

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 **20.10.2022 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. Масягин

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 (Узбекистан), 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

® – статья на правах рекламы

① – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

- 3** Колонка главного редактора
- 4** На Малеевском руднике «Казцинк» используется новая система оповещения персонала об аварийных ситуациях [®]
- 6** В Среднюю Азию шаг за шагом
- 8** Курс на бизнес-возможности
Геотехнология
- 11** *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
Минерально-сырьевые ресурсы
- 19** *Ченсизбаев Д.Б., Аденова Д.К.
Анализ технологий извлечения лития и его соединений из природных рассолов
Геология
- 26** *Агалиева Б.Б., Амралинова Б.Б., Фролова О.В., Рагданова А.А.
Шығыс Қазақстанның көлдерінің геохимиясының ерекшеліктері
Геомеханика
- 32** Abdibaitov Sh.A., *Khussan B., Ivadilina D.T., Lozynskiy V.H.
Methods for prediction of the conditions of dip formation on the ground surface during underground development ore deposits
Буровзрывные работы
- 38** Имашев А.Ж., *Мусин А.А., Матаев А.К., Суимбаева А.М.
Методы снижения коэффициента излишка сечения при проведении горизонтальных выработок взрывным способом
Переработка полезных ископаемых
- 44** *Досмухамедов Н.К., Жолдасбай Е.Е.
Балансовые опыты комплексной переработки золы хлорированием с получением металлургического глинозема и кремнезема
История горного дела
- 52** *Крупник Л.А.
Академик О.А. Байконуров и закладочные работы в Казахстане
- 56** *Битимбаев М.Ж.
Кадры, союз науки и производства и техническая политика – основа эффективного использования минерального сырья (к 95-летию Ачисайского полиметаллического комбината)
- 60** В новую инструментальную реальность с MITEX 2022
- 62** Требования к оформлению статей
Юбилей
- 64** Евгений Николаевич Ольшанский (к 80-летию со дня рождения)

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат
Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

Дорогие читатели!

Уважаемые коллеги!

Сентябрь для представителей наших специальностей и других заинтересованных лиц был знаменателен ежегодно проводимой выставкой достижений горно-обогатительного комплекса «Центрально-азиатская международная выставка «Горное оборудование, добыча и обогащение руд и минералов – Mining and Metals Central Asia – 2022». Несмотря на сложную ситуацию во взаимоотношениях развитых в сфере добычи и производства металлов стран, интерес, связанный, в первую очередь, с видением каждого государства, компании и отдельных людей – представителей науки, производства, проектирования – дальнейшего облика производственных единиц и содержания геотехнологий и минералургии, остается общим.

Такая общность интересов и принимаемых решений была содержательно представлена на стендах всех участников выставки. Истина в достижении высоких вершин эффективности производства проста – надо жить в тесном общении с коллегами. Взаимообогащение новыми знаниями – наилучший капитал с высоким уровнем рентабельности.

Новые технологии, технические новинки и пути развития с прицелом на будущее иногда, благодаря гению личностей, их неустанному труду и неординарному мышлению, становятся известными, оставаясь нереализованными за десятки лет до своей востребованности. И это тоже уроки жизни, которые мы наблюдаем, о существовании которых мы знаем, но они ждут своего часа. Такая коллизия рождается, видимо, из глубины души пусть даже самых образованных инженеров и ученых. Но так есть!

В геологии и горном деле можно вспомнить важнейший на сегодня вопрос влияния кларков химических элементов в земной коре на прогноз и поиски месторождений металлов нового типа наряду с учетом других геохимических закономерностей. Систематически этим вопросом начал заниматься Ф.У. Кларк в 80-е годы XIX века. Но только В.И. Вернадский в начале XX века показал в своих трудах значимость кларков и вообще роль геохимии, выросшей из минералогии. Сегодня на основе кларков и минимальных промышленных содержаний создается база прогнозов наличия запасов металлов.

В сентябре 2022 года мы праздновали 110-летний юбилей выдающегося ученого-горняка О.А. Байконурова. За свой короткий век пребывания в этом мире (он прожил всего 68 лет, уйдя от нас в 1980 году) Омирхан Аймагамбетович не только создал научную школу горняков, но и в своих научных изысканиях сумел опередить время во многих направлениях развития горной науки, оказав неоценимую помощь нам через 30-40 лет в продолжении своего творческого наследия. Бинарную классификацию и выбор методов подземной разработки полезных ископаемых сегодня, спустя 53 года с момента ее публикации, мы можем использовать с видимым экономическим эффектом в своей практике. Создание и развитие физико-технических и физико-химических геотехнологий, объединение и совмещение в одном производственном процессе геотехнологии и минералургии, являясь новым достижением мирового уровня, построены с использованием тех же принципов многоуровневой и матричной классификации, на которых обосновал свой классический труд О.А. Байконуров. Вопросы технологической классификации геотехнологий и минералургии тесно сочетаются с необходимостью перехода в производстве металлов на рельсы циркулярной экономики и обеспечения нулевого углеродного баланса.

Создание производства металлов на основе совмещенного принципа добычи и переработки руды вмещают в себя, как составную часть, идею, изложенную в свое время одним из выдающихся теоретиков горных наук Саменом Викторовичем Цоем.

Горные работы напрямую связаны со своевременным и безошибочным решением вопросов геомеханики и наиболее трудоемких и определяющих эффективность горных работ буровзрывных и погрузочно-доставочно-транспортных процессов. В этих направлениях свое веское слово успел сказать опять же 50-55 лет назад наш незабвенный учитель О.А. Байконуров. Созданные им вместе с его учениками А.А. Зарубинским, А.Т. Филимоновым, Л.А. Крупником, Т.И. Маулямбаевым, М.Ж. Битимбаевым пластинчатые конвейеры для доставки руды из системы камер к блоковым рудоспускам, технологические схемы механизации горных работ с их расчетным математическим аппаратом, теоретическое обоснование и практическое применение новых направлений использования законов физики – горной геофизики и твердеющей очистного пространства на основе явления тиксотропности; применение математического аппарата теории массового обслуживания (теории очередей) для расчета составов погрузочно-доставочно-транспортных комплексов на открытых и подземных горных работах – вот квинтэссенция из огромного объема трудов – плодов его прозорливости и дара предвидения.

Хочется пожелать всем, кто избрал в своей жизни стезю горного инженера на поприще ученого или непосредственно в забоях подземных кладовых, быть всегда на острие событий и уметь находить критический путь к успешному завершению своих творческих мыслей!

Успехов и благополучия в нашем нелегком и благородном труде!



НА МАЛЕЕВСКОМ РУДНИКЕ «КАЗЦИНКА» ИСПОЛЬЗУЕТСЯ НОВАЯ СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ОБ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

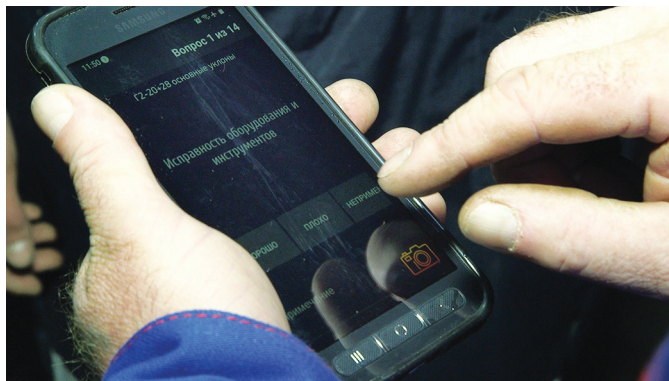
Последние несколько лет реализуется проект «Автоматизация управления операционной деятельностью Малеевского рудника». Специалистами службы цифровой трансформации ГОК «Алтай» разработано собственное мобильное приложение, а персонал рудника обеспечен корпоративными смартфонами.

– Использование смартфонов при работе в подземных условиях позволяет повысить безопасность, обеспечить оперативный обмен информацией с горными мастерами и центром управления производством (ЦУП), – рассказывает менеджер по цифровой трансформации Малеевского рудника **Алексей Бондарчук**. – С помощью смартфонов на руднике оцифрованы отдельные направления по технике безопасности, а также осуществляется переход на электронный документооборот.

Так, с 2020 года на Малеевском руднике введена в эксплуатацию система управления электронными нарядами-заданиями, которая позволила отойти от бумажных бланков. Сегодня вся информация приходит сотрудникам на телефоны и подписывается с помощью электронной цифровой подписи.

С помощью смартфонов заполняют чек-листы проверки рабочих мест и оборудования. Все результаты в режиме онлайн доступны для просмотра на информационном портале Малеевского рудника. Если выявляется отклонение, то с помощью приложения производится его фотофиксация. В этом случае служба безопасности, ЦУП и начальники участков получают уведомление на электронную почту. Само мобильное приложение называется «Чек-лист».

– Наше приложение работает как при наличии подключения к сети wi-fi, так и в режиме офлайн. Однако участков вне зоны сети в шахте практически



нет. Даже отдаленные забои обеспечены связью за счет переносных роутеров, установленных на самоходном оборудовании, – продолжает **Алексей Бондарчук**. – Мы постоянно совершенствуем и расширяем функционал приложения. В этом году мы разработали сервис, который выполняет рассылку уведомлений на смартфоны. Теперь в случае аварийной ситуации на телефоны сотрудников поступит оповещение.

Главный технолог ЦУП через приложение инициирует рассылку уведомлений персоналу в шахте.

– Технолог отмечает в приложении нужный пункт и нажимает кнопку «Отправить оповещение». В случае учебной тренировки устанавливается признак «Учебное оповещение», – рассказывает **Алексей Бондарчук**. – Сообщение на смартфоне сопровождается звуковым сигналом с вибрацией и повторяется каждые 10 секунд, до тех пор, пока сотрудник не просмотрит его. В уведомлении содержатся сведения об аварии и информация по запасным выходам.

Стоит отметить, что на корпоративных телефонах Малеевского рудника есть и мобильная версия приложения MS Teams. С помощью мессенджера обеспечивается коммуникация между сотрудниками, а также реализуется доступ к документации. В режиме онлайн есть возможность просмотреть нужный документ, например, открыть инструкцию по технике безопасности, просмотреть паспорт буровзрывных работ.



Материалы предоставлены Управлением по связям с общественностью ТОО «Казцинк»

K-MINE
REACH NEW LEVEL



SATBAYEV
UNIVERSITY

Приглашаем на Международный научно-практический семинар

“Цифровая трансформация горной промышленности как драйвер роста науки и образования”

18 ноября 2022 г. на базе Satbayev University
Конференц-зал Нефтяного корпуса, ул. Сатпаева 22, г. Алматы

Стратегические вопросы семинара:

- создание умных предприятий и цифровых двойников месторождений
- комплексное управление производственными и бизнес-процессами компании
- функциональные возможности K-MINE и лайфхаки работы с диджитал инструментами
- опыт и экономические показатели компаний, внедривших K-MINE
- персональные технические консультации

Будем рады видеть Вас среди наших гостей!

 [kmineeurasia](#)

 [k-mine-eurasia](#)

 [KMINEEurasia](#)

mail@k-mine.com

k-mine.com

В СРЕДНЮЮ АЗИЮ ШАГ ЗА ШАГОМ

Перед каждой промышленной компанией рано или поздно возникает задача масштабирования, освоения новых рынков и оптимизации бизнес-процессов, чтобы обеспечить себе устойчивый рост. Страны Средней Азии на протяжении последних пяти лет привлекают все большее внимание крупных международных компаний, как перспективный регион для роста и развития бизнеса. О том, как начиналась история компании ESAB на рынке и планах ее развития в регионе – в материале «Горного журнала Казахстана».

Партнер в сварке и резке

На рынок Средней Азии компания вышла в 2007 году, представив потенциальным заказчикам передовые технологии в области сварки и резки. Быстро-му темпу разворачивания мощностей в регионе во многом способствовал высокий спрос на технологическое оснащение и модернизацию от предприятий региона. Это позволило практически сразу включиться в процесс, перейти к разработке комплексных решений и интеграции их в производство.

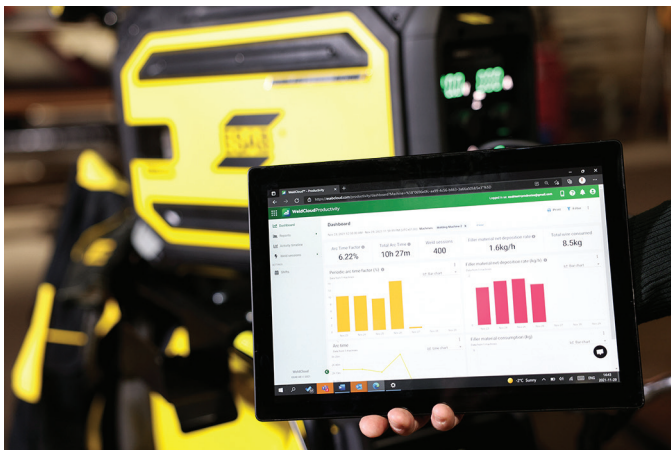
АО «Шубарколь комир» входит в состав ERG и является на сегодняшний день одним из крупнейших производителей энергетического угля в Казахстане. В ведении предприятия находятся два угольных разреза в Карагандинской области – Центральный и Западный, где ежегодно добывается 11,4 млн тонн угля.



Так, промышленные компании в Узбекистане уделяют большое внимание внедрению в производство инновационных технологий. Каждая новая компания стремится с самого начала внедрять в производство цифровые и роботизированные решения. Именно в Узбекистане были реализованы первые в регионе проекты с программным обеспечением для сбора и анализа данных WeldCloud. Это программное обеспечение представляет собой защищенную, надежную и масштабируемую платформу аналитики данных, что помогает совершенствовать сварочные операции за счет контроля основных параметров каждого выполненного сварочного шва.

«Узбекистан в своей экономической стратегии большое внимание уделяет инновационным технологиям. Каждое новое предприятие строится с учетом внедрения в производство процессов цифровизации, роботизации. Изначально мы развивали в Узбекистане сотрудничество с компаниями в газовом сегменте. Один из ярких примеров – поддержка проекта по строительству крупнейших заводов по переработке природного газа и производству синтетического жидкого топлива (проекты GTL и GTL-2)», – рассказывает Екатерина Татарина, директор по продажам ESAB, регион Центральная Азия.

За годы присутствия в регионе компания ESAB успешно прошла весь путь от прямого поставщика сварочного оборудования клиентам до компании с развитой дистрибьюторской сетью и собственным сервисным центром. Сегодня ключевая задача – постараться быть ближе к конечному потребителю в регионе. Для этого увеличивается штат сотрудников, наращиваются складские запасы в Алматы и ведется работа по оптимизации логистики, в том числе, и поставки сварочных материалов



с производства в Тюмени, расположение которого позволяет закрывать потребности заказчиков стран Средней Азии.

