новый более продвинутый этап – полную автоматизацию. Упрощение внедрения данной новой технологии управления подземными работами достигается оборудованием машин автоматическими системами на заводе-изготовителе.

Модель R1700 является первой погрузочно-доставочной машиной Cat, в которой реализованы высокотехнологичные решения:

- дистанционное управление из зоны прямой видимости – при помощи модернизированного пульта дистанционного управления;
- дистанционное управление при помощи дисплеев и панели – оператор находится вне поля зрения машины;
- навигация – средство дистанционного управления, не полагающееся на оператора во избежание столкновения со стенами туннеля;
- система Co-Pilot (второй пилот) – требует от оператора только установки направления движения машины (передний или задний ход), автоматическое рулевое управление осуществляется с помощью навигации.

Обсуждение результатов

Полностью автоматизированная работа модели R1700 становится возможной с добавлением трех новых органов управления:

- *Auto Pilot* (автопилот) контролирует процесс откатки машины без каких-либо команд со стороны оператора между точками загрузки и разгрузки;
- *Auto Dump* (автоматическая разгрузка) позволяет машине выполнять разгрузку в определенную конструкцию/самосвал без вмешательства оператора;
- *Auto Dig* (автоматическое копанье) представляет собой функцию автоматизированного копанья и загрузки ковша, доступную на модели R1700.

Заключение

В научной статье впервые дан анализ решения актуальной задачи по совершенствованию технологии доставки и отгрузки руды в условиях систем отработки поэтажными штреками.

Модель R1700 отличается более высокой скоростью откатки при работе в автоматическом режиме, позволяя сократить продолжительность рабочего цикла и повысить производительность.

Достоинствами применения погрузочно-доставочных машин, оснащенных системами дистанционного управления, являются:

- повышение уровня безопасности;
- полнота выемки отбитой горной массы, то есть полнота отработки запасов;
- повышение себестоимости за счет уменьшения потерь полезного ископаемого.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Барбиков Д.В., Андрейко С.С., Иванов О.В., Бобров Д.А. Оценка газодинамических характеристик горных пород Краснослободского разлома. // Горный журнал. – М.: Руда и металлы, 2018. – №8. – С. 38-42 (на русском языке)
2. Duzhnikova Ye.V., Kryazheva T.V., Toleubek K.Ye. Результаты исследований Коктасжалского рудного поля (Центральный Казахстан). // Научный вестник Национального горного университета. – 2020. – №3. – С. 5-12 (на английском языке)
3. Baykenzhin M., Asanova Z., Rashid Z., Kasimov A., Ivadilinova D., Zhunis G. Моделирование влияния усилителей канатного профиля на несущую способность арочной опоры. // Разработка месторождений полезных ископаемых. – 2022. – №16(1). – С. 84-91 (на английском языке)
4. Shustov O.O., Pavlyuchenko A.V., Bielov O.P., Adamchuk A.A., Borysovska O.O. Расчет коэффициента вскрыши методом финансово-математических осредненных затрат. // Научный вестник Национального горного университета. – 2021. – №5. – С. 30-36 (на английском языке)
5. Whitworth A.J., Forbes E., Verster I., Jokovic V., Awatey B., Parbhakar-Fox A. Обзор достижений в области технологий переработки полезных ископаемых, пригодных для извлечения важнейших металлов из отходов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. // Чистая инженерия и технологии. – 2022. – Вып. 7. – С. 100451 (16 с.) (на английском языке)
6. Loow J. Понимание технологий в горнодобывающей промышленности и их влияние на рабочую среду. – Экономика полезных ископаемых. – 2022. – №35. – С. 143-154 (на английском языке)
7. Nyoni W., Pillay M., Rubin M., Jefferies M. Связь между организационными факторами и остаточным риском в горнодобывающей промышленности: протокол обновления систематического обзора. // Международный журнал по охране труда и окружающей среды. – 2019. – №3(2). – С. 29-37 (на английском языке)
8. Кулжабаева Д.С., Ивадилина Д.Т. Анализ применения системы разработки подэтажными штреками на рудниках ТОО «Корпорация Казахмыс». // Труды Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №14). – 2022. – Ч. 2. – С. 24-26 (на русском языке)
9. Boslovyak P.V., Lagerev A.V. Оптимизация затрат на конвейерный транспорт. // IFAC PapersOnLine. – 2019. – №52(25). – С. 397-402 (на английском языке)
10. Pavlenko O., Dun S., Kharkov O., Puzyr R., Snapko V. Анализ напряженного состояния опоры гидроцилиндра подъемного механизма четырехосного самосвала. // Процедура транспортных исследований. – 2022. – Вып. 63. – С. 347-359 (на английском языке)
11. Siani M.Gh., Mehrabi B., Nazarian M., Loft M., Corfu F. Геология и генезис полиметаллического месторождения Чомалу, Северо-Западный Иран. // Обзоры рудной геологии. – 2022. – Вып. 143. – С. 104763 (15 с.) (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Барбиков Д.В., Андрейко С.С., Иванов О.В., Бобров Д.А. Краснослободск ақауларының тау жыныстарының газодинамикалық сипаттамаларын бағалау. // Тау-кен журналы. – М.: Кен және металдар, 2018. – №8. – Б. 38-42 (орыс тілінде)
2. Duzhnikova Ye.V., Kryazheva T.V., Toleubek K.Ye. Көктасжал кен орны (Орталық Қазақстан) зерттеу нәтижелері. // Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. – 2020. – №3. – Б. 5-12 (ағылшын тілінде)
3. Baykenzhin M., Asanova Z., Rashid Z., Kasimov A., Ivadilinova D., Zhunis G. Арқанды профильді күшейткіштердің доғалы тіректің көтергіштігіне әсерін модельдеу. // Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру. – 2022. – №16(1). – Б. 84-91 (ағылшын тілінде)
4. Shustov O.O., Pavlyuchenko A.V., Bielov O.P., Adamchuk A.A., Borysovska O.O. Қаржылық-математикалық орташаланған шығындар әдісімен артық жүктеме