«Сейчас Казахстан обладает второй крупнейшей экономикой в Средней Азии и второй по объему бизнеса страной для ESAB в России и СНГ. За долгие годы работы нам удалось укрепить свои позиции и стать безусловным лидером. Однако, это не повод останавливаться ни в расширении ассортимента продукции, ни в улучшении логистических путей и сервисной поддержки», – отмечает **Алексей Нужный**, генеральный и финансовый директор ESAB в России и СНГ.

На сегодняшний день, в тесном сотрудничестве с дистрибуторами компании удалось реализовать проекты с крупными предприятиями горнодобывающей и нефтегазовой отраслях, в числе которых ТОО «АтырауНефтеМаш», АО «Шубарколь Комир» (входит в «Eurasian Resources Group»), АО «Навоийский горно-металлургический комбинат» и многими другими компаниями. Подобное сотрудничество и поддержка дилеров в регионе дает возможность ESAB быть ближе к своим

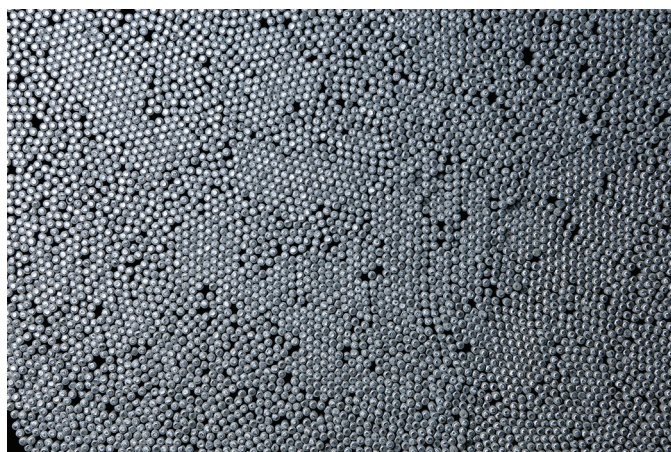


заказчикам, быстро реагировать на запросы и закрывать все потребности среднеазиатского рынка.

Так, сотрудничество АО «Шубарколь комир» и ESAB началось только в 2021 году. Однако на данный момент успешно завершены два опытно-промышленных испытания на площадках производителя энергетического угля. Уже в этом году АО «Шубарколь Комир» включила решения компании в ремонтную программу предприятия и приобрела сварочное оборудование, проволоку и наплавочные электроды компании.

Профессиональная подготовка

Вместе с технологической поддержкой компания ESAB уделяет особое внимание подготовке и переподготовке специалистов в области сварки и резки. Совместно с дистрибуторами ведется поддержка чемпионатов по стандартам WorldSkills, местных учебных заведений. Подобный подход



способствует популяризации рабочих специальностей, повышению качества профессионального образования и, как следствие, технологическому развитию промышленности региона в целом. Ведь именно навыки, компетенции и знания молодых специалистов во многом определяют надежность и эффективность производственного процесса, внедрение новых технологий и качество конечного продукта.

Кроме этого, компания активно сотрудничает с Моноцентрами в Узбекистане, которые занимаются подготовкой, переподготовкой и трудоустройством специалистов, в том числе сварщиков, так как эта профессия является одной из самых востребованных в регионе.

Подобный комплексный подход позволяет занять сильную позицию в регионе и выстроить долгосрочные отношения с заказчиками.

КУРС НА БИЗНЕС-ВОЗМОЖНОСТИ

Сентябрь 2022 года отметился сразу несколькими важными для промышленного рынка Казахстана и Центральной Азии событиями. Прошли выставки Mining&Metals Central Asia, Kazcomak, TransLogistica Kazakhstan, Kazakhstan Machinery Fair и другие. Кроме того, свое представительство в Казахстане открыло агентство Marketing from Timchenko, основная специализация которого – индустриальный маркетинг. О современных трендах в продвижении и эффективных инструментах для развития бизнеса рассказывает генеральный директор агентства Светлана Тимченко.

Маркетинг в турбулентность

2022 год войдет в историю, как время, когда изменившийся привычный порядок вещей вынудил бизнес решать задачи за пределами формировавшейся десятилетиями зоны комфорта. Если раньше для многих компаний было допустимо отмалчиваться, сосредоточиваться на редких выставках и присвоить этому статус успешного маркетинга, то сегодняшние реалии, несомненно, требуют более продуманных финансовых инвестиций и измеримых инструментов, позволяющих проанализировать, на что тратятся деньги.

В итоге, в плюс удается выйти тем компаниям, которые вкладывались в маркетинг, в свою репутацию и уже зарекомендовали себя на рынке. При этом глобальные бренды, хорошо известные в Европе, но не представленные до этого момента в Средней Азии, не могут рассчитывать на радушный прием. Здесь они новички и борются за клиентов и выживание наряду с локальными компаниями.

Объединяй и властвуй

Что отличает эффективный маркетинг от неэффективного? В первую очередь, прогнозируемый результат и работающие инструменты, а также омниканальный подход. Последнее подразумевает сбалансированное присутствие во всех каналах коммуникации, среди которых корпоративный сайт, публикации в отраслевых СМИ, участие в выставках, работа на прочих публичных площадках. Именно тогда маркетинг позволяет сформировать позитивный образ компании, привлечь новых клиентов, обойти конкурентов, выйти на новые рынки, становится подспорьем для отдела продаж.

Положительный образ и узнаваемость компании среди клиентов складывается из многих факторов, но, в первую очередь, зависит от того, что и как компания транслирует рынку, насколько регулярно ведется коммуникация. Не стоит рассчитывать, что вас запомнят только потому, что раз в году компания участвует в выставке и размещает рекламный модуль в журнале к мероприятию. В то же время, регулярное отлаженное взаимодействие с отраслью, например, посредством



Светлана Тимченко

генеральный директор Marketing from Timchenko

Marketing from Timchenko – международное агентство, специализирующееся на индустриальном маркетинге. Более 25 лет разрабатывает и внедряет комплексные решения для металлургических, горнодобывающих, обрабатывающих и машиностроительных предприятий в СНГ, России и Европе. В числе основных услуг – разработка позиционирования и фирменного стиля, повышение узнаваемости, вывод на новые рынки сбыта, формирование устойчивого присутствия в информационном поле и умах заказчиков.

прессы, поможет привлечь новых и удержать старых клиентов. В период турбулентности – это еще и подтверждение ваших серьезных намерений, сигнал партнерам – вы открыты, продолжаете работать и выполнять обязательства.

Тихе едешь – дальше будешь?

Пока одни компании активно ищут новые рынки сбыта, другие – заняли выжидательную позицию. Безусловно, выход на незнакомую площадку требует от компании тщатель-

ной подготовки, но в отдельных случаях работа с новыми партнерами за пределами знакомого региона – единственный способ развиваться, и конкуренция там растет.

Чтобы выход на новый рынок прошел максимально успешно, у компании должны быть «тщательно вымыты полы» на своем внутреннем рынке. Невозможно представить свой продукт и решения в новом регионе, если компания не сформировалась, не достигла совершеннолетия в родной среде. Кроме того, необходима стратегия и четкая постановка целей, которым будут подчиняться все без исключения направления

Маркетинг – это не отдел, а философия, вся компания целиком. От того, насколько квалифицированы и мотивированы ваши сотрудники, во многом зависит успех бизнеса.

деятельности и сотрудники компании. Так, без участия технических специалистов невозможна подготовка качественных пресс-материалов, а HR-отдел с большей легкостью выполнит стоящие перед ним задачи, если заручится поддержкой маркетингового подразделения.

Однако не стоит забывать, что маркетинг – не волшебная таблетка, которая в одночасье решит все проблемы бизнеса. Маркетинг – это, скорее, марафон, игра вдолгую.

Смотри в оба

Часто случается так, что компания не использует и половины рабочих маркетинговых инструментов, в частности, присутствует на строго ограниченном числе выставок. Так, мы сталкиваемся с этим регулярно в сфере логистики. Из года в год посещая одни и те же отраслевые мероприятия, стоя бок о бок с конкурентами, транспортные компании упускают из виду самое главное – возможность установить прочные деловые связи с широким кругом своих клиентов. Квалифицированный анализ сфер и отраслей, в которых уже работает и в перспективе может работать перевозчик, позволяет найти неохваченные направления.

В логистических услугах нуждаются все производители, независимо от сферы, в которой они работают – горнодобывающей, дорожно-строительной, лесоперерабатывающей, металлообрабатывающей и других отраслях. По этой причине на специализированных выставках помимо профильных компаний-экспонентов изредка, но можно встретить стенды логистов. Как правило, это компании, идущие на шаг или два впереди своих конкурентов.

Учиться и еще раз учиться

Презентабельный сайт и участие в выставках не гарантируют притока клиентов, если персонал не разделяет заявленных и публично демонстрируемых ценностей.

Обучение было и остается одним из лучших способов сохранить связь с реальностью, командой и своими заказчиками. Так, компании, в которых сведена к минимуму профподготовка, со временем рискуют обнаружить, что сотрудники стали неконкурентоспособными относительно тех, кто продолжил инвестировать в знания.

Еще одно заблуждение связано с тем, что маркетинг отождествляется с рекламой и пиаром. Безусловно, грамотный маркетолог должен быть сведущ в этих сферах, но функционал его шире: он включает в себя не только написание пресс-релизов, но и разработку и воплощение маркетингового и коммуникационного плана на год, оперативную



корректировку курса, а также поиск перспективных направлений, укрепление позиций компании на новом рынке, если того требует ситуация.

Если жизнь подбросила лимоны, сделай лимонад

Сегодня на пространстве СНГ происходят важные интеграционные процессы. Глобальный интерес к центрально-азиатскому региону обусловлен не только санкционным давлением, но и поступательным развитием экономики стран и растущим населением.

Население Средней Азии насчитывает сегодня более 70 млн человек. По данным исследования Boston Consulting Group, через 20 лет численность жителей превысит 100 млн человек. По прогнозам аналитиков, в ближайшие годы этот обширный потребительский рынок сможет привлечь десятки миллиардов долларов инвестиций.

Сегодня Индия, Турция, Россия и другие страны рассматривают Центральную Азию как стратегического партнера. Центр нового мироустройства смещается. Данный фактор потребует от компаний и в целом региона большей маневренности.

С открытием представительства в Казахстане агентство Marketing from Timchenko продолжает деятельность в Центральной Азии, но уже в новом качестве, и готово к сотрудничеству с производственными компаниями. Наша сила в уникальном клиентском опыте, который позволяет не только максимально комфортно решать поставленные задачи, но и преодолевать современную турбулентность без потерь.

У компании всегда есть выбор – использовать открывающиеся бизнес-возможности или довольствоваться тем, что есть, работать в ногу со временем или на опережение.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА



КАЗПОЧТА ЕВРАЗИЯ ПРЕСС ЭВРИКА-ПРЕСС


Подписной индекс 75807

Заявка на главной странице сайта MINMAG.KZ

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

Заполните форму и мы перезвоним Вам в ближайшее время

 Ваше имя *


 Ваш телефон *

 Ваш e-mail *

 Полные реквизиты

 Количество экземпляров

Оформить подписку на журнал

 Все Ваши данные конфиденциальны и не распространяются третьим лицам

Следите за новостями!



minmag.kz



@minmag.kz



+7 747 343 15 02



post-dts@yandex.kz

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

Код МРНТИ 52.13.15

*J.D. Urazov^{1,2}, A.Sh. Nishanov^{1,2}, Yu.N. Ashirov²¹Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan),²Almalyk mining-and-metallurgical integrated works (Almalyk, Uzbekistan)

PRACTICE OF USING THE CHAMBER AND PILLAR MINING SYSTEMS IN EXTRACTING SMALL ORE BODIES AT THE KOCHBULAK MINING DEPOSIT WITH UNBALANCED MINERALIZATION

Abstract. The paper presents details about the experience of using the chamber and pillar mining system in small ore bodies mining with irregular mineralization in the Kochbulak gold mining deposit. The article includes a short description of the geological and mining conditions of the deposit and provides information on the development systems used for ore bodies extraction having different mining and geological properties. It refers to the conditions in which it is possible to apply the chamber-and-pillar development systems. The essence of the system, the procedure of ore bodies mining, the main features of it, its advantages and material disadvantages are also noted. It also summarizes the findings of the research carried out in the Kochbulak mine. The purpose of the study was to increase extraction indicators without the cost of ore going up.

Key words: ore mining deposit, chamber-and-pillar mining system, ore body, capacity, angle of incidence, loss of ore, enclosing rocks, ore extraction, preparation, cleaning excavation, mining system characteristics, ventilation, ore dilution.

Әрқелкі кенденумен Көшбұлақ кен орнының аз қуатты кен денелерін өңдеу кезінде игерудің камералық-бағаналық жүйесін енгізу

Аңдатпа. Бұл мақалада Көшбұлақ алтын кені кен орнын әрқелкі кендендірумен қуаты аз кен денелерін өңдеу кезінде камералық-бағаналық игеру жүйесін енгізу тәжірибесі туралы мәліметтер, сондай-ақ кен орнының қысқаша тау-кен-геологиялық жағдайлары келтірілген, әртүрлі тау-кен-геологиялық сипаттамалары бар кен денелерін игеру үшін қолданылатын игеру жүйелері туралы мәліметтер берілген. Камералық-бағаналық игеру жүйесін қолдану шарттары баяндалған, жүйенің мәні, кен денелерін өңдеу тәртібі, игеру жүйесінің негізгі параметрлері, оның артықшылықтары мен елеулі кемшіліктері келтірілген. Көшбұлақ шахтасында кеннің өзіндік құнын арттырмай жер қойнауынан алу көрсеткіштерін арттыру үшін жүргізілген зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

Түйінді сөздер: кен орны, камералық-бағаналық игеру жүйесі, кен денесі, қуаты, құлау бұрышы, кенді жоғалту, сыйымды жыныстар, кенді ұсақтау, дайындау, тазалау ойығы, игеру жүйесінің параметрлері, желдету, кенді құнарсыздандыру.

Опыт внедрения камерно-столбовых систем разработки при отработке маломощных рудных тел Кочбулакского месторождения с неравномерным оруденением

Аннотация. В данной статье даны сведения об опыте внедрения камерно-столбовой системы разработки при отработке маломощных рудных тел с неравномерным оруденением Кочбулакского золоторудного месторождения, а также приведены краткие горно-геологические условия месторождения, даны сведения о применяемых системах разработки для отработки рудных тел с разными горно-геологическими характеристиками. Изложены условия применения камерно-столбовой системы разработки, приведены сущность системы, порядок отработки рудных тел, основные параметры системы разработки, его достоинства и существенные недостатки. Приведены итоги исследований, проведенных в шахте Кочбулак для повышения показателей извлечения из недр без увеличения себестоимости руды.

Ключевые слова: рудное месторождение, камерно-столбовая система разработки, рудное тело, мощность, угол падения, потери руды, вмещающие породы, отбойка руды, подготовка, очистная выемка, параметры системы разработки, вентиляция, разубоживание руды.

Introduction

The practical significance of the work involves the fact that it will be possible to combine certain mining conditions in the mines of Angren ore management JSC AGMK. Applications given in the study can be successfully repeated.

The specificity of Kochbulak gold ore deposit is that it has a high content of the balanced resources. Thanks to this we can strive to use the wealth of natural resources more reasonably, reduce the loss of valuable minerals and improve the quality of the extracted minerals. However, it determines the mines' direction towards the chamber and pillar systems as one of the most productive and technologically simple solutions.

The chamber-and-pillar system can be used for ore bodies mining with a capacity of up to 18 m and an angle

of incidence of up to 35°. Generally, the chamber-and-pillar system has to be used for the extraction of low-value ores. This system can be used only if ribbon pillars are left between the chambers, taking into account their future excavation¹.

Room and pillar or pillar and stall is a variant of breast stoping. It is a mining system in which the mined material is extracted across a horizontal plane, creating horizontal arrays of rooms and pillars. To do this, «rooms» of ore are dug out while «pillars» of untouched material are left to support the roof overburden. Calculating the size, shape, and position of pillars is a complicated procedure, and is an area of active research [1]. The technique is usually used for relatively flat-lying deposits, such as those that follow a particular stratum. Room and pillar mining can

be advantageous because it reduces the risk of surface subsidence compared to other underground mining techniques [2]. It is also advantageous because it can be mechanized, and is relatively simple. However, because significant portions of ore may have to be left behind, recovery and profits can be low [1]. Room and pillar mining was one of the earliest methods used, although with significantly more man-power.

The room and pillar system is used in mining coal, gypsum, iron and uranium ores, particularly when found as manto or blanket deposits, stone and aggregates, talc, soda ash, and potash. It has been used worldwide from the Czech Republic to China [3] to the US.

The main advantage of the chamber-and-pillar mining is its simplicity. Namely, its simplicity makes it flexible and helps to develop ore deposits in

¹Rules of technical exploitation of mines, shafts and pits, which develop deposits of colored, rare and precious metals. – Tashkent, 2019. – 119 p. (in Russian)

various mining and geological environments. All technological alternatives are basically the same as leaving ore pillars in the mined-out space or constructing artificial blocks that support the underlying thickness [4-6].

One of the major disadvantages of the chamber-and-pillar system is the necessity for shaftmen to work directly in the excavation zone. And there is a relatively high probability of them being injured by the detached cover rocks. In fact, we can more correctly determine the rock and ore hardness characteristics that affect the reliability of the basic mining system estimates, namely the cross-sectional area of the ore pillars and the size of the mining chamber spans. This helps to improve the level of mining safety, because we are making it more reliable [4].

One of the main problems of the chamber-and-pillar mining system is the high loss of ore in the pillars. The deeper the mining is carried out, the greater the size of the pillars and the probability of ore loss (about 40-60%). This is why the extensively used variants of the chamber-and-pillar mining system at shallow and medium depths with sinking of mining operations to great depths become technically and economically non-efficient [7].

The technologies of mining with the chamber-and-pillar system are being constantly improved. Currently, a variety of methods have been created which help to avoid mining losses. These techniques are successfully applied. For example, the extraction of interchamber pillars from the excavated area. However, we cannot apply many of these methods when mining, because they are quite expensive. Therefore, we address the issue of reducing production mineral losses without adding expenses to mining activity [8].

Materials and Methods

At the mine «Kochbulak» of JSC «Almalyk mining and metallurgical works» a number of investigations were carried out in order to establish activities allowing to increase the indicators of extraction from the ground without increasing the cost of production in 2019-2022. One of the tasks of the

project is to determine the locations and sources of ore losses and dilution under the chamber-and-pillar mining system.

The «Kochbulak» mine is developing the Kochbulak mine gold deposit by underground operation: Central, Uzun and Senguran sections. The Kochbulak gold-silver ore deposit is localized in quartz lodes and in silicified enclosing rocks that form complexly constructed lodes and mineralized zones in tectonically disturbed and hydrothermally modified rocks. A group of similarly positioned parallel or curved quartz lodes, streaks, and rings, arranged in a single tectonic structure of flat interformational or steeply dipping radial, radial-concentric formation, and extending from 1.5 to 2.5 km in length. Over the period of exploration activities, 23 ore-bearing zones were revealed, confined to 32 tectonic structures and grouping over 200 quartz, lodes and silicification zones; 115 of them were included in various levels of mining and production, including: 58 – central section, 37 – tokberda section, 15 – western section, and 5-sharak section [9].

Ore body №15 is localized in the soft-lying Uzun ore-bearing zone. It is represented by quartz lodes and a zone of ore metasomatic lode silicification with sulfide mineralization. Ore minerals are in the form of pyrite, chalcopyrite, galena, and bright ores in the form of phenocrysts, nests, and streaks and account for 3% to 5% in total.

The zone of mineralization, which has a depth of 3-8 m, lies at the junction of two lithological volcanic variations. There are acidic tuffs in the ore-bearing area, and the hanging side is represented by andesite-dacite porphyrite lava-breccias. The ore body is not located in a particular geological framework and is identified by surveying the entire area. The capacity of the ore body varies from 0.4 m to 3.40 m, the average one is 1.43 m. The ore body extends sublatitudinally with dip angles of 10-20° in the northern bounds. The length of the ore body along the extension is from 35 m to 170 m. The height of the ore body along the pitch is 115 m.

The intervening rocks and ores are damaged by multidirectional tectonic cracks, which leads to their instability and potential breakdowns. The rock and ore thickness ratio is 10-14. The volumetric weight of ores is 2.63 t/m³. Ore dilution is weak, represented by sparse dripping in some parts.

The system of underground drifts is taken at the mining site, depending on the angle of incidence of ore bodies. As well as systems with ore storage, namely continuous with not regular remaining pillars and also chamber-pillar. Since the mining site has poor resistance of local rocks, especially within ore zones 1 and 2, there is extensive dilution, which amounts to 40-50% on separate blocks [10].

Each of the following extraction systems can be applied given the following mining and geological situations:

- if the ore bodies with sharp falling rocks and stable underlying rocks are mined, the application of a system of block storage is recommended;
- if the stability of enclosing rocks interferes with the application of the block storage system, the combined option of ore storage and spacer shields is recommended;
- in order to mine ore bodies over 3 m thick with low-stability enclosing rocks, the system of sub-floor drifts (orts) is recommended;
- falling ore bodies are mined by the chamber-and-pillar mining system.

Currently, drilling and blasting technique is used at Kochbulak mine. When sinking preparatory mine and cut-and-fill openings, the blasting is carried out through borehole charges. For clearing excavation, borehole blasting is applied.

Chamber-and-pillar systems are used to develop horizontal and inclined (maximum 45°) ore bodies (Figure 1). The ore body capacity is between 1.2 m and 2.5 m. Ore and surrounding rocks should be strong and resistant, enabling wide areas of exposed².

It should be prepared in the following way: first goes the pulling drift, entering by the pulling machine like PPN-1S or a scraper ort (when pulling the chipped

²Akbarov T.G., Nishanov A.Sh., Urazov J.D. Rational technologies of underground gold deposits exploration in Angren district: Monograph. – Tashkent, 2022. – 212 p. (in Russian)

rock mass with scraper winches through the installed loading shelves), two ascending excavations, which pass simultaneously with the knocking down between each other by manways. Then there should be equipped one of the ascending excavations as a walking section, and the other will be used for lowering the rock mass to the level of the pulling level.

The upper mine pulling drift dislodges the traversed ascending excavation with a ventilating manway, which passed on the level of the upper mine surface layer. The sinking of the sub-floor drift is carried out towards the passed manway from the ascending excavation to the block outline. After that, the sinking of drifts is realized

in order to create chambers, in front of the drifts they cut grooves under the scraper winches. Before they are laid, cyclic passage of bays is carried out. Chambers are displaced between each the other by the manways. They are separated by a series of pillars. Their height is 3-4 m. Temporary protective pillars 3-5 m wide are also placed between the drifts.

In sections where the sub-floor drifts are conjugate to the drifts, as well as in places where there are tectonic defects, cracks and dripping of the mining excavation – a frame is fixed with the walls and the roof boards tightened. The mining excavation is carried out by a continuous excavation along the dip of the ore body along

the entire length of the block, with temporary ore protective pillars deposited between the drifts and the underground drift. Ore is mined with a light borehole method. Chambers are mined from top to bottom.

Ore pillars that are still remaining when the block is excavated to artificially maintain the cover are removed if the particular sections are hammered out one after the other. The back-up pillars with their irregular placement, as a rule, are not extracted.

The mining space is controlled, if necessary, with the spacer cluster mount. Average parameters of the system in the mine are as follows: extension block length – 50-60 m, vertical height – 50 m, dip block length – 60-90 m, ascending chamber length – 15 m, sizes of irregular pillars – varying from 3 m² to 6 m².

Ventilation is achieved by a fresh air stream entering the chambers from the lower pulling drift through the ascending manway and bottom drift. Then the air stream flows to the upper sub-stage drift and is directed to the ventilation channel through the upper pulling drift across the lower pulling drift of the mining layer.

According to safety standards, the diameter of the pillars should be minimum 3 meters. It is not acceptable to use pillars of a smaller size, because their surface is destroyed by blasting, and pillars of a smaller diameter may not be completely stable. When the shift comes on, the cover, the bottom-hole and the surface of the pillars in the chambers where the mining work is done must be skimmed. Ore fragments that are not firmly held at the sidewall or at the top are capped with a crowbar. Usually, the top and the bottom-hole are tapped with a crowbar and the sound is used to determine which section or fragment needs to be cut so that if it falls unexpectedly, it will not harm the workmen involved.

Workers' productivity varies widely and depends on the rock strength, deposit capacity, type of the system and the equipment applied.

The loss of ore may be only for one reason – if the pillars are being left in place. After all, chamber reserves are extracted with minimal amounts of loss, which does not exceed 2-3% in

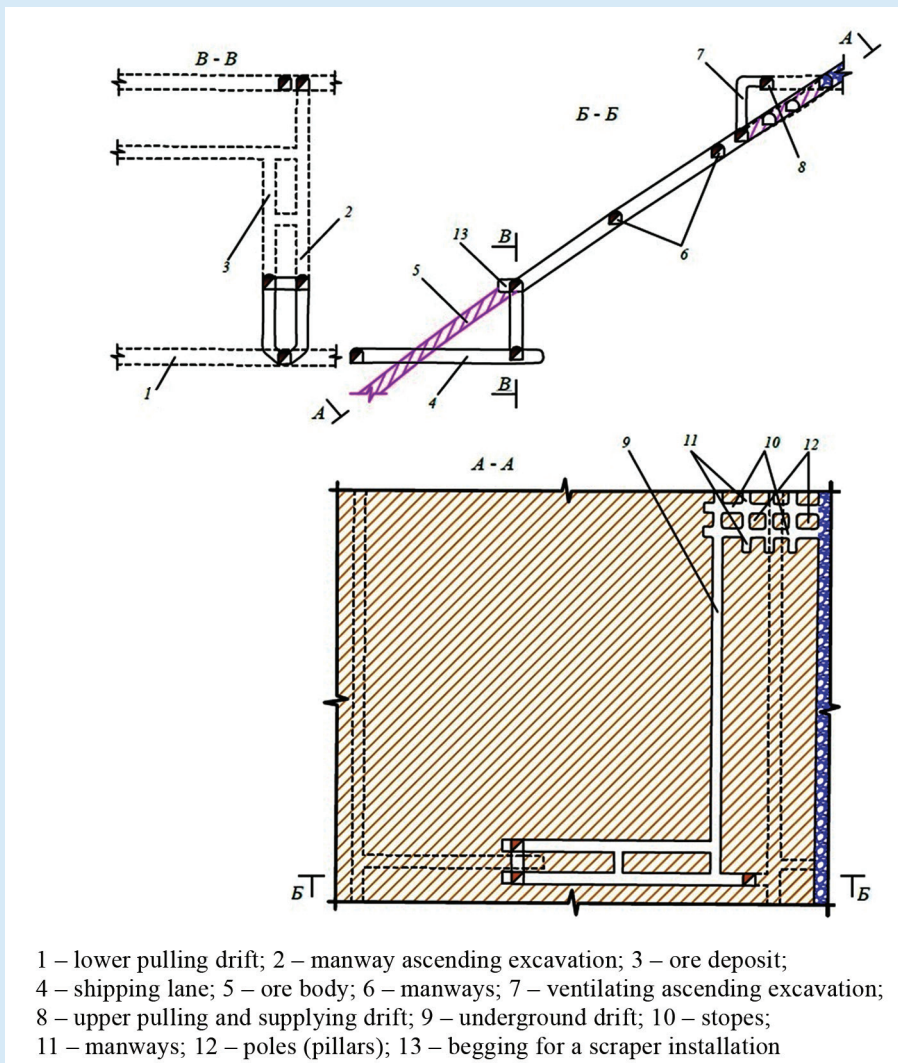


Figure 1. Sample of chamber-and-pillar mining system with small borehole and scraper ore extraction.

Сурет 1. Ұсақ түйіршікті ұсақтау және кенді скрепермен жеткізу арқылы камералық-бағаналы қазу жүйесінің нұсқасы.
Рис. 1. Вариант камерно-столбовой системы разработки с мелкошпуровой отбойкой и скреперной доставкой руды.

difficult environments. Total losses may reach 10-15% (25-30% in the worst cases). It depends on mining conditions and mainly on the deposit's thickness and ore specificity. Ore dilution, if they do not contain hollow rock, does not exceed 3-7%.

The main advantages of the system: simple operation; high efficiency of the work; wide production area; low cost of fixing materials; low cost of ore extraction.

The main disadvantages of this system are the high risk of working in the chamber under the bare top and the serious loss of ore in the pillars.

Results

The results of the study showed that the major losses of uncut minerals are formed by keeping regular backup pillars in the excavated space, at the top of the chambers. The most of the losses of ore is formed on the soil of the chambers.

The priority is to reduce the quantity of mineral losses. We carried out a number of activities that could help to reduce losses in the chamber pillars. The objective was reached. Losses in the top of the layer are formed by remaining at the top of the chambers

a layer of ore with a thickness of not more than 1 m with the inclusion of bare rock in the ore, with an increase in the height of the chambers, due to the safety regulations.