- коэффициентін есептеу. // Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. – 2021. – №5. – Б. 30-36 (ағылшын тілінде)
5. Whitworth A.J., Forbes E., Verster I., Jokovic V., Awatey B., Parbhakar-Fox A. Тау-кен және өңдеу қалдықтарынан металлды маңызды түрде алу үшін қолайлы минералды өңдеу технологияларындағы жетістіктерге шолу. // Таза инженерия және технология. – 2022. – Шығ. 7. – Б. 100451 (16 б.) (ағылшын тілінде)
 6. Loow J. Тау-кен өндірісіндегі технологияны және оның жұмыс ортасына әсерін түсіну. // Пайдалы қазбалардың экономикасы. – 2022. – №35. – С. 143-154 (ағылшын тілінде)
 7. Nyoni W., Pillay M., Rubin M., Jefferies M. Тау-кен өнеркәсібіндегі ұйымдық факторлар мен қалдық тәуекел арасындағы байланыс: Жүйелі шолуды жаңарту хаттамасы. – Еңбек және қоршаған ортаны қорғау халықаралық журналы. – 2019. – №3(2). – Б. 29-37 (ағылшын тілінде)
 8. Кулжабаева Д.С., Ивадилина Д.Т. «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС кеніштерінде қабаттық қуақаздармен қазу жүйесін қолдануды талдау. // «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын жүзеге асырудың негізі»: Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының еңбектері (Сағынов оқулары №14). – 2022. – Бол. 2. – Б. 24-26 (орыс тілінде)
 9. Boslovyak P.V., Lagerev A.V. Конвейерді тасымалдау құнын оңтайландыру. // IFAC PapersOnLine. – 2019. – №52(25). – С. 397-402 (ағылшын тілінде)
 10. Pavlenko O., Dun S., Kharkov O., Puzyr R., Snapko V. Төрт осьті автосамосвалдың көтеру механизмінің гидравликалық цилиндр тірегінің кернеу жағдайын талдау. // Көлікті зерттеу процедурасы. – 2022. – Шығ. 63. – Б. 347-359 (ағылшын тілінде)
 11. Siani M.Gh., Mehrabi B., Nazarian M., Loft M., Corfu F. Чомалу полиметалл кен орнының геологиясы мен генезисі, Солтүстік Батыс Иран. // Кен геологиясына шолулар. – 2022. – Шығ. 143. – Б. 104763 (15 б.) (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Barbikov D.V., Andreiko S.S., Ivanov O.V., Bobrov D.A. Ocenka gazodinamicheskix karakteristik gornyx porod Krasnoslobodskogo razloma [Estimation of gas-dynamic characteristics of rocks of the Krasnoslobodsky fault]. // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – M.: Ruda i metally = Ore and Metals, 2018. – №8. – P. 38-42 (in Russian)
2. Duzhnikova Ye.V., Kryazheva T.V., Toleubek K.Ye. Koktaszhal ore field (Central Kazakhstan) research results. // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2020. – №3. – P. 5-12 (in English)
3. Baykenzhin M., Asanova Z., Rashid Z., Kasimov A., Ivadilina D., Zhunis G. Modeling the effect of rope profile amplifiers on the bearing capacity of an arched support. // Mining of Mineral Deposits. – 2022. – №16(1). – P. 84-91 (in English)
4. Shustov O.O., Pavlychenko A.V., Bielov O.P., Adamchuk A.A., Borysovska O.O. Calculation of the overburden ratio by the method of financial and mathematical averaged costs. // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2021. – №5. – P. 30-36 (in English)
5. Whitworth A.J., Forbes E., Verster I., Jokovic V., Awatey B., Parbhakar-Fox A. Review on advances in mineral processing technologies suitable for critical metal recovery from mining and processing wastes. // Cleaner Engineering and Technology. – 2022. – Vol. 7. – P. 100451 (16 p.) (in English)
6. Loow J. Understanding technology in mining and its effect on the work environment. – Mineral Economics. – 2022. – №35. – P. 143-154 (in English)
7. Nyoni W., Pillay M., Rubin M., Jefferies M. The relationship between organizational factors and residual risk in the mining industry: A protocol for updating a systematic review. // International Journal of Occupational and Environmental Safety. – 2019. – №3(2). – Б. 29-37 (in English)
8. Kulzhabaeva D.S., Ivadilina D.T. Analiz primeneniya sistemy razrabotki pode'tazhnyimi shtrekami na rudnikax TOO «Korporaciya Kazaxmys» [Analysis of the application of the development system by sublevel drifts at the mines of «Kazakhmys Corporation» LLP]. // Trudy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Integraciya nauki, obrazovaniya i proizvodstva – osnova realizacii Plana

nacii» (Saginovskie chteniya №14) = Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Integration of Science, Education and Production – the Basis for the Implementation of the Plan of the Nation» (Saginov Readings №14). – 2022. – Part 2. – P. 24-26 (in Russian)

9. *Boslovyak P.V., Lagerev A.V. Optimization of the conveyor transport cost. // IFAC PapersOnLine. – 2019. – №52(25). – P. 397-402 (in English)*
10. *Pavlenko O., Dun S., Kharkov O., Puzyr R., Snapko V. Analysis of the stress state of the 4-axle dump truck lifting mechanism hydraulic cylinder support. // Transportation Research Procedia. – 2022. – Vol. 63. – P. 347-359 (in English)*
11. *Siani M.Gh., Mehrabi B., Nazarian M., Loft M., Corfu F. Geology and genesis of the Chomalu polymetallic deposit, NW Iran. // Ore Geology Reviews. – 2022. – Vol. 143. – P. 104763 (15 p.) (in English)*

Сведения об авторах:

Ивадилинова Д.Т., PhD, и.о. доцента кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), dinulb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9731-0587>

Кулжабаева Д.С., магистрант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), dikoshaa_86@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8053-3357>

Мустафин С.А., главный технолог Товарищества с ограниченной ответственностью «Альянс Недрапроект» (г. Караганда, Казахстан), sakenm@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3811-990X>

Хусан Б., старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), hbolat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0996-348X>

Авторлар туралы мәліметтер:

Ивадилинова Д.Т., PhD, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының доцент м.а. (Қарағанды қ., Қазақстан)

Кулжабаева Д.С., Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Мустафин С.А., «Альянс Недрапроект» жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бас технологы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Хусан Б., Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Ivadilina D.T., PhD, Acting Docent at the Department of Working Out of Mineral Deposits of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Kulzhabaeva D.S., Master Student at the Department of Working out of Mineral Deposits of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Mustafin S.A., Chief Technologist of the Limited Liability Partnership «Alliance Nedraproekt» (Karaganda, Kazakhstan)

Bolatkhan H., Senior Lecturer at the Department of Working Out of Mineral Deposits of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Код МРНТИ 52.01.93

Р.М. Семсер, А.М. Суимбаева, С.Т. Асаинов, *А.Қ. Матаев

«Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан)

ҚАЗАҚСТАННЫҢ КЕН ШАХТАЛАРЫН ЖЕЛДЕТУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Андатпа. Мақала Қазақстандағы рудниктердегі желдету жүйелерінің ерекшеліктерін зерттеуге арналған. Шахталық желдету желісінің негізгі желдеткіштерінің жұмысы талданды, шахтаның желдеткіш қосылыстарының жобалық схемасы және желдету желісінің топологиялық ерекшеліктері нақтыланды, шахтаның желдету жүйесіндегі ауаны тарату нұсқалары есептелді және талданды. Желдету мақсатында негізгі желдеткіш қондырғыларының және қосымша шахталық қондырғылардың орналасуын өзгерту. Жергілікті желдету параметрлеріне және иілгіш желдеткіш қолғаптарды қосуға негізделген дайындық беттерін желдету әдістері шахтаның жұмыс ұзақтығына және жұмыс түріне байланысты бетке берілетін ауа көлемінің шарттарына байланысты таңдалды пайдаланылған өздігінен жүретін дизельдік жабдық.

Түйінді сөздер: кеніш, шахта, тау-кен қазбалары, желдету, ауа тарату, аэродинамикалық байланыс, шахталық желдету желісі.

Features of ventilation systems of mines in Kazakhstan

Abstract. The article is devoted to the study of the features of ventilation systems of ore mines in Kazakhstan. The operation of the main ventilation fans for the ventilation network of the mine was analyzed, the design scheme of the mine ventilation connections and the topological features of the ventilation network were clarified, the air distribution options in the mine ventilation system were calculated and analyzed, subject to changes in the location of the main fan installations and additional mine workings for ventilation purposes. Methods for ventilation of preparatory faces, based on the parameters of local ventilation and the connection of flexible ventilation gloves, were chosen based on the conditions of the volume of air supplied to the face, depending on the length of the mine working and the type of self-propelled diesel equipment used.

Key words: mine, mine workings, ventilation, air distribution, aerodynamic connection, mine ventilation network, ventilation systems, mining operations, surveying work, ventilation mode.

Особенности систем вентиляции рудников Казахстана

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей систем вентиляции рудных шахт Казахстана. Проанализирована работа вентиляторов главного проветривания на вентиляционную сеть рудника, уточнена расчетная схема вентиляционных соединений рудника и топологические особенности вентиляционной сети, просчитаны и проанализированы варианты воздухораспределения в шахтной вентиляционной системе при условии изменения мест размещения главных вентиляторных установок и проведения дополнительных горных выработок для целей вентиляции. Способы вентиляции подготовительных забоев, опираясь на параметры местной вентиляции и присоединения гибких вентиляционных перчаток, выбирали исходя из условий объема воздуха, подаваемого в забой, в зависимости от длины горной выработки и типа применяемого самоходного дизельного оборудования.

Ключевые слова: рудник, шахта, горные выработки, вентиляция, воздухораспределение, аэродинамическая связь, шахтная вентиляционная сеть.