The following ore bodies were mined using the pillar-and-castell mining system: ore bodies 15 and 70 of the Uzun plot by mining blocks 1715-1, 1715-4, 1715-5, 1715-7, 2570-1, 2570-2; ore bodies 120, 24, Chetgi, 58, 59, 255 and 262 at the Central mining area by mining blocks 720-1, 720-2, 720-724, 810-r, 858-1, 858-2, 859, 8255, 862-1, 862-3, 862-5; ore body 15 at Senguran mining area by mining blocks 9215, 9215-5.

Discussion

That model of chamber-and-pillar system, which was applied, provided a significant reduction in quantitative and qualitative ore losses and ensured selective extraction of ore during mining in the chamber. Moreover, it was possible to significantly increase the safety of shaftmen's work by means of retaining the substandard ores in the pillars. That was due to the reduced cross-section of excavations and free access to the mining area. Overall, the

efficiency of underground mining at the Kochbulak mine was improved.

However, during the mining operations, a number of problems were revealed, especially the resistance of the protective pillars and the maintenance of the mining space in the chambers after the ore has been extracted. It is necessary to support the mining area with a cluster wooden lining, increasing the consumption of timber, and in some cases leaving the inter-chamber pillars uncut, which significantly increases the losses. These phenomena are typical for ore bodies with irregular mineralization.

Conclusion

The experience of using the chamber-and-pillar mining system at the Kochbulak mine showed its high economic efficiency, despite the fact that in some cases there were significant losses. It should also be noted that the use of chamber-and-pillar system for mining of small ore bodies of Kochbulak deposit with irregular mineralization, showed the possibility of dilution ore control with parameter changes of passable excavation in the block.

REFERENCES:

1. Kim Jong-Gwan, Ali Mahrous A.M., Yang Hyung-Sik. Robust design of pillar arrangement for safe room-and-pillar mining method. // *Geotechnical and Geological Engineering*. – 2018. – №37(3). – P. 1931-1942 (in English)
2. Hudeček V., Šancer J., Zubiček V., Golasowski J. Experience in the adoption of room & pillar mining method in the company OKD, a.s., Czech Republic. // *Journal of Mining Science*. – 2017. – №53(1). – P. 99-108 (in English)
3. Zhou Nan, Li Meng, Zhang Jixiong, Gao Rui. Roadway backfill method to prevent geohazards induced by room and pillar mining: a case study in Changxing coal mine, China. // *Natural Hazards and Earth System Sciences*. – 2016. – №16(12). – P. 2473-2484 (in English)
4. Versilov S.O., Razornov Yu.I., Seleznev V.P., Ignatov V.N. O povyshenii bezopasnosti kamerno- stolbovyx sistem razrabotki pri vyemke naklonnyx rudnyx zalezhej [On increasing the reliability of chamber-and-pillar mining systems in mining of sloped ore deposits // *GIAB = Mining information and analytical bulletin*. – 2007. – №14. – P. 164-167 (in Russian)
5. Smirnov A.A. Osobennosti primeneniya kamerno-stolbovoj sistemy razrabotki na shaxte «Magnezitovaya» // *Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten'* [Application features of the chamber-and-pillar mining system at the Magnesitovaya mine]. // *GIAB = Mining information and analytical bulletin*. – 2007. – №5. – P. 291-293 (in Russian)
6. Chemezov E.G. Primenenie kamerno-stolbovoj sistemy razrabotki na bol'shix glubinax v usloviyax Zhezkazganskogo mestorozhdeniya [The application of chamber-and-pillar system at high depths in working condition of Zhezkazgan deposit]. // *GIAB = Mining information and analytical bulletin*. – 2004. – №9. – P. 71-72 (in Russian)
7. Fitsak V.V. E'ffektivnye granicy primeneniya variantov kamerno-stolbovoj sistemy razrabotki [Effective application limits of chamber-and-pillar mining system types]. // *Zapiski Gornogo instituta = Notes of Mining Institute*. – St. Petersburg, 2002. – Vol. 150. – Part 2. – P. 54-56 (in Russian)

8. Vokhmin S.A., Kurchin G.S., Mayorov E.S. *K voprosu opredeleniya normativnykh velichin poter' pri dobyche ангидрита kamerno-stolbovoj sistemoy razrabotki [To the definition of normative loss values in mining anhydride by the chamber-and-pillar mining system]. // Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova. = Bulletin of Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov. – 2010. – №1. – P. 10-13 (in Russian)*
9. Akbarov T.G., Nishanov A.Sh., Urazov J.D. *Racional'naya texnologiya podzemnoj dobychi rudnykh tel na Kochbulakskom mestorozhdenii s neravnomernoy mineralizaciej [Rational technology of underground ore bodies extraction in the Kochbulak deposit with irregular mineralization]. // Universum: Texnicheskie nauki = Universum: Technical Sciences. – Moscow: ICNO, 2021. – №12(93). – Part 3. – P. 5-8 (in Russian)*
10. Akbarov T.G., Nishanov A.Sh., Urazov J.D., Ashirov Y.N. *The peculiarities of underground exploration of Kochbulak gold deposit. // International Journal of Innovative Science and Research Technology. – India, 2021. – Vol. 6. – Issue 12. – P. 904-907 (in English)*

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Kim Jong-Gwan, Ali Mahrous A.M., Yang Hyung-Sik. *Кен орындары мен бағаналарды игерудің қауіпсіз әдісі үшін бағаналардың сенімді орналасуы. // Инженерлік-геологиялық ізденістер. – 2018. – №37(3). – Б. 1931-1942 (ағылшын тілінде)*
2. Hudeček V., Šancer J., Zubiček V., Golasowski J. *Чехияда жерасты және бағаналы тау-кен әдісін енгізу тәжірибесі. // Тау-кен ғылымы журналы. – 2017. – №53(1). – Б. 99-108 (ағылшын тілінде)*
3. Zhou Nan, Li Meng, Zhang Jixiong, Gao Rui. *Үй-жайлар мен бағаналарды әзірлеуден туындаған гео қауіпті болдырмау үшін жол төсемін қайта толтыру әдісі: Шансин көмір шахтасындағы кейс-стади, Қытай // Табиғи қауіптер және жер жүйелері туралы ғылымдар. – 2016. – №16(12). – Б. 2473-2484 (ағылшын тілінде)*
4. Версилов С.О., Разоренов Ю.И., Селезнев В.П., Игнатов В.Н. *Көлбеу кен шоғырларын қазу кезінде игерудің камералық – бағандық жүйелерінің қауіпсіздігін арттыру туралы. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2007. – №14. – Б. 164-167 (орыс тілінде)*
5. Смирнов А.А. *«Магнетитовая» шахтасында әзірлеудің камералық-бағандық жүйесін қолдану ерекшеліктері. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2007. – №5. – Б. 291-293 (орыс тілінде)*
6. Чемезов Е.Г. *Жезқазған кен орны жағдайында үлкен тереңдікте қазбаның камералық-бағандық жүйесін қолдану. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2004. – №9. – Б. 71-72 (орыс тілінде)*
7. Фицак В.В. *Камералық-бағандық әзірлеу жүйесінің нұсқаларын қолданудың тиімді шекаралары. // Тау-кен институтының жазбалары. – СПб., 2002. – Т. 150. 2. – Бөл. 2. – Б.54-56 (орыс тілінде)*
8. Вохмин С.А., Курчатов Г.С., Майоров Е.С. *Камералық-бағаналы даму жүйесімен ангидритті алу кезіндегі шығындардың нормативтік мәндерін анықтау мәселесіне. // Г.И. Носов атындағы Магнитогорск мемлекеттік техникалық университетінің хабаршысы. – 2010. – №1(29). – Б.10-13 (орыс тілінде)*
9. Акбаров Т.Г., Нишанов А.Ш., Уразов Ю.Д. *Көшбұлақ кен орнында біркелкі минералданбаған кен денелерін жерасты өндірудің ұтымды технологиясы. // Universum: техникалық ғылымдар. – Мәскеу: ICNO, 2021. – №12(93). – Бөл. 3. – Б. 5-8 (орыс тілінде)*
10. Akbarov T.G., Nishanov A.Sh., Urazov J.D., Ashirov Y.N. *Көшбұлақ алтын кені кен орнын Жерасты барлау ерекшеліктері // Инновациялық ғылым және зерттеу технологияларының халықаралық журналы. – Үндістан, 2021. – Т. 6. – Шығ. 12. – Б. 904-907 (ағылшын тілінде)*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Kim Jong-Gwan, Ali Mahrous A.M., Yang Hyung-Sik. *Надежная конструкция расположения колонн для безопасного способа разработки залежей и колонн. // Геотехника и геология. – 2018. – №37(3). – С. 1931-1942 (на английском языке)*
2. Hudeček V., Šancer J., Zubiček V., Golasowski J. *Опыт внедрения метода подземной и столбовой добычи в компании OKD, a.s., Чехия. // Журнал горной науки. – 2017. – №53(1). – С. 99-108 (на английском языке)*

3. Zhou Nan, Li Meng, Zhang Jixiong, Gao Rui. Метод обратной засыпки дорожного полотна для предотвращения геопасности, вызванной разработкой помещений и столбов: тематическое исследование на угольной шахте Чансин, Китай. // Природные опасности и науки о системах Земли. – 2016. – №16(12). – С. 2473-2484 (на английском языке)
4. Версиков С.О., Разоренов Ю.И., Селезнев В.П., Игнатов В.Н. О повышении безопасности камерно-столбовых систем разработки при выемке наклонных рудных залежей. // ГИАБ. – 2007. – №14. – С. 164-167 (на русском языке)
5. Смирнов А.А. Особенности применения камерно-столбовой системы разработки на шахте «Магнетитовая». // ГИАБ. – 2007. – №5. – С. 291-293 (на русском языке)
6. Чемезов Е.Г. Применение камерно-столбовой системы разработки на больших глубинах в условиях Жезказганского месторождения. // ГИАБ. – 2004. – №9. – С. 71-72 (на русском языке)
7. Фицак В.В. Эффективные границы применения вариантов камерно-столбовой системы разработки. // Записки Горного института. – СПб., 2002. – Т. 150. – Ч. 2. – С. 54-56 (на русском языке)
8. Вохмин С.А., Курчин Г.С., Майоров Е.С. К вопросу определения нормативных величин потерь при добыче ангидрита камерно-столбовой системой разработки. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2010. – №1(29). – С. 10-13 (на русском языке)
9. Акбаров Т.Г., Нишанов А.Ш., Уразов Ю.Д. Рациональная технология подземной добычи рудных тел на Кочбулакском месторождении с неравномерной минерализацией // Universum: Технические науки. – Москва: ICNO, 2021. – №12(93). – Ч. 3. – С. 5-8 (на русском языке)
10. Akbarov T.G., Nishanov A.Sh., Urazov J.D., Ashirov Y.N. Особенности подземной разведки золоторудного месторождения Кочбулак. // Международный журнал инновационной науки и исследовательских технологий. – Индия, 2021. – Т. 6. – Вып. 12. – С. 904-907 (на английском языке)

Information about the authors:

Urazov J.D., PhD Student at the Department of Geotechnology of Coal and Seam Deposits of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan), Chief Engineer of the Kochbulak Mine of the Angren Mine Management of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (Almalyk, Uzbekistan), urazov.jahongir@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-1481-8538>

Nishanov A.Sh., PhD Student at the Department of Geotechnology of Coal and Seam Deposits of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan), Deputy Head of the Kochbulak Mine Section of the Angren Mine Department of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (Almalyk, Uzbekistan), nishanov.akmal.86@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0001-8331-0693>

Ashirov Yu.N., District Surveyor of the Mine Construction Department of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (Almalyk, Uzbekistan), ashirov.yunus.85@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-4404-0720>

Авторлар туралы мәліметтер:

Уразов Ж.Д., Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің, «Көмір және қабат кен орындарының геотехнологиясы» кафедрасының ізденушісі (Ташкент қ., Өзбекстан), Алмалық тау-кен металлургия комбинаты, Ангрэн кен басқармасы, Кочбулак шахтасының бас инженері (Алмалық қ., Өзбекстан)

Нишанов А.Ш., Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің, «Көмір және қабат кен орындарының геотехнологиясы» кафедрасының ізденушісі (Ташкент қ., Өзбекстан), Алмалық тау-кен металлургия комбинаты, Ангрэн кен басқармасы, Кочбулак шахтасы учаскесі бастығының орынбасары (Алмалық қ., Өзбекстан)

Аширов Ю.Н., Шахтақұрылыс басқармасының учаскелік маркшейдері (Алмалық қ., Өзбекстан)

Сведения об авторах:

Уразов Ж.Д., соискатель кафедры «Геотехнология угольных и пластовых месторождений» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), главный инженер шахты Кочбулак Ангрэнского рудоуправления Алмалыкского горно-металлургического комбината (г. Алмалык, Узбекистан)

Нишанов А.Ш., соискатель кафедры «Геотехнология угольных и пластовых месторождений» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), заместитель начальника участка шахты Кочбулак Ангрэнского рудоуправления Алмалыкского горно-металлургического комбината (г. Алмалык, Узбекистан)

Аширов Ю.Н., участковый маркшейдер Шахтостроительного управления Алмалыкского горно-металлургического комбината (г. Алмалык, Узбекистан)

mitex™

INTERNATIONAL TOOL EXPO

пятнадцатая
юбилейная



Международная
выставка
инструмента

МОСКВА,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

EXPOCENTRE
FAIRGROUNDS,
MOSCOW

8-11

НОЯБРЯ
NOVEMBER

2022

ГЛАВНЫЙ
ВОПРОС 2022:
ЗАЧЕМ РАБОТАТЬ?



mitexpo.ru

Организатор

МОСКВА, РОССИЯ
ЕВРОЭКСПО

WIEN, AUSTRIA
EUROEXPO

При поддержке

ЭКСПОЦЕНТР



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Стратегический партнер



Ассоциация Торговых компаний
и производителей электронного инструмента
и средств малой механизации

РАТЭК



Правительство
Челябинской области



Министерство промышленности,
новых технологий и природных
ресурсов Челябинской области



Министерство
экономического развития
Челябинской области



Администрация
г. Челябинска



ОПОРА РОССИИ



ЧЕЛЯБИНСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОРУМ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

ТЕХНОЭКСПО.
МЕТАЛЛУРГИЯ.
МАШИНОСТРОЕНИЕ.
ВПК

17-18 НОЯБРЯ, ЧЕЛЯБИНСК

www.expochel.ru
8 951 232 30 44



ЭКСПОЧЕЛ
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Код МРНТИ 38.61.31

*Д.Б. Ченсизбаев, Д.К. Аденова

Товарищество с ограниченной ответственностью «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина» (г. Алматы, Казахстан)

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПРИРОДНЫХ РАССОЛОВ

Аннотация. В настоящее время рассолы, вскрывающиеся при разработке различных месторождений полезных ископаемых, являются жидкими отходами и не перерабатываются. Высокое содержание промышленно-ценных компонентов в рассолах предопределяет экономическую эффективность их переработки при условии применения комплексных технологических схем. Из рассолов можно получить большой перечень товарной продукции, к тому же это сырье имеет ряд преимуществ перед месторождениями твердых полезных ископаемых. В статье описываются различные методы извлечения лития из рассолов, соляных растворов и геотермальных вод, включая осаждение, мембранное разделение, метод ионного обмена, адсорбцию и так далее. Целесообразность применения того или иного метода определяется рядом факторов: содержанием основных компонентов, обогащающих рассол, требованиями к продуктам, допустимой энергоемкостью. На рисунках также показаны технологические схемы переработки попутных пластовых рассолов с получением гидроксида лития.

Ключевые слова: рассолы, литий, месторождение, мембранное разделение, адсорбция, энергоемкость, технологическая схема, переработка, сырье, компоненты.

Табиғи тұздықтардан литий мен оның қосылыстарын алу технологияларын талдау

Аңдатпа. Қазіргі уақытта пайдалы қазбалардың әртүрлі кен орындарын игеру кезінде ашылған тұздықтар сұйық қалдықтар болып табылады және қайта өңделмейді. Тұздықтардағы өнеркәсіптік құнды компоненттердің жоғары мөлшері күрделі технологиялық схемаларды қолдану жағдайында оларды өңдеудің экономикалық тиімділігін анықтайды. Тұздықтардан сіз тауарлық өнімдердің үлкен тізімін ала аласыз, сонымен қатар бұл шикізат қатты пайдалы қазбалар кен орындарына қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие. Мақалада литий тұздықтарынан, тұзды ертінділерден, теңіз және геотермалдық судан алудың әртүрлі әдістері сипатталған: жауын-шашын, мембраналық бөліну, ион алмасу әдісі адсорбция және т.б. Осы немесе басқа әдісті қолданудың орындылығы бірқатар факторлармен анықталады: тұздықты байытатын негізгі компоненттердің құрамы, өнімдерге қойылатын талаптар, рұқсат етілген энергия сыйымдылығы. Сондай-ақ, суреттерде литий гидроксидін алу үшін ілеспе резервуарларды өңдеудің технологиялық сызбалары көрсетілген.

Түйінді сөздер: тұздықтар, литий, кен орны, мембраналық бөліну, адсорбция, энергия сыйымдылығы, технологиялық схема, өңдеу, шикізат, компоненттер.

Analysis of technologies for the extraction of lithium and its compounds from natural

Abstract. At present, the brines uncovered during the development of various mineral deposits are liquid wastes and are not recycled. The high content of industrially valuable components in brines predetermines the economic efficiency of their processing on condition of application of complex technological schemes. From brines can be obtained a large list of commercial products, in addition, this raw material has a number of advantages over the deposits of solid minerals. This article describes various methods of lithium extraction from brines, saline solutions and geothermal water: including sedimentation, membrane separation, ion exchange method adsorption and so on. Feasibility of application of one or another method is determined by a number of factors: the content of the main components enriching the brine, the requirements for the products, the permissible energy intensity. The figures also show technological schemes for processing of associated formation brines to produce lithium hydroxide.

Key words: brines, lithium, deposit, membrane separation, adsorption, energy consumption, process flow diagram, processing, raw materials, components.

Введение

Интенсивная добыча многих полезных ископаемых привела к тому, что запасы некоторых редких элементов существенно сократились, а потребность в них резко увеличилась за счет расширения их использования в новых отраслях техники и технологии. Гидроминеральное сырье может стать альтернативой твердым полезным ископаемым.

Установлено, что запасы гидроминерального сырья сопоставимы по отдельным элементам с известными месторождениями твердых полезных ископаемых. Так, в природных водах содержится до 80% брома, 78% лития, 40% рения, 35% цезия, 24% стронция от их общих запасов в земной коре. Но в настоящее время вопросы комплексного освоения подземных рассолов пока не нашли должного развития, несмотря на очевидную перспективность этого направления. На данный момент существуют различные технологии по извлечению ценных элементов и их соединений, но существующие технологические разработки по извлечению многих промышленно ценных компонентов из рассолов нуждаются в усовершенствовании применительно к химическому составу вод конкретных месторождений, а по другим компонентам необходима

разработка самостоятельных технологических решений. Оценивая микрокомпонентный состав различных типов подземных вод, следует отметить, что из присутствующих металлов особого внимания заслуживают в основном литий и стронций^{1,2} [1].

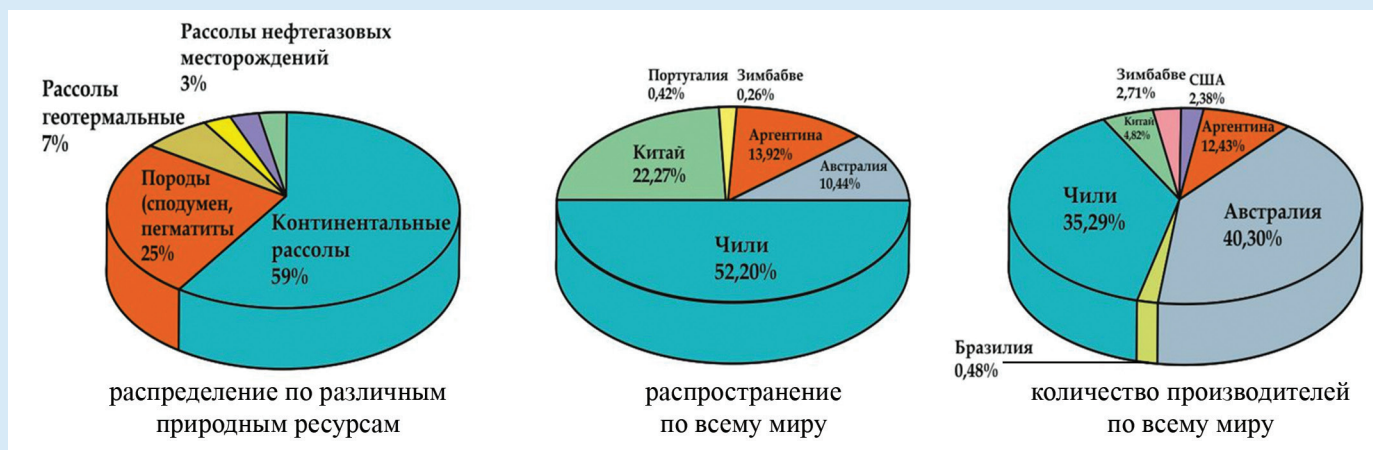
Несмотря на очевидную перспективность использования уникального вида природных ресурсов – попутных пластовых вод как источника получения щелочных и щелочноземельных металлов, вопросы его комплексного освоения пока не нашли должного развития. В первую очередь, это связано с отсутствием эффективных технологий их переработки на территории Республики Казахстан [2, 3].

В ряде стран (США, Италия, Израиль, Япония, Новая Зеландия, Исландия, Австралия) имеется определенный опыт по промышленному использованию гидроминерального сырья, и в этих же странах постоянно и планомерно ведутся технологические исследования для разработки методов извлечения ценных элементов из конкретных геохимических типов природных вод.

Целесообразность и экономическая эффективность переработки гидроминерального сырья подтверждается длительной добычей во многих странах лития, йода, брома, калия. Увеличение спроса на редкие металлы

¹<http://www.Pacificlithium.com/technology/associations.html>

²Дривер Дж. Геохимия природных вод. – М.: Мир, 1985. – 440 с.



**Рис. 1. Распределение лития.
Сурет 1. Литийдің таралуы.
Figure 1. The distribution of lithium.**

(*Sr, B, Br, I*) объясняется широким их использованием во многих отраслях промышленности³.

Ресурсы лития

В целях обеспечения растущего потребления лития необходимо решить вопрос увеличения производства лития из различных источников. Коммерческое количество лития присутствует в минералах, глинах, а также в рассолах. Высококачественные литиевые руды и рассолы являются основными источниками для всего коммерческого производства лития. На рис. 1а показано распределение лития по различным

ресурсам, где видно, что континентальный рассол является крупнейшим источником лития (59%), за которым следует твердая порода (25%). Рис. 1б демонстрирует распространение лития по странам: наиболее крупные из изученных месторождений лития находятся в Бразилии и Чили. На рис. 1в изображено распределение производства лития по странам: основными производителями и экспортерами литиевых руд⁴ являются Чили и Австралия. Чили и Китай обладают огромными запасами литиевой руды. Канада, Россия, Сербия и Конго (Киншаса) владеют литиевыми рудами примерно по 1 млн т каждая, а запасы Бразилии составляют всего 180000 т.

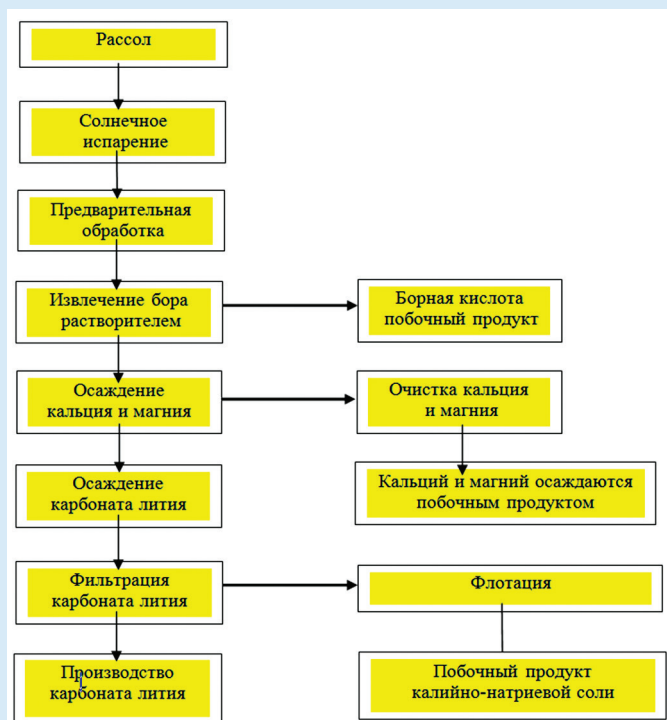
В земной коре присутствуют рассолы, называемые континентальными (подземными), которые являются основным источником производства карбоната лития.

В значительных количествах литий содержится в рассолах нефтяных скважин и геотермальных водах. Эти источники рассола и морской воды считаются менее дорогостоящими, чем добыча полезных ископаемых из таких пород, как сподумен, лепидолит, амблигонит и петалит, содержащие литий.

Методы извлечения лития из рассолов соленого озера и подземных промышленных вод

В последние годы были предложены различные способы извлечения лития из воды, применение которых доказало, что адсорбция является идеальным способом извлечения лития, поскольку имеет значительные преимущества, такие как доступность, более низкая стоимость, рентабельность, эффективность и простота в эксплуатации. Ранее сообщалось о различных материалах для извлечения лития, включая оксиды металлов, глинистые минералы, силикотитанаты и фосфат циркония. Основное внимание было сосредоточено на адсорбентах титано-литиевых сит [4-6], марганцево-литиевых сит [7, 8] и солей алюминия⁵.

Извлечение лития из рассола является важным потенциальным ресурсом. С экономической и научной



**Рис. 2. Технология производства лития из рассола.
Сурет 2. Тұздықтан литий өндіру технологиясы.
Figure 2. Technology of lithium production from brine.**

³Основы гидрогеологии. Общая гидрогеология. // Под ред. Е.В. Пиннекера. – Новосибирск: Наука, 1980. – 225 с.

⁴<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/myb1-2015-lithi.pdf>



**Рис. 3. Добыча лития из рапы пустыни Атакама (Чили).
Сурет 3. Атакама (Чили) шөлінің рапасынан литий өндіру.
Figure 3. Extraction of lithium from the brine of the Atacama Desert (Chile).**

точки зрения, важны следующие моменты для рассмотрения извлечения лития из рассола: пригодность почвы пруда и допустимость площади для солнечного испарения; концентрация лития в рассоле; отношение щелочных металлов и щелочно-земельных элементов к литию; сложность фазовой химии. Ресурсы рассолов, содержащих литий, можно разделить на три типа: испарительные, геотермальные и нефтепромысловые. После испарения около 50% исходного природного рассола литий остается в остаточном рассоле, что обуславливается удерживанием лития осажденными солями. Остаточный рассол содержит большое количество Mg^{2+} , по сравнению с K^+ и Na^+ , что затрудняет извлечение лития из остаточного рассола.

Извлечение лития из рапы не соответствует какой-либо общей закономерности, так как каждый процесс специфичен и зависит от состава рапы. Стандартная технология извлечения, применяемая компанией Outotec для экстракции лития, включает в себя осаждение, экстракцию растворителем и флотацию (рис. 2.). Для извлечения лития компания Outotec использует процесс карбокатионирования⁶.

Добыча лития из гидроминеральных источников осуществляется в полупромышленных и промышленных масштабах в США из соленых озер (салары), в Японии из термальных вод, в Израиле из Мертвого моря. Извлечение металлического лития из геотермальных источников и рассола⁷ также изучалось в России, Германии, Болгарии и Корее.

При извлечении лития из соленых вод и рассолов наибольшее внимание уделяется методам ионообменной адсорбции на основе литий-ионных сит из-за их хорошей литий-ионной селективности и высоких адсорбционных свойств. С точки зрения стоимости и эффективности, извлечение ионов лития из растворов путем ионообменной адсорбции является важным методом.

Технологии по переработке рассолов и саларов Американского континента основаны на гелиоконцентрировании. Осаждение лития осуществляется в бассейнах в виде двойного сульфата лития и калия, который перерабатывается на соли лития и калия. После отделения сульфата калия осаждается карбонат лития. Из рассола после концентрирования в естественных условиях получают хлорид лития высокой чистоты (рис. 3).

⁵Bauman W.C., Burba III J.L. Recovery of lithium values from brines. / Patent US5389349A. – 1995: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/patent/US5389349>

⁶Lithium Production Technologies Outotec®. / Outotec Oyj. – 2016.

⁷Marinsky J.A., Marcus Yi. Ion Exchange and Solvent Extraction: A Series of Advances. / Taylor & Francis, 1995. – 472 p.