Кіріспе

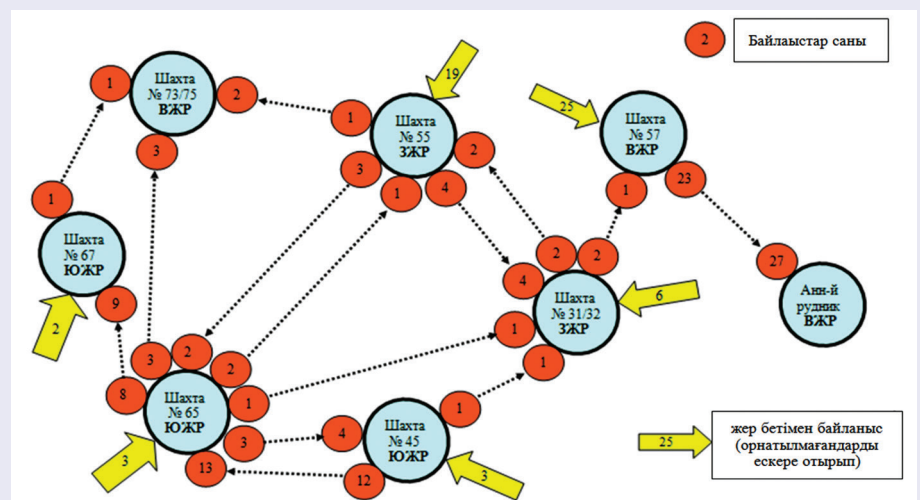
Тау-кен жұмыстарын жоспарлау және жүзеге асыру кезінде өндірісті ұйымдастырушылар шешетін міндеттердің ішінде жерасты тау-кен жұмыстарында жұмыс істейтін персоналдың қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз етумен байланысты бірнеше мәселелер бар. Өндірістік санитария мен жалпы қауіпсіздікті қамтамасыз ету тұрғысынан, кен орындарында шахта атмосферасының жай-күйін қалыптастыру ұстау мәселесі ерекше маңызға ие.

Тау-кен ғылымы тұрғысынан шахталарды желдету мәселесі жаңа емес, тау-кен қазбаларды таза ауамен қамтамасыз ету мәселелерін адамзат ұзақ уақыт бойы және әртүрлі жетістіктермен шешіп келеді.

Бүгінгі күні шахталардың желдету жағдайын бақылауды жүзеге асыру әдістемелері әзірленген, газ жағдайын және тау-кен қазбалары арқылы қозғалатын ауа шығынын бақылаудың автоматтандырылған құралдары енгізілген, әртүрлі желдету режимдерінде шахталық желдету желілерінде ауа таратуды есептеуге

арналған әртүрлі бағдарламалық құралдар бар және т.б. Мұның барлығы осы мәселелермен айналысатын техникалық қызметтердің жұмысын едәуір жеңілдетеді.

Сонымен қатар, тау-кен өндірісін дамытудың қазіргі кезеңінде осы бағытқа байланысты барлық мәселелер шешілді деп айтуға болмайды. Тау-кен өндірісінде пайдалы қазбаларды



Сурет 1. 2008 жылғы наурыздағы жағдай бойынша «Жезқазғанцветмет» ОБ шахталары мен жер беті арасындағы аэродинамикалық байланыстар схемасы.

Figure 1. The scheme of aerodynamic connections between the mines of «Zhezkazgantsvetmet» and the surface as of March 2008.

Рис. 1. Схема аэродинамических связей между шахтами ПО «Жезказганцветмет» и с поверхностью по состоянию на март 2008 г.

өндіру жағдайлары күрделене түскендіктен, «желдету кедергілерін» еңсеру өте ұзақ уақытты алады. Себебі жерасты тау-кен кәсіпорны өндірістің барлық мүмкін түрлерінің ішіндегі ең күрделілерінің бірі болып табылады. Бұл болжам жұмыстарды жүргізу тереңдігінің ұлғаюы, тау-кен қазбалары желісінің тұрақты өзгеруі (жаңа қазбаларды үңгілеу немесе қолданыстағы қазбаларды оқшаулау, тазарту кенжарларын немесе камераларды өңдеу), жанғыш немесе улы газдардың болуы, тау-кен қысымының қазбалардың аэродинамикалық сипаттамаларына әсері, көмір немесе сульфид кендерін өндіру кезіндегі эндогендік процестер сияқты факторларымен расталады. Бұл тұрғыда тау-кен технологиясының күрделенуінен басқа, жерасты тау-кен жұмыстарын желдетуді ұйымдастыруда да елеулі қиындықтар туындайды.

Зерттеу әдістері

Желдету жүйелерінің негізгі мақсаты – тау-кен қазбаларына бөлінетін зиянды газдардың қауіпсіз концентрациясына дейін сұйылту үшін қажетті ауа көлемін қамтамасыз ету.

Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті қызметкерлері бірнеше жыл бойы Қазақстанның жерасты кеніштерінің желдету жүйелері мен жағдайларына зерттеулер жүргізуге қатысты.

Кен шахталарының желдету жүйелеріне тән кейбір сипаттамаларға тоқталайық. Мысалы, Жезқазған аймағының шахталарын желдету проблемалары бір кездері (2000 жылдардың басында) келесі жағдайларға байланысты болды^{1,2}:

- шахталардың желдету желілері арасында аэродинамикалық байланыстардың болуы;

- тау-кен қазбаларының құлау аймақтары арқылы жер бетімен аэродинамикалық байланыстары.

1 суретте осы байланыстардың құрылымдық сызбасы көрсетілген. Мұның бәрі шахталардың желдету тұрақтылығына сөзсіз әсер етеді.

Бұл жағдайда жоғарыда аталған себептердің біріншісіне сілтеме жасай отырып, шахталарды блокты желдетуді ұйымдастыру туралы ұсыныс қызықты болып көрінеді.

Бірнеше шахталарды оқшауланған (немесе ішінара оқшауланған) желдетілетін блоктарға біріктіру туралы шешім көбінесе шахталар арасындағы байланыстарды егжей-тегжейлі зерттеуге, жекелеген шахталар арасындағы байланыс деректерінің санына және олардың технологиялық маңыздылығын бағалауға байланысты болды.

Шахталарды желдету жүйелерінің оқшауланған блоктарын ұйымдастырудың негізгі бастапқы ережелері келесідей болуы мүмкін:

- кен орны шегінде шахталардың тау-кен бөлімдерінің аумақтық орналасуы;

- шахтааралық байланыстар бойынша түсетін немесе шығатын ауа шығыстары әрбір жеке шахта бойынша ауаның жалпы теңгеріміне елеулі әсер ететін шахталарды желдету жүйелерінің нақты жай-күйі;

- шахталарды оқшауланған блоктарға біріктірген жағдайда жекелеген желдету және ауа беретін оқпандардың блоктарды желдетуге әсерін егжей-тегжейлі талдау жүргізу және нәтижесінде осы оқпандарды бекіту мен пайдаланудың орындылығы туралы мәселелерді шешу мүмкіндігі.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, «Жезқазғанцветмет» ӨБ бойынша шахталарды оқшауланған желдетудің үш блогын жобалау ұсынылды:

- 1 блок – №45, №65 және №67 шахталар («Степной» кеніші), бұл сол кездегі объективті қажеттілік болды, өйткені біріншіден, №45 және №65 шахталар арасындағы байланыстар ажырамас болды, екіншіден, №45 шахтаның өз НЖҚ (негізгі желдеткіш қондырғы) болмады, №65 шахтаның НЖҚ-сымен желдетілді; №67 шахтаның («Степной» кенішінің) қосылуы №45 және №65 шахтаның

арасындағы байланыстар санына байланысты болды;

- 2 блок – №57 шахта және Аннен кеніші, өйткені біріншіден, бұл шахталардағы тау-кен жұмыстары әр түрлі горизонттардағы бір тау-кен учаскесінде жүргізілді, екіншіден, олардың арасындағы оқшаулау мүмкін емес байланыстардың едәуір санын ескеру қажет болды; сонымен қатар, басқа шахталармен байланысы шамалы деп есептеуге болады;

- №31/32, №55 және №73/75 шахталарын жеке блоктарға біріктіруге болады немесе сол кездегі жағдай бойынша желдетуге болады. Бұл шешім қосымша зерттеуді қажет етті.