Анализ текущей ситуации в Казахстане

Для Казахстана наиболее перспективными источниками лития являются высокоминерализованные рассолы Шу-Сарысульской провинции, содержащие промышленные концентрации как лития, так и брома, магния и других компонентов. Рассолы Шу-Сарысульской провинции характеризуются следующим средним составом, г/л: $LiCl - 2,5$; $MgCl_2 - 115$; $CaCl_2 - 362$; $NaCl - 6,1$; $KCl - 8,1$; $Br - 9,5$; $\Sigma = 503$. Рассолы такого типа в мировой практике не используются из-за сложности их состава и, прежде всего, высокого отношения концентраций щелочноземельных металлов и магния к концентрации лития: $R = C(щ.з.м + Mg):CLi = 200 \dots 400$. Рассолы, промышленно перерабатываемые в США и Чили, имеют этот показатель на уровне $2 \dots 15$. Для решения проблемы использования рассолов Шу-Сарысульской провинции впервые созданы технологии и аппаратура для селективного извлечения лития, что позволяет получить после десорбции лития из сорбента растворы хлорида лития с примесями Mg , Ca ($R \leq 8$) и осуществлять их переработку в соединения лития: хлорид, гидроксид, карбонат, бромид, фторид^{1, 2}. Схема их получения приводится на рис. 4. Наряду с широкими возможностями получения литиевых продуктов из рассолов Шу-Сарысульской провинции их себестоимость может быть существенно снижена за счет комплексного использования указанного сырья с извлечением брома, магния, кальция и других ценных компонентов.

Заключение

Литий является одним из самых редких металлов и применяется в различных областях промышленности. Спрос на литий будет повышаться с постоянно растущим использованием электрических и электронных устройств и гибридных электромобилей. Поэтому поиск способов получения лития из водных источников, пригодных для производства соединений лития, является серьезной и очень важной задачей.

Химический состав подземных вод также играет немаловажную роль в технологическом процессе. Установлено, что наиболее легко поддаются переработке воды с относительно невысокой общей минерализацией (в основном до 100 г/л) и низкими содержаниями щелочноземельных металлов (кальций, магний, барий). В подземных водах в настоящее время обнаружено в растворенном виде свыше 80 элементов периодической системы Менделеева.

Извлечение лития адсорбционным методом дает многообещающие результаты для будущего производства. Благодаря методу адсорбции можно

избежать процесса испарения и кристаллизации, поэтому необходимо разработать и рекомендовать технически и экономически целесообразный, экологически безопасный и устойчивый процесс.

Важное значение при использовании подземных вод в качестве минерального сырья имеет постоянство содержания полезных компонентов. Даже незначительные изменения концентраций этих компонентов могут существенно сказаться на показателях технологического процесса и, в конечном счете, на экономических показателях разработки месторождения. Допустимые отклонения определяются в каждом конкретном случае соответствующими экономическими расчетами.

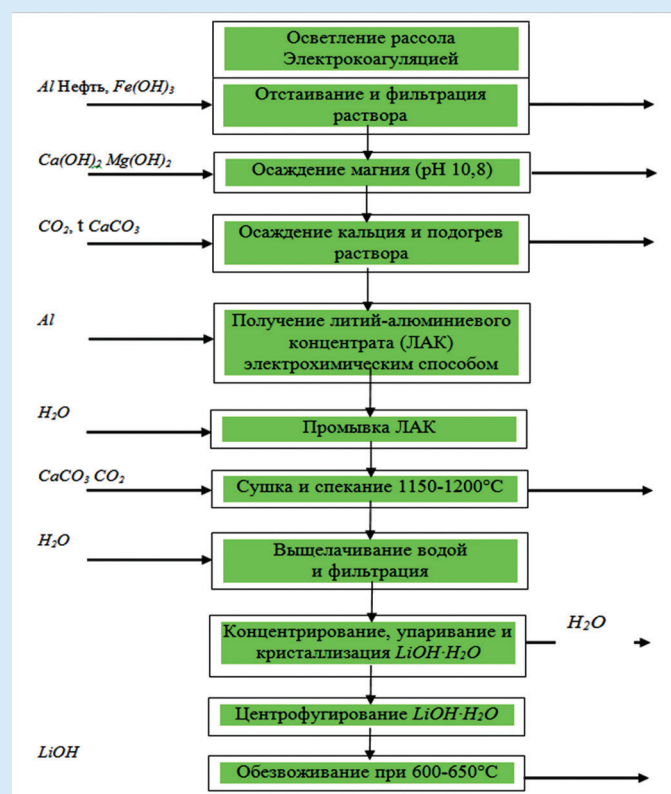


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема переработки попутных пластовых рассолов с получением гидроксида лития и оксида магния. Сурет 4. Литий гидроксиді мен магний оксидін өндірумен байланысты қабаттық тұзды ерітінділерді өңдеудің негізгі технологиялық схемасы.

Figure 4. Basic technological scheme for processing associated formation brines to produce lithium hydroxide and magnesium oxide.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Забродин Н.И., Нечаева А.А., Коробочкина Т.В. Содержание редких щелочных элементов в соляном сырье Советского Союза и перспективы их промышленного освоения. // Редкие щелочные элементы. – Новосибирск: Сиб. отд. АН СССР, 1960. – С. 97-100 (на русском языке)
2. Шадрунова И.В., Зелинская Е.В., Волкова Н.А., Орехова Н.Н. Проблемы и перспективы освоения ресурсов гидроминерального сырья. // Материалы Международного совещания «Современные процессы комплексной и глубокой

- переработки труднообогатимого минерального сырья: Плаксинские чтения». – Иркутск: ООО ПЦ «РИЭЛ», 2015. – С. 54-58 (на русском языке)
3. Муртазин Е.Ж., Кан С.М., Вялов В.Д., Калугин О.А., Сульдина О.В. Некоторые аспекты распространения промышленных подземных вод Казахстана и перспективы их использования. // Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. – Алматы, 2014. – №6. – С. 49-54 (на русском языке)
 4. Moazeni M., Hajirour H., Askari M., Nusheh M. Гидротермальный синтез и характеристика нанотрубок диоксида титана как новых адсорбентов лития. // Бюллетень исследования материалов. – 2015. – №61(61). – С. 70-75 (на английском языке)
 5. Tang D.H., Zhou D.L., Zhou J.B., Zhang P., Zhang L.Y., Xia Y. Приготовление адсорбента H_2TiO_3 – литий с использованием низкосортного титанового шлака. // Гидрометаллургия. – 2015. – №157. – С. 90-96 (на английском языке)
 6. Wang S.L., Li P., Cui W.W., Zhang H.L., Wang H.Y., Zheng S.L. и др. Гидротермальный синтез обогащенного литием $\beta-Li_2TiO_3$ с применением ионного сита: отличная адсорбция лития. // РСК Прогресс. – 2016. – №6(104). – С. 102608-102616 (на английском языке)
 7. Chitrakar R., Kanoh H., Miyai Y., Ooi K. Извлечение лития из морской воды с использованием адсорбента оксида марганца ($H_{1,6}Mn_{1,6}O_4$), полученного из $Li_{1,6}Mn_{1,6}O_4$. // Исследования в области промышленной и инженерной химии. – 2001. – №40(9). – С. 2054-2058 (на английском языке)
 8. Shi X.C., Zhou D.F., Zhang Z.B., Yu L.L., Xu H., Chen B.Z. Синтез и свойства $Li_{1,6}Mn_{1,6}O_4$ и его адсорбционное применение. // Гидрометаллургия. – 2011. – №110(1). – С. 99-106 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Забродин Н.И., Нечаева А.А., Коробочкина Т.В. Кеңес Одағының тұз шикізатындағы сирек сілтілі элементтердің құрамы және олардың өнеркәсіптік даму перспективалары. // Сирек сілтілі элементтер. – Новосибирск: КСРО Ғылым академиясының Сібір бөлімі ҒА, 1960. – Б. 97-100 (орыс тілінде)
2. Шадренова И.В., Зелинская Е.В., Волкова Н.А., Орехова Н.Н. Гидроминералды шикізат ресурстарын игерудің мәселелері мен болашағы. // Халықаралық кеңес материалдары «Қиын байытылатын минералды шикізатты кешенді және терең өңдеудің заманауи процестері: Плаксин оқулары». – Иркутск: ЖШҚ ПЦ «РИЭЛ», 2015. – Б. 54-58 (орыс тілінде)
3. Муртазин Е.Ж., Кан С.М., Вялов В.Д., Калугин О.А., Сульдина О.В. Қазақстанның өнеркәсіптік жерасты суларының таралуының кейбір аспектілері және оларды пайдалану перспективалары. / ҚР ҰҒА жаңалықтары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы. – Алматы, 2014. – №6. – Б. 49-54 (орыс тілінде)
4. Moazeni M., Hajirour H., Askari M., Nusheh M. Гидротермиялық синтез және жаңа литий адсорбенттері ретінде титан диоксиді нанотүтікшелерінің сипаттамасы. // Материалдарды зерттеу хабаршысы. – 2015. – №61(61). – Б. 70-75 (ағылшын тілінде)
5. Tang D.H., Zhou D.L., Zhou J.B., Zhang P., Zhang L.Y., Xia Y. Төмен сортты титан қожын пайдаланып H_2TiO_3 – литий адсорбентін дайындау. // Гидрометаллургия. – 2015. – №157. – Б. 90-96 (ағылшын тілінде)
6. Wang S.L., Li P., Cui W.W., Zhang H.L., Wang H.Y., Zheng S.L. және т. б. Литиймен байытылған $\beta-Li_2TiO_3$ гидротермиялық синтезі иондық елеуіш арқылы: литийдің тамаша адсорбциясы. // КБР жетістіктері. – 2016. – №6(104). – Б. 102608-102616 (ағылшын тілінде)
7. Chitrakar R., Kanoh H., Miyai Y., Ooi K. $Li_{1,6}Mn_{1,6}O_4$ алынған марганец оксиді адсорбентінің ($H_{1,6}Mn_{1,6}O_4$) көмегімен теңіз суынан литий алу. // Өнеркәсіптік және инженерлік химия саласындағы зерттеулер. – 2001. – №40(9). – Б. 2054-2058 (ағылшын тілінде)
8. Shi X.C., Zhou D.F., Zhang Z.B., Yu L.L., Xu H., Chen B.Z. және т. б. $Li_{1,6}Mn_{1,6}O_4$ синтезі мен қасиеттері және оның адсорбциялық қолданылуы. // Гидрометаллургия. – 2011. – №110(1). – Б. 99-106 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Zabrodin N.I., Nechaeva A.A., Korobochkina T.V. Soderzhanie redkix shhelochnyx e'lementov v solyanom syr'e Sovetskogo Soyuza i perspektivy ix promyshlennogo osvoeniya. // [Content

- of rare alkaline elements in salt raw material of Soviet Union and prospects of their industrial development]. // Redkie shhelochnye e'lementy = Rare alkaline elements. – Novosibirsk: Sib. otd. AN SSSR = Siberian Branch of Academy of Sciences of USSR, 1960. – P. 97-100 (in Russian)*
2. *Shadrinova I.V., Zelinskaya E.V., Volkova N.A., Orekhova N.N. Problemy i perspektivy osvoeniya resursov gidromineral'nogo syr'ya [Problems and prospects of development of hydro-mineral resources]. // // Materialy Mezhdunarodnogo soveshaniya «Sovremennye processy kompleksnoj i glubokoj pererabotki trudnoobogatimogo mineral'nogo syr'ya: Plaksinskie chteniya». = Materials of the International Meeting «Modern processes of complex and deep processing of difficult minerals: Plaksin readings». – Irkutsk: LLP PC «RIEL», 2015. – P. 54-58 (in Russian)*
 3. *Murtazin E.Zh., Kan S.M., Vyalov V.D., Kalugin O.A., Suldina O.V. Nekotorye aspekty rasprostraneniya promyshlennykh podzemnykh vod Kazaxstana i perspektivy ix ispol'zovaniya [Some aspects of industrial groundwater distribution in Kazakhstan and prospects for their use]. // Izvestiya NAN RK. Seriya geologii i texnicheskix nauk = Proceedings of NAS RK, Geology and Technical Sciences Series. – Almaty, 2014. – №6. – P.49-54 (in Russian)*
 4. *Moazeni M., Hajipour H., Askari M., Nusheh M. Hydrothermal synthesis and characterization of titanium dioxide nanotubes as new lithium adsorbents. // Materials Research Bulletin. – 2015. – №61(61). – P. 70-75 (in English)*
 5. *Tang D.H., Zhou D.L., Zhou J.B., Zhang P., Zhang L.Y., Xia Y. Preparation of H_2TiO_3 – lithium adsorbent using low-grade titanium slag. // Hydrometallurgy. – 2015. – №157. – P. 90-96 (in English)*
 6. *Wang S.L., Li P., Cui W.W., Zhang H.L., Wang H.Y., Zheng S.L., et al. Hydrothermal synthesis of lithium-enriched β - Li_2TiO_3 with an ion-sieve application: Excellent lithium adsorption. // RSC Advances. – 2016. – №6(104). – P. 102608-102616 (in English)*
 7. *Chitrakar R., Kanoh H., Miyai Y., Ooi K. Recovery of lithium from seawater using manganese oxide adsorbent ($H_{1.6}Mn_{1.6}O_4$). Derived from $Li_{1.6}Mn_{1.6}O_4$. Industrial&Engineering Chemistry Research. – 2001. – №40(9). – P. 2054-2058 (in English)*
 8. *Shi X.C., Zhou D.F., Zhang Z.B., Yu L.L., Xu H., Chen B.Z., et al. Synthesis and properties of $Li_{1.6}Mn_{1.6}O_4$ and its adsorption application. // Hydrometallurgy. – 2011. – №110(1). – P. 99-106 (in English)*

Сведения об авторах:

Ченсизбаев Д.Б., PhD докторант кафедры гидрогеологии, инженерной и нефтегазовой геологии Satbayev University (г. Алматы, Казахстан); младший научный сотрудник лаборатории промышленных и геотермальных вод Товарищества с ограниченной ответственностью «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина» (г. Алматы, Казахстан), chensizbayev84@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7673-4228>.

Аденова Д.К., PhD, старший научный сотрудник лаборатории моделирования гидрохимических и геоэкологических процессов Товарищества с ограниченной ответственностью «Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина», (г. Алматы, Казахстан), dinara1982_82mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7973-811X>

Авторлар туралы мәліметтер:

Ченсизбаев Д.Б., Satbayev University, Гидрогеология, инженерлік және мұнайгаз геология кафедрасының PhD докторанты (Алматы қ., Қазақстан); «У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі, Өнеркәсіптік және геотермалдық сулар зертханасының кіші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Аденова Д.К., PhD, «У.М. Ахмедсафин атындағы гидрогеология және геоэкология институты» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі, гидрохимиялық және геоэкологиялық үдерістерді модельдеу зертханасының аға ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

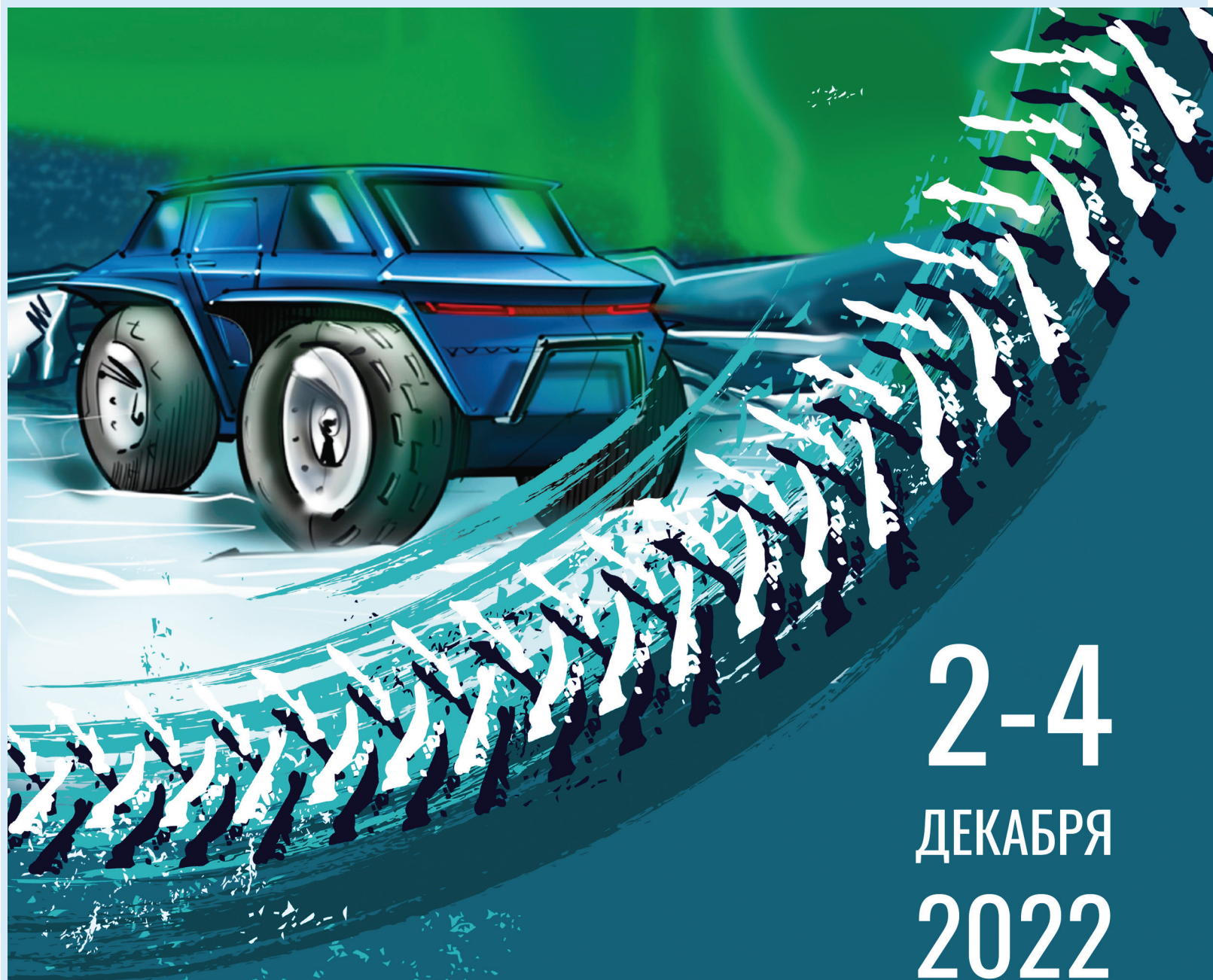
Information about the authors:

Chensizbayev D.B., PhD Student at the Department of Hydrogeology, Engineering and Petroleum Geology of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan); Junior Researcher at the Laboratory of Industrial and Geothermal Waters of the «Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U. M. Akhmedsafin» Limited Liability Partnerships (Almaty, Kazakhstan)

Adenova D.K., PhD, Senior Researcher at the Laboratory for Modeling Hydrochemical and Geoecological Processes of the «Institute of Hydrogeology and Geoecology named after U. M. Akhmedsafin» Limited Liability Partnerships (Almaty, Kazakhstan)

Настоящая работа выполнена в рамках программы «Тепло-энергетический, минерально-сырьевой и лечебно-оздоровительный потенциал термоминеральных и промышленных подземных вод Казахстана. Оценка состояния и тенденций изменения гидрогеохимических показателей подземных вод под влиянием природно-климатических изменений и антропогенных нагрузок» (Грант № BR10262555).

Авторы высоко отмечают поддержку Комитета геологии Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.



2-4
ДЕКАБРЯ
2022

ВЫСТАВКА
ВЕЗДЕХОДНОЙ
ТЕХНИКИ

ЦВК
ЭКСПОЦЕНТР



Код МРНТИ 38.33.17

*Б.Б. Ағалиева¹, Б.Б. Амралинова², О.В. Фролова¹, А.А. Рагданова¹¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті (Өскемен қ., Қазақстан),
²Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАННЫҢ КӨЛДЕРІНІҢ ГЕОХИМИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аннотация. Зерттеудің мақсаты – сирек металдар мен басқа да пайдалы қазбалардың түрлерінің минералдануын анықтау үшін көл суларының және түбі шөгінділерінің химиялық құрамын зерттеу. Облыста жүргізілген экспедициялық зерттеулер нәтижесінде өзен-көлдердің гидрохимиялық құрамы негізгі көрсеткіштер бойынша анықталды, оның ішінде: рН, калий, натрий, магний, аммоний, нитрит, нитрат, фосфат, кремний, алюминий, мыс минералдануы, темір, қорғасын, мырыш, никель, кадмий, марганец және сирек металдар. Негізгі зерттеу объектілері ретінде Шығыс Қазақстан облысындағы Бурабай, Делбегетей және Шаған-Шар учаскелеріндегі минералданған (тұздылығы 1 г/л жоғары) көлдер алынды.

Түйінді сөздер: тұзды көлдер, көлдер геохимиясы, макрокомпонентті құрам, Шығыс Қазақстан, минералдандыру, жіктеу, граниттер, грейзендер, гидротермалиттер, сирек металдар, перспективаларды бағалау, гидрогеохимия.

Geochemistry of surface waters of lakes in East Kazakhstan

Abstract. The purpose of the study is to study the chemical composition of lake waters and bottom sediments to determine the mineralization of rare metals and other types of minerals. As a result of expeditionary research in the region, the hydrochemical composition of rivers and lakes was determined according to the main indicators, including: pH, mineralization of potassium, sodium, magnesium, ammonium, nitrite, nitrate, phosphate, silicon, aluminum, copper, iron, lead, zinc, nickel, cadmium, manganese and rare metals. Mineralized (salinity above 1 g/l) lakes within the Burabay, Delbegetey and Shagan-Shar sites located in the East Kazakhstan region were taken as the main objects of study.

Key words: salt lakes, geochemistry of lakes, macro-component composition, East Kazakhstan, mineralization, classification, granites, greysens, hydrothermalites, rare metals, assessment of prospects, hydrogeochemistry.

Геохимия поверхностных вод озер Восточного Казахстана

Аннотация. Целью исследования является изучение химического состава озерных вод и донных отложений для определения минерализации редких металлов и других видов полезных ископаемых. В результате проведенных экспедиционных исследований на территории района определен гидрохимический состав рек и озер по основным показателям, в числе которых: pH, минерализация ионов калия, натрия, магния, аммония, нитритов, нитратов, фосфатов, кремния, алюминия, меди, железа, свинца, цинка, никеля, кадмия, марганца и редких металлов. В качестве основных объектов исследования были взяты минерализованные (соленость выше 1 г/л) озера в пределах участков Бурабай, Дельбегетей и Шаган-Шар, расположенных в Восточно-Казахстанской области.

Ключевые слова: соленые озера, геохимия озер, макрокомпонентный состав, Восточный Казахстан, минерализация, классификация, граниты, грейзены, гидротермалиты, редкие металлы, оценка перспектив, гидрогеохимия.

Кіріспе

Соңғы жылдары әр түрлі шағын жүйелердің, өзен-көлдердің геохимиялық ерекшеліктерін қарастыратын ғылыми зерттеулер көбейіп келеді. Кейбір ғалымдар тіпті тұзды көлдерде байқалатын биологиялық, химиялық, физикалық процестер мен гидроминералды ресурстар және оларды одан әрі пайдалануды зерттейтін жеке ғылымды – сталинологияны бөліп көрсетуді ұсынады. Бұл ерекше қызығушылық Шығыс Қазақстанның аз зерттелген тұщы көлдердің әртүрлі химиялық құрамымен ғана емес, сонымен қатар оларда кристалданатын минералдардың әртүрлілігімен де ерекшеленеді. Мұнда минералданған көлдердің 3 түрі шоғырланған: хлоридті, сульфатты және содалы түрлері.

Зерттеудеге практикалық қызығушылық көлдердің құрамындағы Li, U, Sr, B, Br, J және F сияқты химиялық элементтердің шоғырлануы және осы уақытқа дейін толығымен зерттелмегені болып табылады.

Материалдар және зерттеу әдістері

Негізгі зерттеу объектілеріне жекеше сипаттама жасайық. Делбегетей

учаскесі. Қарастырылып отырған учаске Батыс Қалба металлогендік аймағында ерекшеленеді, солтүстік-батыс бағыттағы Семей – Буран-Бурғын гранитоидтық белдеуінің құрамына кіретін аттас гранит массивінің эндо-және экзо-контактлік аймақтарын қамтиды. Грейзенді және кварцты қалайы кен орындарының (Қызылжал, Шерлово, Аркат және т.б.) дамуымен, сондай-ақ кунуш кешенінің дайқаларына (Юбилейный Октябрь) салынған сульфидтілігі жоғары қалайы кендерінің (минералданған аймақтар типі) пайда болуымен сипатталады. Бұл кен орындарын ежелгі кен қазушылар жасаған, ал қазіргі уақытта старатель артелі Изумруд кенінің пайда болуын жасады [1].

Тектоникалық тұрғыдан алғанда, Дельбегетей массиві ендік, меридиандық және солтүстік-батыс тереңдік ақауларының қиылысу түйінімен шектелген, олардың активтенуі гранит балқымаларының бірнеше рет келуімен және интрузивті аймақтың граниттері мен жыныстарының метасоматикалық қайта құрылуымен бірге жүрді [2].

Бурабай учаскесі

Геологиялық құрылымға граниттермен сынған жоғарғы девон – төменгі тас көмір қабаттарының шөгінділері және әр түрлі жастағы және генезистегі төрттік шөгінділер қатысады. Қимада құмтастар, тақтатастар басым, оларда қазіргі төрттік аллювиалды шөгінділер жатыр, олар құмды агрегаты бар қиыршықтас тастармен ұсынылған.

Жарықшақты сулар Күршім өзенінің оң жақ сол жағалауында дамыған және эффузивті – шөгінді жыныстардың жарықшақты аймағына орайластырылған. Аймақтың қалыңдығы 20-дан 60 м-ге дейін өзгереді, жыныстардың су сыйымдылығы төмен. Таралу қашықтығына және су ұтқырлығының төмен болуына байланысты Бурабай ауылын сумен жабдықтауға практикалық қызығушылық жоқ. Күршім өзенінің алқабы қазіргі заманғы аллювиалды Сулы горизонттың кең алаңдық дамуымен сипатталады, ол жоғары сүзу қасиеттері мен су ұтқырлығына ие. Көкжиекті коректендірудің негізгі көзі Күршім өзенінің жерүсті сулары болып табылады, түсіру төменгі орналасқан көкжиектерге жүзеге асырылады [2].

Өткен жылдардағы талдау нәтижелері бойынша 100 ұңғымамен ашылған жерасты сулары мынадай сипаттамаларға ие: құрғақ қалдық жыл мезгілдері бойынша 7Б-тен 454 мг/дм³-ге дейін өзгереді, судың кермектігі – 1,45-5,8 мг. экв./дм³, РН-7,36-7,98 химиялық құрамы аниондар бойынша гидрокарбонатты, катиондар бойынша кальцийлі, тотығыуы 0,48-0,8 мг/дм³. Бейорганикалық заттардың концентрациясы ауыз су мақсаттары үшін ШРК-дан төмен, жалпы альфа және бета радиоактивтілігі бойынша радиоактивті заттардың мөлшері нормативтік мәндерден төмен. Органикалық заттардың мөлшері ШРК-дан аз.

Органолептикалық көрсеткіштер бойынша судың сапасы қанағаттанарлық, иіссіз, түссіз және дәмсіз. Микробиологиялық көрсеткіштер бойынша жұмыс кезінде зарарсыздандыру қажет¹.

Шаған-Шар участкесі

Шаған-Шар участкесі Шығыс Қазақстан облысының Жарма және Көкпекті аудандарында орналасқан.

Орографиялық тұрғыдан алғанда, аудан Қалба жотасының оңтүстік-батыс беткейлерінде орналасқан, ол өз кезегінде Ертіс өзенінің сол жағалауында солтүстік-батыс кең жолақты түрінде орналасқан және Алтай тауларының батыс жалғасы болып табылады.

Қалба жотасы Ертіс өзенінің жоғарғы ағысы – Шар, Шаған, Қызылсу және т. б. жүйесімен қатты бөлінген, жұмсақ беткейлері бар кең жотамен ұсынылған.

Қалбаның батыс бөлігінің орографиясы ұсақ шоқыларға тән ерекшеліктермен сипатталады. Мұнда жыра тәріздес құламалармен бөлінген шоқылардың төмен топтары үстем болып келеді, шоқылардың дөңгелек, жұмсақ пішіндері, жайпақ беткейлері бар, Оңтүстікке қарай біртіндеп жазық, тегіс Зайсан ойпатына өтеді.

Жұмыс ауданының өзен желісі Ертіс өзенінің бассейніне жатады. Шар өзені (Ертіс өзенінің сол саласы) кең, бірақ нақты тау аңғарлары

бар кішігірім сулардан басталады. Тау сілемдерін кесіп өту кезінде өзендер жылдам ағысқа ие, құламалармен бірге жүреді².

Жұмыс ауданының аумағы Зайсан герцин геосинклиналының орталық бөлігінде орналасқан және ішінара чар антиклинорийін қамтиды.

Девон, көмір, неоген және төрттік жүйелердің шөгінділері геологиялық құрылымға қатысады.

Гидрогеологиялық және инженерлік-геологиялық бақылаулар участканы өнеркәсіптік игеру жағдайларын алдын ала бағалау және оны әзірлеуді жобалау үшін бастапқы деректерді алу мақсатында жүргізілді.