Екінші себеп, бір қарағанда қарапайым болып көрінгенімен, өте қиын, себебі тау-кен жұмыстарының жер бетімен аэродинамикалық байланыстарының пайда болуы және пайдалы қазбаларды қазып өндіру технологиясының мәселелерімен тікелей байланысты. Бұл байланыстар іс жүзінде желдету желісінің элементтері болып табылады, олар арқылы шахталарға ауаның едәуір мөлшері түседі. Демек, шахталардағы ауаның табиғи таралуын дұрыс есептеу үшін құлау аймақтарының аэродинамикалық кедергісін нақтылау қажет.

Кен орындарын игеру кезінде құлаған кеңістіктер ауаның қозғалысы биномдық заңға бағынатын кесек-кеуекті ортамен сипатталады³ [1]:

$$H = RQ^2 + rQ, \text{ даПа}, \quad (1)$$

мұнда:

H – құлау аймағын модельдейтін тармақтың депрессиясы, даПа;

R – аэродинамикалық кедергінің турбулентті компоненті, ққ;

r – аэродинамикалық кедергінің ламинарлы компоненті, н•с / м⁴.

Сүзу жолының ұзындығы $L = 1$ м және сүзу ағынының ауданы $F = 1$ м² болатын меншікті кедергілер эмпирикалық формулалар бойынша есептеледі.

- Ламинарлы қозғалыс үшін:

$$r' = 41/8 \times 0,01^{lg d_{cp}}, \text{ н} \cdot \text{с} / \text{м}^4. \quad (2)$$

- Турбулентті қозғалыс үшін:

$$R' = 37475 \times 0,00229^{lg d_{cp}}, \quad \text{при } d_{cp} \leq 0,021 \text{ м}. \quad (3)$$

¹«Қазақмыс корпорациясы» ЖШС филиалының ЖЦМ бойынша шахталарды (кеніштерді) блоктық желдету құрылымын қалыптастыру және авариялық режимдерде жер бетіне шығатын аэродинамикалық байланыстар мен құлауды ескере отырып әзірлеу және блоктық желдету жобасын әзірлеу үшін бастапқы деректерді беру» ҒЗЖ есебі, «ҚР НИЦГ» РМҚК. – Қарағанды, 2008.

²Левицкий Ж.Г. Шахтные вентиляционные сети. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 264 с.

³ҒЗЖ есебі «Депрессиялық түсірілімдерді орындау. Қолданыстағы желдету схемасын бақылау. Перспективаға Үшқатын – 3 Жерасты кенішінде желдету схемаларын жақсарту бойынша ұсынымдар мен ұсыныстар беру» (қорытынды). – Қарағанды: ҚарМТУ, 2016.

$$R' = 69,685 \times 0,266^{lg d_{cp}}, \quad (4)$$

$$npu d_{cp} > 0,021 \text{ м.}$$

Маркшейдерлік өлшемдер бойынша құлау аймақтарының өлшемдерін біле отырып, бүкіл құлаған кеңістіктің кедергісі есептеледі.

Есептелген аэродинамикалық кедергілердің алынған шамалары ауаның таралуын есептеу кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Әрі қарай, кен орындарын аралас қазып өндіру кезінде жерасты тау-кен жұмыстарын желдету ерекшеліктеріне тоқталайық. Мысал ретінде «Жәйрем КБК» АҚ «Үшқатын-3» жерасты кенішін қарастырайық (2014-2016 жж. кезеңі) [2].

«Үшқатын-3» кенішінің шахта алаңын ашу карьердің пайдаланған көкжиектерінен жасалған штольнялармен жүзеге асырылды. Тау-кен жұмыстарының максималды тереңдігі 310 м болды.

Кеніштің жерасты қазбаларын желдету уақытша схема бойынша жүзеге асырылды. Зерттеу жүргізу кезеңінде жерасты кеніші AL17-2500 («Korfmann Lufttechnik GmbH») типті екі негізгі желдеткіш қондырғылар (НЖҚ) арқылы айдау әдісімен желдетілді. №1 НЖҚ 1 гор. +288 м штрегіне, №2 НЖҚ 1 гор. +240 м штрегінде орнатылды.

Кейінірек желдету әдісі AL17-2500 типті екі НЖҚ біріктірілген аралас (айдау-сору) әдісіне ауыстырылды. Бұл ретте 1 гор. +288 м штректе орнатылған НЖҚ №1 айдау үшін жұмыс істеді, ал 1 гор. +240 м штрегіне орнатылған НЖҚ №2 +240 м сору үшін жұмыс істеді. Желдету схемасы – қапталдан +192 м және +96 м горизонт технологиялық объектілерін желдету үшін таза ауа +288 м мен +288/+96 м горизонттары арқылы жүзеге асырылды. Шығыс ағын +240 м горизонт 1,2 штольняларымен және 1 горизонт +192 м жылжымалы штрих арқылы берілді.

Жерасты кенішінің желдету жағдайын талдау кезінде шахтада қабылданған тазарту технологиясын ескермеуге болмайды. Кен денелерін камералық жүйемен қазып өндіру, содан кейін

камерааралық және қабатты цикликтерді өтеу жер бетімен аэродинамикалық байланысы бар құлау аймақтарының пайда болуына әкелді. Бұл болжамның негізділігі (жерасты тау-кен қазбаларының осы аймақтар арқылы жер бетімен байланысу мүмкіндігі туралы) анемометриялық түсірілім нәтижелерімен расталды. Осы байланыстар арқылы +288 м және +240 м горизонттарына таза ауаның едәуір мөлшері келді. «Шахталық желдету жүйесінде ауа тарату» арнайы бағдарламасы бойынша шахталық желдету желісіндегі табиғи ауа тарату есебіне сәйкес, горизонт +288 м ~ 45 м³/с, ал горизонт +240 м ~ 40 м³/с таза ауа түсті [3, 4].

Зерттеу барысында келесі жұмыстар орындалды:

- негізгі желдету желдеткіштерінің жұмысы талданды;

- кеніштің желдету қосылыстарының есептік схемасы және желдету желісінің топологиялық ерекшеліктері нақтыланды. Шахталық желдету желісінде (ШЖЖ) табиғи ауа тарату есептеулері орындалды.

- негізгі желдеткіш қондырғыларды орналастыру орындары өзгерген және желдету мақсаттары үшін қосымша тау-кен қазбаларын жүргізген жағдайда ШЖЖ-нде ауа тарату нұсқалары есептелді және талданды.

Модельді қалыптастыру кезінде табиғи тартылыс кенішінің желдетілуіне әсер ету факторы ескерілді, оның мәні формула бойынша есептеледі [1]:

$$h_e = P_a (e^{gH/(287(273+t_n))} - e^{gH/(287(273+t_{cp,ucx}))}), \quad (5)$$

мұнда:

h_e – табиғи тарту, даПа;

g – ауырлық күшін жеделдету, м/с²;

H – горизонттың тереңдігі, м;

t_n – жер бетіндегі ауа температурасы, °С;

$t_{cp,ucx}$ – шығатын ауа ағынындағы температура, °С.

Есептеулер бойынша +288 м, +240 м және +192 м горизонттар үшін табиғи тарту шамалары тиісінше 10 даПа, 11 даПа және 13 даПа құрағаны анықталды⁴ [5].

Зерттеу нәтижесінде келесі тұжырымдар жасалды.

- кеніштің желдету жағдайына әсер ететін негізгі анықтаушы себеп

НЖҚ депрессиясының едәуір бөлігін жеңуге жұмсалған үлкен аэродинамикалық кедергісі бар желдету көтерілістерін негізгі ауа беру қазбалары ретінде пайдалану туралы шешім болды;

- НЖҚ тау-кен қазбаларына орналастырылған және олардың айдау режимінде жұмыс істеген жағдайда, ШЖЖ аэродинамикалық модельдерін есептеу кезінде табиғи тартылуы ескеру қажет, бұл жылдың суық мезгілдерінде жерасты кенішінің қалыпты желдетілуіне айтарлықтай қарсы тұра алады;

- табиғи тартудың шахталық желдету жүйесіндегі ауаның таралуына әсерін шахталық эксперименттер нәтижесінде есептелген немесе алынған табиғи тарту шамаларына сәйкес аэродинамикалық сипаттамалары бар шартты желдеткіштердің желдету желісінің моделіне енгізу арқылы ескеруге болады;

- тау-кен жұмыстарын жүргізудің таяз тереңдігінде шатырдың іргелес жыныстарының құлауымен игеру жүйелерін қолдану тау-кен қазбаларының жер бетімен рұқсат етілмеген аэродинамикалық байланыстарының пайда болуына әкеледі. Температураның маусымдық өзгеруіне және беткі белгілердің айтарлықтай айырмашылығына байланысты табиғи тартылыс пен жылу депрессиясы жер асты тау-кен жұмыстарының желдету жағдайына айтарлықтай әсер етеді [6-8].

«Үшқатын-3» кенішінде жерасты тау-кен жұмыстарын желдету сапасын арттыру үшін техникалық және ұйымдастырушылық сипаттағы бірқатар іс-шараларды жүзеге асыру ұсынылды. Кенішті желдету бөлігіндегі бірінші кезектегі міндет НЖҚ №1 +288 м горизонттан +96 м горизонтқа ауыстыру. Өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету тұрғысынан бұл шара объективті түрде қажет. Сонымен қатар, желдету желісінің аэродинамикалық өнімділігін жақсарту үшін шаралар қабылдау қажет болды. Сондай-ақ, жұмыс істейтіндерге +288 м горизонттан +96 м горизонтқа, +240 м горизонттан

⁴Brady H.G., Brown E.T. *Mechanics of rocks: for underground mining.* – New York: Springer Science & Business Media, 1985. – 628 p.

+144 м горизонтқа және +144 м горизонттан +96 м горизонтқа желдету көтерілістерін жүргізу қажет болды. Желіде тау-кен қазбаларының жер бетімен рұқсат етілмеген аэродинамикалық байланыстарының болуын ескере отырып, тау-кен қазбаларына түсетін ауаны жылыту бойынша іс-шараларды әзірлеген жөн. Бұрын жүргізілген зерттеулерде негізгі желдету желдеткіштерін тікелей тау-кен қазбаларына орналастыру тау-кен қазбалары желісіндегі желдету ағындарының қайта айналымына әкелетіні анықталды. Осыған байланысты НЖҚ негізгі ауа беру қазбаларының сағаларына қайта монтаждауды жүзеге асыру ұсынылды.

Қорытынды

Қазақстанның екі өңірінде кеніштерді желдету жағдайы қарастырылды. Кеніштердің желдету жүйелерінің қазіргі ерекшеліктері (тау-кен қазбалары желісінің жай-күйі, НЖҚ орнату орны, калориферлік қондырғылардың болмауы) жерасты тау-кен қазбаларын желдетуді ұйымдастыру кезінде техникалық қызмет қызметкерлерінің алдында туындайтын қиындықтарды алдын ала анықтайды. Бұл мәселе жерасты тау-кен жұмыстарында жұмыс істейтін қызметкерлердің қауіпсіз және салауатты еңбек жағдайларын жасау тұрғысынан өте маңызды.

Әрине, көмір шахталары жағдайында қалыпты желдетуді

қамтамасыз ету, кен атмосферасында жанғыш және жарылғыш газдардың болуына байланысты, өндірісті ұйымдастырушылар үшін біршама маңызды, бірақ кеніштерде де қауіпті факторлар бар. Мысалы, жарылғыш заттардың толық жанбауы салдарынан улы газдардың бөлінуі, ішкі жану қозғалтқыштары бар машиналардың жұмысынан шығатын газдардың концентрациясын келтіру қажеттілігі, тау-кен қазбаларында ауа алмасудың қажетті еселігін сақтау және т. б.

Сондықтан желдету жүйелерінің жұмысына арналған зерттеулер ғылыми тұрғыдан да, біздің қоғам өмірінің әлеуметтік компоненті тұрғысынан да өте маңызды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. *Левицкий Ж.Г., Нұрғалиева А.Д. Белсенді реттегіші бар желдету желісіндегі ауа шығыстарын басқару. // Кузбасс мемлекеттік техникалық университетінің хабаршысы. – Кемерово, КузМТУ. – 2011. – №4. – Б. 23-27 (орыс тілінде)*
2. *Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. Vale Copper Cliff кенішінде қос жоғарғы табалдырықты пайдалана отырып, өңдеу беттерін әзірлеу кезінде аспалы тіректерді нығайту және кен өндіруді жақсарту үшін кабель болттарын пайдалану. // «Терең тау-кен» терең және жоғары кернеулі тау-кен жұмыстарына арналған 7 Халықаралық конференцияның материалдары. – Перт, 2014. – Б. 305-314 (ағылшын тілінде)*
3. *Hutchinson D.J., Falmagne V. Аспалтық құралдарды пайдалана отырып, жер асты кабель болттарын қолдау жүйелерінің бақылау жобасы. // Инженерлік геология және қоршаған орта жаршысы. – 2000. – Т. 58. – №3. – Б. 0227-0241 (ағылшын тілінде)*
4. *Laubsher D.H. Кенді жобалаудағы тау-кен массасын бағалауға арналған геомеханикалық классификация жүйесі. // Оңтүстік Африка тау-кен және металлургия институтының журналы. – 1990. – Т. 90(10). – Б. 257-273 (ағылшын тілінде)*
5. *Brown S., Thomas G. Соққы толқындарының шағылысуынан және дифракциясынан туындаған тұтану және детонацияға өтуді эксперименттік зерттеулер. // Соққы толқындары. – 2000. – Т. 10(1). – Б. 23-32 (ағылшын тілінде)*
6. *Адушкин В.В., Будков А.М., Кочарян Г.Г. Тау жыныстары массивінде жарылыс қирау аймағының қалыптасу ерекшеліктері. // Тау-кен өндірісінің физикалық-техникалық мәселелері. – 2007. – №3. – Б. 65-76 (орыс тілінде)*
7. *Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Мусин А.А. и др. Табиғи кернеу өрісін және жарылыс күшінің тау-кен массасына әсерін зерттеу арқылы жарылыс жұмыстарының сапалық көрсеткіштерін жақсарту. // Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының материалдары. – 2021. – №4. – Б. 30-35 (орыс тілінде)*
8. *Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Матаев А.К. Массивтің құрылымдық және беріктік қасиеттерін ескере отырып, бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін арттыру. // Қазақстан тау-кен журналы. – Алматы, 2020. – №8. – Б. 29-35 (орыс тілінде)*

REFERENCES

1. *Levitsky Zh.G., Nurgaliev A.D. Upravlenie rasxodami vozduxa v ventilyacionnoj seti s aktivnym regulyatorom [Control of air flow rates in a ventilation network with an active regulator]. // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kuzbass State Technical University. – Kemerovo: KuzGTU, 2011. – №4. – P. 23-27 (in Russian)*

2. Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. The use of cable bolts to strengthen suspended pillars and improve ore extraction during the development of treatment faces using double upper thresholds at the Vale Copper Cliff mine. // *Proceeding of 7-th International conference on deep and high stress mining «Deep Mining»*. – Perth, 2014. – P. 305-314 (in English)
3. Hutchinson D.J., Falmagne V. Observational design of underground cable bolt support systems utilizing instrumentation. // *Bulletin of Engineering geology and the environment*. – 2000. – Vol. 58. – №3. – P. 0227-0241 (in English)
4. Laubsher D.H. Geomechanics classification system for estimating the mass of rocks in the design of mines. // *Journal of the Southern African institute of mining and metallurgy*. – 1990. – Vol. 90(10). – P. 257-273 (in English)
5. Brown S., Thomas G. Experimental studies of ignition and transition to detonation caused by reflection and diffraction of shock waves. // *Shock waves*. – 2000. – Vol. 10(1). – P. 23-32 (in English)
6. Adushkin V.V., Budkov A.M., Kocharyan G.G. Osobennosti formirovaniya zony razrusheniya vzryva v massive skal'nykh porod [Features of the formation of the destruction zone explosion in the rock mass]. // *Fiziko-texnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh = Physical and technical problems of development mineral*. – 2007. – №3. – P. 65-76 (in Russian)
7. Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A. i dr. Povyshenie pokazatelej kachestva vzryvnykh rabot putem izucheniya estestvennogo polya napryazhenij i vliyaniya sily vzryva na gornuyu massu [Improving the quality indicators of blasting by studying the natural stress field and the impact of the explosion force on the rock mass]. // *Izvestiya NAN RK = Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. – 2021. – № 4. – s. 30-35 (in Russian)
8. Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Mataev A.K. Povyshenie e'ffektivnosti burovzryvnykh rabot s uchedom strukturno-prochnostnykh svoystv massiva [Improving the efficiency of drilling and blasting operations taking into account the structural and strength properties of the massif]. // *Gornyj zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan*. – Almaty 2020. – №8. – P. 29-35 (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Левицкий Ж.Г., Нургалиева А.Д. Управление расходами воздуха в вентиляционной сети с активным регулятором. // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. – Кемерово: КузГТУ, 2011. – №4. – С. 23-27 (на русском языке)
2. Chinnasane D.R., Knutson M., Watt A. Применение анкерных болтов для усиления висячих целиков и повышения выемки руды при отработке очистных забоев двойными верхними порогам на руднике Vale Copper Cliff. // *Материалы 7-й Международной конференции по глубоководным и высоконапряженным горным работам «Deep Mining»*. – Перт, 2014. – С. 305-314 (на английском языке)
3. Hutchinson D.J., Falmagne V. Наблюдательное проектирование подземных систем крепления кабельных болтов с использованием контрольно-измерительных приборов. // *Вестник инженерной геологии и окружающей среды*. – 2000. – Т. 58. – №3. – С. 0227-0241 (на английском языке)
4. Laubsher D.H. Система классификации геомеханики для оценки массы горных пород при проектировании шахт. // *Журнал Южноафриканского института горного дела и металлургии*. – 1990. – Т. 90(10). – С. 257-273 (на английском языке)
5. Brown S., Thomas G. Экспериментальные исследования воспламенения и перехода к детонации, вызванных отражением и дифракцией ударных волн. // *Ударные волны*. – 2000. – Т. 10(1). – С. 23-32 (на английском языке)
6. Адушкин В.В., Будков А.М., Кочарян Г.Г. Особенности формирования зоны разрушения взрыва в массиве скальных пород. // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. – 2007. – № 3. – Б. 65-76 (на русском языке)
7. Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Мусин А.А. и др. Повышение показателей качества взрывных работ путем изучения естественного поля напряжений и влияния силы взрыва на горную массу. // *Известия НАН РК*. – 2021. – №4. – С. 30-35 (на русском языке)

8. *Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Матаев А.К. Повышение эффективности буровзрывных работ с учетом структурно-прочностных свойств массива. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2020. – №8. – С. 29-35 (на русском языке)*

Авторлар туралы мәліметтер:

Семсер Р.М., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Кеніштік аэрология және еңбекті қорғау» кафедрасының магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан), riza_riza@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5894-7155>

Суимбаева А.М., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Кеніштік аэрология және еңбекті қорғау» кафедрасының доцентінің м.а. (Қарағанды қ., Қазақстан), suimbayeva.aigerim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6582-9977>

Асаинов С.Т., техника ғылымдарының кандидаты, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), 2008_as@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5841-0454>

Матаев А.К., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), mataev.azamat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9033-8002>

Information about the authors:

Semser R.M., Master's Student at the Department «Mine Aerology and Labor Protection» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Suimbayeva A.M., PhD, Acting Associate Professor at the Department «Mine Aerology and Labor Protection» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Asainov S.T., Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Matayev A.K., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Commercial Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Семсер Р.М., магистрант кафедры «Рудничная аэрология и охрана труда» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Суимбаева А.М., PhD, и.о. доцента кафедры «Рудничная аэрология и охрана труда» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Асаинов С.Т., канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Матаев А.К., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Статьи, опубликованные в 2022 году

РАЗВИТИЕ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

№1

Пуненков С.Е., Козлов Ю.С.

Хризотил-асбест и ресурсосбережение в хризотил-асбестовой отрасли

№2

Пуненков С.Е., Козлов Ю.С.

Хризотил-асбест и ресурсосбережение в хризотил-асбестовой отрасли (продолжение)

№3

Пуненков С.Е., Козлов Ю.С.

Хризотил-асбест и ресурсосбережение в хризотил-асбестовой отрасли (продолжение)

№4

Пуненков С.Е., Козлов Ю.С.

Хризотил-асбест и ресурсосбережение в хризотил-асбестовой отрасли (окончание)

№5

Битимбаев М.Ж., Кунаев М.С., Париллов Ю.С.

Геотехнологии и минералургия производства металлов в условиях циркулярной экономики в новых горнодобывающих границах

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ

№2

Дрижд Н.А., Мусин Р.А., Жүніс Г.М., Халикова Э.Р.

Обоснование выбора перспективного пласта для реализации проекта по добыче метана угольных пластов

№3

Бдырышев А.К., Тажбенов К.А., Джумагулова Г.Е., Ибраева Г.М.

Краткий анализ состояния рынка железорудного сырья в Республике Казахстан

№8

Итемен Н.М., Муртазин Е.Ж., Абсаметов М.К.

Извлечение лития из пластовых рассолов нефтегазовых месторождений Южного Мангышлака

№10

Ченсизбаев Д.Б., Аденова Д.К.

Анализ технологий извлечения лития и его соединений из природных рассолов

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

№1

Исабек Т.К., Зейтинова Ш.Б., Жүніс Г.М.

Жер асты бөлігін тік оқпандармен ашу кезінде пайдалы қазбалар кен орындарын аралас қазу тәжірибесіне шолу

№3

Тә С.Г.

Повышение эффективности добычи золота на основе технологии оптимизации конструкции горнотехнической системы

№5

Rakishev B.R., Mataev M.M., Kenzhetaev Zh.S., Shampikova A.Kh.

Innovative methods for restoring filtration characteristics of borehole uranium ores in Kazakhstan's fields

№7

Акбаров Т.Г., Нишанов А.Ш., Уразов Ж.Д., Нишанов Д.К.

Пути повышения полноты извлечения запасов при подземной разработке золоторудного месторождения Кочбулак

№9

Мусин А.А., Матаев А.К., Абеуов Е.А.

Анализ методов управления разубоживанием руды при отработке маломощных залежей

№10

Urazov J.D., Nishanov A.Sh., Ashirov Yu.N.

Practice of using the chamber and pillar mining systems in extracting small ore bodies at the Kochbulak mining deposit with unbalanced mineralization

№11

Рабатұлы М., Мусин Р.А., Кенетаева А.А., Балниязова Г.М.

Разработка технологии строительства скважины для снижения внезапных выбросов угольных пластов Карагандинского бассейна

Zhalbyrov Zh.D., Zamaliyev N.M., Valiev N.G., Zhanseitov A.T.

Improvement of cyclic-flow technology for deposits with low ore content and high productivity

№12

Битимбаев М.Ж., Абен Е.Х., Юсупов Х.А.

Развитие теории создания природоподных комбинированных геотехнологий и возможности их практической реализации

ГЕОЛОГИЯ

№1

Абдуллаев Г.С., Смирнов А.Н., Сахатов Ш.Б.

Рифогенные комплексы в пермских отложениях молассовой формации гор Тахтаатау Западного Узбекистана

№6

Ибрагимова Д.А., Портнов В.С.

Химико-петрографические исследования углей Шубаркольского месторождения

№10

Агалиева Б.Б., Амралинова Б.Б., Фролова О.В., Рагданова А.А.

Шығыс Қазақстанның көлдерінің геохимиясының ерекшеліктері

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

№8

Смоляр В.А., Муртазин Е.Ж., Мирошниченко О.Л.,

Трушель Л.Ю.

Формирование геoinформационной системы термоминеральных и промышленных подземных вод Западного Казахстана

№8

Ченсизбаев Д.Б., Аденова Д.К.

Гидрогеологические особенности Шу-Сарысуьской провинции

№11

Сапарғалиев Д.С., Муртазин Е.Ж., Смоляр В.А., Нурпеисов Р.А.

Перспективы освоения пресных подземных вод меловых отложений Жемского артезианского бассейна в Актюбинской области

ГЕОДЕЗИЯ

№4

*Болатбек Ш.Ә., Нұрлыжігітов Ж.Ә., Мұқаметжан М.Б.***Сызықтық нысандарының деформацияларын геодезиялық бақылаудың ерекшеліктері****ГЕОФИЗИКА**

№5

*Хасанов Р.К.***Возможности сейсморазведки при поисках неантиклинальных ловушек нефти и газа Бухаро-Хивинского региона****РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД**

№1

*Ескенова Г.Б., Абдиева А.Т., Есен А.М.***Способы оптимизации буровзрывных работ****ВЗРЫВНОЕ ДЕЛО**

№4

*Каржауова Э.К.***Основные тенденции и проблемы подготовки горных пород к выемке взрыванием в условиях отработки увеличенными уступами**

№5

*Каржауова Э.К.***Разработка эффективного способа взрывания высоких уступов карьеров с использованием эмульсионных взрывчатых веществ**

№10

*Имашев А.Ж., Мусин А.А., Матаев А.К., Суимбаева А.М.***Методы снижения коэффициента излишка сечения при проведении горизонтальных выработок взрывным способом**

№12

*Ракишев Б.Р., Мусахан А.Б.***Рациональные параметры расположения отбойных и оконтуривающих зарядов в горизонтальных подготовительных выработках****ГЕОМЕХАНИКА**

№3

*Абеуов Е.А., Танекеева Г.Д.***Қазақстанның кен орындарын игерудің геомеханикалық проблемалары***Бочаров М.В.***Напряженно-деформированное состояние крепи произвольного очертания и массива горных пород при нелинейном деформировании**

№6

*Тян С.Г.***Геомеханические расчеты устойчивости бортов угольного разреза**

№10

*Abdibaitov Sh.A., Khussan B., Ivadilinova D.T., Lozynskiy V.H.***Methods for prediction of the conditions of dip formation on the ground surface during underground development ore deposits****МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО**

№7

*Тулешов А.К., Лезин А.Н., Досмухамедов Н.К., Токенов Н.М.***Воздушная роботизированная система для мониторинга качества руд в естественном залегании**

№8

*Казаков А.Н., Хамитов Н.А.***Угловые границы установки станции методом обратной засечки на электронных тахеометрах**

№11

*Рысбеков К.Б., Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М.,**Кыргизбаева Г.М.***Геодинамический и геотехнический мониторинг состояния горного массива при разработке месторождений полезных ископаемых**

№12

*Рысбеков К.Б., Нурпеисова М.Б., Касымканова Х.М.,**Кыргизбаева Г.М.***Мониторинг медленных движений земной коры в рудоносных регионах Казахстана****КРЕПЛЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

№1

*Демин В.Ф., Мусин Р.А., Байкенжсин М.А., Асанова Ж.М.***Обоснование параметров систем контурного крепления горных выработок с учетом геомеханики массива**

№11

*Байкенжсин М.А., Асанова Ж.М., Абдибаитов Ш.А.***Совершенствование несущей способности арочной рамой крепи**

№12

*Акрапбайева А.Г., Исабек Т.К.***Application of the alkali-free setting accelerator and superplasticizer for shotcrete support of mine workings****ПЕРЕРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

№2

*Mukhametkhan Ye., Mukhametkhan M., Zhabalova G.G.,**Shevko V.M.***The influence of temperature on the change of the Gibbs free energy in the thermodynamic interaction of iron phosphate with hydrogen and carbon monoxide**

№4

*Narzullayev Ja.***Research of sulfide and carbon material with the purpose of studying physico-chemical transformations during its roasting**

№10

*Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е.***Балансовые опыты комплексной переработки золы хлорированием с получением металлургического глинозема и кремнезема****ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

№1

*Умарова И.К., Хайитов О.Г., Бердикулов Ш.А.***Технологические исследования на обогатимость золотосодержащих руд месторождения Кызылалма участка Самарчук**

№2

*Арипов А.Р., Ахтамов Ф.Ә., Саудахмедов А.А., Вохидов Б.Р.***Разработка технологии обогащения вермикулитовых руд Караузякского месторождения**

№3

*Vorobyov A.E., Peregudov V.V.***Technologies for extracting nanogold from natural and technogenic ores**

№12

Турбекова К.С., Каткеева Г.Л., Оскембеков И.М., Султангазиев Р.Б.

Коллективная флотация обескремненного техногенного баритового сырья

МЕТАЛЛУРГИЯ

№6

Kholikulov D.B., Ruzikulov Q.M., Khaidaraliev K.R.

Improving the technology of waelzation of zinc cakes

№8

Sanakulov K., Ergashev U.A., Polvanov S.K.

Semi-industrial testing of silver production scheme from waste solutions of ion exchange resin regeneration

№9

Ақбаров М.С., Чернышова О.В., Усольцева Г.А., Ақпанбаев Р.С.

Влияние технологических параметров на процесс электрохимического растворения сплава олова со свинцом

№11

Серикканов А.С., Жолдыбаев К.С., Кантарбаева Д.О., Мукашев Б.Н.

Метод шлакового рафинирования для очистки металлургического кремния

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

№2

Хайитов О.Г., Саидова Л.Ш.

Методика энергетического мониторинга транспортных систем глубокого карьера

№7

Исбаева А.Е., Елемесов К.К., Бортебаев С.А., Басқанбаева Д.Д.

Исследование работы корпусов центробежного насоса из фибробетона под воздействием водно-песчаной смеси

№9

Akanova G.K., Stolpovskikh I.N., Kolga A.D., Podbolotov S.V.

Improvement of the design of turbomachines

№9

Исаметова М.Е., Абилезова Г.С., Карпеков Р.К., Ткаченко Д.Е.

Исследование влияния конструкции центробежного колеса на напорные характеристики многоступенчатого насоса

№11

Isametova M.E., Abilezova G.S., Akhmedov Kh.A.

Computer simulation of liquid kinematics in a centrifugal pump and verification of calculation results with experimental data

№12

Ивадилинова Д.Т., Кулжабаева Д.С., Мустафин С.А., Хусан Б.

Анализ процессов доставки и отгрузки руды в условиях систем отработки подэтажными штреками

ГЕОИНФОРМАТИКА

№6

Тажыбаев Д.К., Кыдрашов А.Б., Мурзагалиева А.А., Абдыгалиева А.К.

Түйіспе қазбасына кернеудің әсерін тау-кен технологиялық параметрлерді ескеріп сандық модельдеу

№7

Ozhigin S.G.

Digitization of mining assets with K-Mine

Ивадилинова Д.Т., Шамишев О.Ш., Богжанова Ж.К.

Тау-кен қазбаларын бекіту түрін таңдау үшін көмір қабаттарының табиғи газдылығын модельдеу әдістемесін әзірлеу

НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО

№4

Агзамов А.А., Аббасова С.А., Агзамова С.А., Ибрагимов Х.Р.

Оценка степени влияния геологических факторов на эффективность кислотного гидравлического разрыва пласта

ГЕОЭКОЛОГИЯ

№5

Накатаев М., Тайбеков Е.С., Ақбаева Л.Х.

Экологическая безопасность при модернизации пескоотстойников

№11

Муратханов Д.Б., Рахимов Т.А., Рахметов И.К.

Прогноз предотвращения негативных антропогенных нагрузок в Прибалхашье при помощи математического моделирования

№9

Муратханов Д.Б., Рахметов И.К.

Эколого-гидрогеологическое состояние Торангалыкского залива с проведением гидрохимического опробования

ЭКОНОМИКА ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

№6

Андрюкова И.В.

Цифровизация и управление технологическим процессом в горнодобывающей отрасли

ОХРАНА ТРУДА И БЕЗОПАСНОСТЬ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

№12

Семсер Р.М., Суымбаева А.М., Асаинов С.Т., Матаев А.Қ.

Қазақстанның кен шахталарын желдету жүйелерінің ерекшеліктері

ИСТОРИЯ ГОРНОГО ДЕЛА

№8

Найманбаев М.

Мы разили фашистов свинцом Ачисая

Битимбаев М.Ж.

Инженерное обеспечение создания в рабочем режиме новых технологий и технической оснастки для безопасности и рентабельности производственных процессов

Крупник Л.А.

Комбинат «Ачполиметалл» – основоположник пастовой закладки

№10

Крупник Л.А.

Академик О.А. Байконуров и закладочные работы в Казахстане

№10

Битимбаев М.Ж.

Кадры, союз науки и производства и техническая политика – основа эффективного использования минерального сырья (к 95-летию Ачисайского полиметаллического комбината)

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 (-ий), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
- аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация предоставляется на казахском, русском и английском языках объемом не менее 700 и не более 900 символов (примерно 150...200 слов);
- ключевые слова в количестве 6...10 устойчивых словосочетаний, по которым в дальнейшем будет выполняться поиск статьи (сокращения и аббревиатуры не допускаются): ключевые слова отражают специфику темы, объект и результаты исследования и предоставляются на казахском, русском и английском языках;
- текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение/ выводы);
- список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2015 года, предоставляется на казахском, русском и английском языках.

РИСУНКИ должны иметь расширение графических редакторов CorelDraw, Photoshop, Illustrator и т. п.). Фотографии должны быть предельно четкими в графическом формате (TIFF, JPEG, CDR) с разрешением не менее 300 dpi. Все буквенные и цифровые обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисовочном текстах. Надписи и другие обозначения на графиках и рисунках должны быть четкими и легко читаемыми. **ПОДПИСИ К РИСУНКАМ и ЗАГОЛОВКИ ТАБЛИЦ ОБЯЗАТЕЛЬНЫ.** Оформляются отдельным блоком на казахском, русском и английском языках.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ следует набирать в формульном редакторе MathTypes Equation или MS Equation, греческие и русские буквы в формулах набирать прямым шрифтом (опция текст), латинские – курсивом. **Обозначения величин и простые формулы в тексте и таблицах набирать как элементы текста** (а не как объекты формульного редактора). Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в последующем изложении. Нумерация формул сквозная.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ составляется в порядке цитирования и оформляется в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на литературу в тексте отмечаются по мере их появления порядковыми номерами в квадратных скобках. Список приводится на казахском, русском и английском языках.

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.

К 85-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДИАСА ГАБДУЛХАКИМОВИЧА БУКЕЙХАНОВА



**Диас
Габдулхакимович
Букейханов
(1937-2017 гг.)**

Диас Габдулхакимович Букейханов – известный ученый в области открытой разработки месторождений полезных ископаемых, создания систем автоматизированного проектирования карьеров и геоинформационных технологий, доктор технических наук, профессор, академик Академии минеральных ресурсов РК, Международной академии минеральных ресурсов, Международной академии информатизации и Академии горных наук РФ.

Диас Габдулхакимович родился в г. Чимкенте, окончил Ташкентский политехнический институт (1961 г., горный инженер), прошел трудовой путь от помощника машиниста экскаватора до технического руководителя Центрального карьера рудника Кальмакыр Алмалыкского ГМК им. В.И. Ленина. В 1967 г. перевелся в Институт горного дела АН КазССР. С 1969 г. по 1985 г. работал старшим преподавателем, доцентом КазПТИ им. В.И. Ленина. В 1985 г. Д.Г. Букейханов по конкурсу был избран заведующим лабораторией открытой разработки недр ИГД АН КазССР, а в январе 1996 г. – заместителем директора по науке. В 2001 г. вместе с лабораторией перевелся в РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья РК», в 2013 г. вместе с отделом в составе трех лабораторий возвращается в ИГД им. Д.А. Кунаева, где работал до последнего дня жизни.

Активной научно-исследовательской работой Диас Габдулхакимович стал заниматься с 1968 г. Под его руководством и при непосредственном участии сформированы с позиции системного подхода основные закономерности проектирования и функционирования

карьера как большой системы, созданы научные основы автоматизированного проектирования карьеров, новые модели подсистем горно-обогажительных производств, формирования технологических схем выемочно-погрузочных работ, транспорта горной массы и оптимизационных моделей. Научные труды Д.Г. Букейханова широко известны горной общественности нашей республики и за рубежом. Разработанные технологии внедрены со значительным экономическим эффектом при проектировании горных предприятий: Маланджханд (Индия), Айнак (Афганистан), Асарел (Болгария), Кастельянос (Куба), Озерный ГОК (Россия), Полтавский ГОК (Украина); карьеров ПО «Каратау», АО «ССГПО», ТОО «Корпорация Казахмыс», АО «Варваринский ГОК», ТОО «NOVA-ЦИНК» и т.д.

Значителен вклад Д.Г. Букейханова в пропаганду достижений горной науки Казахстана в СНГ и за рубежом. Он являлся постоянным участником ведущих мировых симпозиумов в области горного дела: MPES (International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection) и WMC (World Mining Congress). Его доклады получили одобрение на симпозиумах в более чем 20 странах мира, в том числе: Австралии, Англии, Болгарии, Германии, Индии, Италии, Канаде, Китае, Польше, России, Тайланде, Чили, ЮАР.

Д.Г. Букейхановым опубликовано более 240 трудов, включая монографии и патенты. Под его руководством подготовлено 4 доктора технических наук, 15 кандидатов, 3 магистра.

Многогранная и плодотворная научно-педагогическая и инженерная деятельность Д.Г. Букейханова получила высокую оценку: он награжден нагрудными знаками «За отличные успехи в работе высшей школы СССР», «За заслуги в развитии науки РК», «Кеңші даңқы», Бронзовым орденом НАГН, памятной медалью «Алтыналмас». Является Лауреатом Премий имени академика К.И. Сатпаева и академика Ш.Е. Есенова. За значительный вклад в горную науку Казахстана и развитие Института Д.Г. Букейханову присвоено звание «Почетный научный сотрудник Института горного дела им. Д.А. Кунаева».

Диаса Габдулхакимовича нет с нами уже более 5 лет, однако, вспоминая его, коллеги, ученики и друзья отмечают его как неординарную, высокообразованную личность, человека целеустремленного, с широким кругозором, скромного и чуткого по отношению к другим, открытого в общении. Таким он останется в нашей памяти навсегда.

А.А. Бояндинова

*доктор технических наук, доцент, ученый секретарь
Филиала РГП «НЦ КИМС РК» «Институт горного дела им. Д.А. Кунаева»*