Шашырау жұмыстарын жүргізу барысында:

- шөгінділердің сулылығы (ұңғылау күніне белгіленген деңгейдегі жер асты суларының пайда болу тереңдігі). Бақылау соққылы-механикалық бұрғылау ұңғымаларында «шартылдақтың» көмегімен, ашық тау-кен қазбаларында (траншеяларда) өлшеу таспасымен жүргізілді;

- судың сапасы-толық химиялық талдауға сынама алу арқылы;

- тау жыныстарының тұрақтылығы-атмосфералық агенттердің әсерінен жер үсті қазбаларының (траншеялардың) қабырғаларында олардың мінез-құлқын бақылау бойынша; қабырғалардың құлау (құлау) құбылыстары, олардың пайда болу

себептері, сулы шөгінділермен қазу кезінде жүзгіштердің болуы және т. б. байқалды.

Судың минералдануы әр түрлі және 2,45-тен 90,6 г/дм³-ге дейін өзгереді. Зерттелетін учаскедегі көлдердің гидрохимиялық құрамы бірнеше көрсеткіштер бойынша анықталды, оның ішінде сирек кездесетін металдар [3].

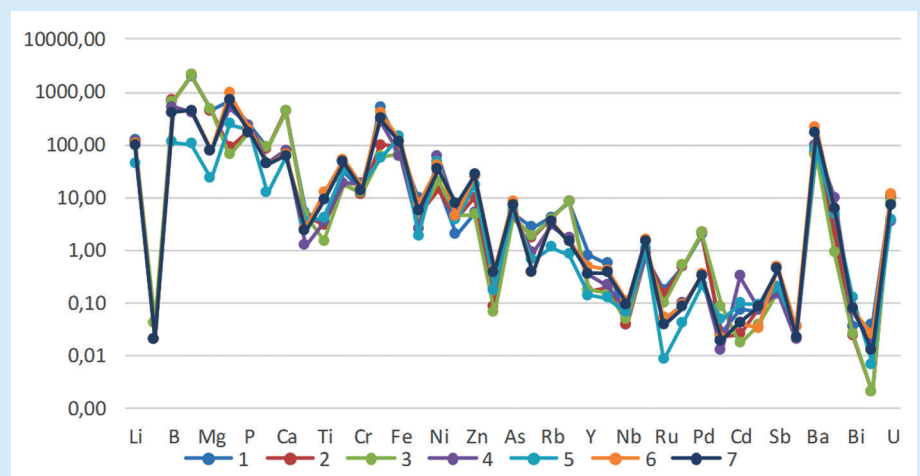
Нәтижелері және оларды талқылау

Зерттеудің мақсаты сирек металдардың және пайдалы қазбалардың басқа түрлерінің минералдануын анықтау үшін көл суларының, тұзды тұздардың, рапаның және түптік шөгінділердің химиялық құрамын зерттеу болып табылады.

Делбегетей участкесі

Экспедициялық зерттеулер жүргізу кезінде гидрохимиялық құрам 20-дан астам негізгі көрсеткіштер бойынша анықталды, оның ішінде: РН, минералдану, калий, натрий, магний, аммоний иондары, нитриттер, нитраттар, фосфаттар, кремний, алюминий, мыс, темір, қорғасын, мырыш, никель, кадмий, марганец және сирек металдар.

Логарифмдік масштабтағы микрокомпоненттердің таралу қисықтары көлдердегі микрокомпоненттер құрамының жалпы синхронды өзгеруін көрсетеді. Микрокомпоненттердің абсолютті құрамының



**Сурет 1. Делбегетей массиві көлдерінің микроқұрамдары.
Figure 1. Microstructures of the lakes of the Delbegetey massif.
Рис. 1. Микроструктуры озер Дельбегетейского массива.**

¹Соляник В.П., Караваева Г.С., Алексеев В.В. және т. б. Шығыс Қазақстан облысы, 2014-2016 жылдары М-45-XXV, XXXI парақтарындағы ГДП-200 Зайсан сериясын геологиялық зерттеу нәтижелері туралы есеп. – Кітап 1. – 291 б. (орыс тілінде)

²Алексеев А.Г., Кузьмин Ю.В., Введенский Р.В. «Геологиялық құрылымы және пайдалы қазбалары М-44-93-В және М-44-105-а (1964-65 жылдардағы жұмыстар бойынша Никитин ГСП-ның соңғы есебі)». Есеп МГ Каз.КСРО. – Өскемен, 1966. – 352 б. (орыс тілінде)

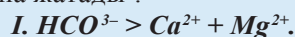
таралу графигін талдау кезінде барлық сынамадар натрий, кальций, марганец, темір, магний және бариймен байытылғаны анықталды.

Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде көл суларының жалпы гидрохимиялық құрамы О.А. Алекиннің классификациясы бойынша 1-3 айтарлықтай айырмашылыққа ие емес екендігі анықталды [3]. Сульфат класына, екінші типтегі натрий тобына жатады:



II типті сулар аралас болып келеді. Олардың құрамы генетикалық тұрғыдан шөгінді жыныстармен, магмалық жыныстармен және шөгінділердің өнімдерімен де байланысты болуы мүмкін. Бұл түрге көптеген өзендердің, көлдердің суы және аз – орташа минералдануы бар жер асты сулары жатады.

4-7 көл суларының гидрохимиялық құрамы айтарлықтай ерекшеленеді және О.А. Алекиннің жіктелуіне сәйкес гидрокарбонат класына, бірінші типтегі кальций тобына жатады³:



I типті сулар магмалық тау жыныстарын химиялық сілтілеу процесінде немесе натрий ионына кальций мен магний иондарының метаболикалық процестерінде түзіледі. Көбінесе олар аз минералданған, ағынсыз көлдердің суларын қоспағанда. Сонымен қатар, көл суы ортаның қышқыл реакциясымен сипатталады (орташа pH = 3,9).

Зерттелген объектілердің көпшілігінде «жалпы қаттылық» көрсеткіші бойынша 1-3 объектілердің жер үсті сулары өте қатты су санатына жатады (12 мг-экв/л-ден астам), ал 4-7 объектілердің сулары орташа қаттылық санатына жатады (4-8 мг-экв/л). Жер үсті суларының аниондық құрамы бойынша гетерогенділігі және олардың гидрокарбонатты және хлоридті сыныптарға жататындығы анықталды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері көптеген су объектілерінің жер үсті суларының құрамында сульфаттардың, хлоридтердің басымдығын анықтады^{3,4} (2 сурет) [3].

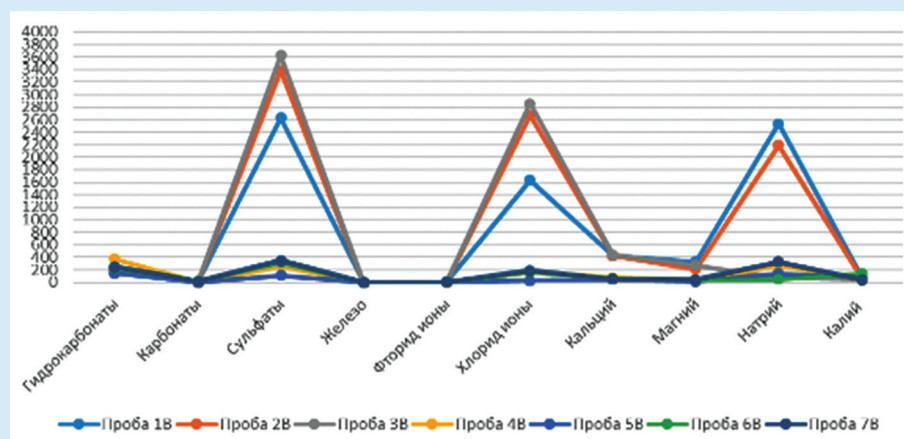
Талдау нәтижелері натрий иондарының концентрациясы 0,05-тен 2,5 г/дм³ аралығында болатындығын көрсетті.

Бурабай учаскесі. Гидрографиялық желінің үлкен ұзындығы және аумақтың тығыздығы көптеген зерттеушілердің назарын аударады. Су объектілерінің химиялық құрамын қалыптастыру шарттары көптеген табиғи факторларға (климаттық ерекшеліктер, рельефтің ерекшеліктері, су алмасудың қарқындылығы, геохимиялық ортаның сипаты) байланысты

қоршаған ортаның табиғи жағдайларына өз түзетулерін енгізеді.

Бурабай массиві шегіндегі аудан көптеген көлдері мен батпақтары бар жақсы және біркелкі дамыған гидрографиялық желімен сипатталады.

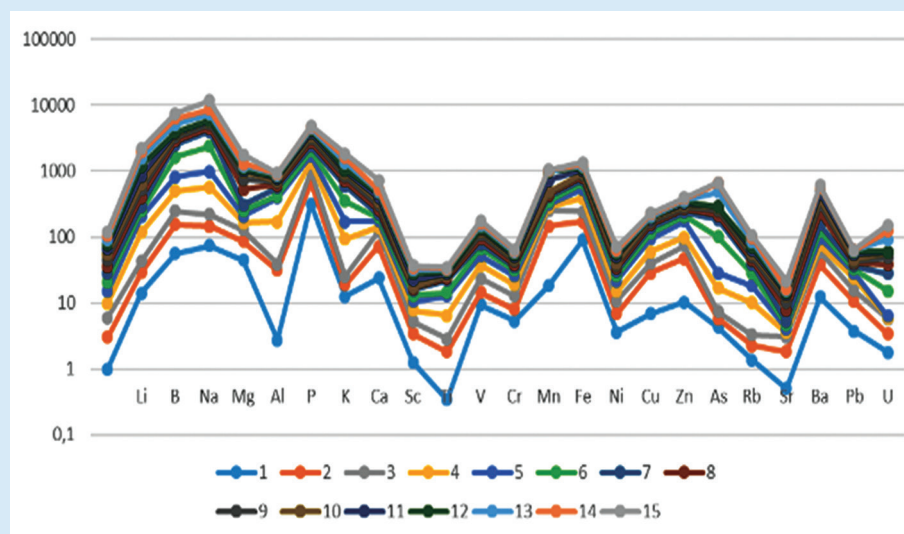
2020 жылғы экспедициялық зерттеулер барысында су объектілерінің гидрохимиялық жай-күйіне бағалау жүргізілді. Зерттеу барысында зерттелетін аумақта зерттеу аумағының геохимиялық келбетін анықтайтын негізгі параметрлер мен компоненттердің құрамы мен өзгеруін зерттеу



Сурет 2. Делбегетей массивінің өзендерінің құрамы және физикалық қасиеттері.

Figure 2. Composition and physical properties of the rivers of the Delbegetey massif.

Рис. 2. Состав и физические свойства рек Дельбегетейского массива.



Сурет 3. Бурабай массивінің өзендерінің микрокомпоненттерінің құрамы.

Figure 3. Composition of micro-components of the rivers of the Burabay massif.

Рис. 3. Состав микрокомпонентов рек Бурабайского массива.

³Алекин О.А. Гидрохимия негиздері. – Ленинград: Гидрометеорологиялық, 1953. – 296 б. (орыс тілінде)

⁴Борзенко С.В. Шығыс Забайкальдегі тұзды көлдердің геохимиясы. / Дисс... Геология және минералогия ғылымдарының докторлары: 25.00.09. – Чита, 2018. – 90 б. (орыс тілінде)

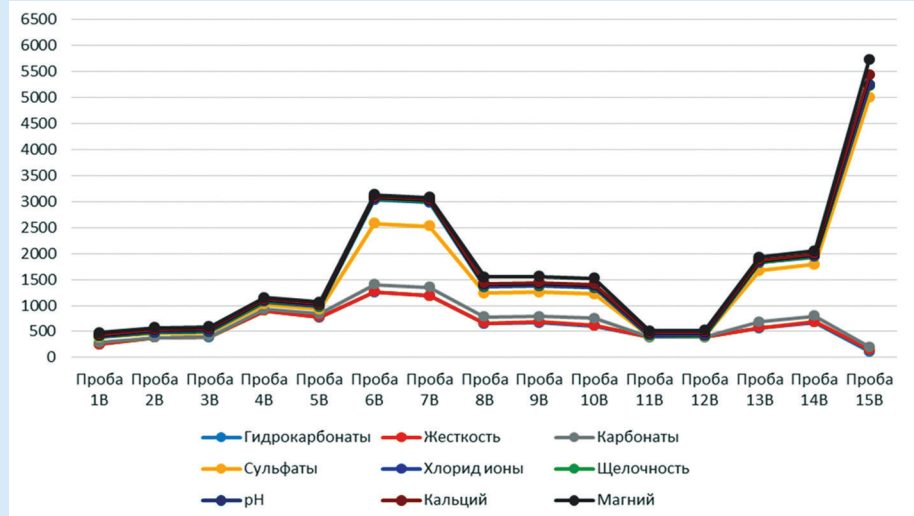
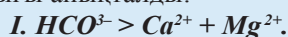
үшін негіз ретінде алынған 15 көл бөлінді. Зерттелетін аумақта жер үсті суларының гидрохимиялық құрамының қалыптасуы табиғи-климаттық жағдайлардың әсерінен жүреді.

Осы аудандағы көлдердің бірқатар ерекшеліктерін атап өткен жөн. Су қоймаларының батпақтануы жер үсті суларында Органикалық заттардың кең спектрінің – өсімдік қоқысының толық жойылмайтын өнімдерінің жиналуына ықпал етеді. Өз кезегінде өсімдік биомассасының ыдырауының аралық өнімдерінің табиғи суларда болуы қоршаған ортаның аздап қышқылдық реакциясын анықтайды, бұл органо-минеральды кешендердің құрамындағы бірқатар металдардың қозғалғыштығын арттырады. Мұның нәтижесі су объектілерінде балық шаруашылығы және ауыл шаруашылық – ауыз – су мақсатындағы су айдындарының сулары үшін белгіленген. Концентрацияларында (ШЖК), оның ішінде темір, алюминий, марганец, мыс, мырыш және сирек кездесетін металдардың асып кетуі мүмкіндігі бар.

Көптеген әдебиеттерде әртүрлі сирек кездесетін элементтердің ауытқуларының пайда болуының көптеген себептері сипатталған [4-6].

Экспедициялық зерттеулер жүргізу кезінде гидрохимиялық құрамы 20-дан астам компонентті көрсетті. Олардың құрамы негізгі көрсеткіштер бойынша анықталды, оның ішінде: рН, минералдануы және сирек металдар болып табылды. Бурабай массивінің микрокомпоненттерінің құрамы 3-ші суретте келтірілген.

Логарифмдік масштабтағы микрокомпоненттердің таралу кысықтары көлдердегі микрокомпоненттер құрамының жалпы синхронды өзгеруін көрсетеді. Микрокомпоненттердің абсолютті құрамының таралу графигін талдау кезінде барлық сынамалар натрий, фосфор, темір, магний және бариймен байытылғаны анықталды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде 1-10, 13-15 көл суларының жалпы гидрохимиялық құрамы О.А. Алекиннің жіктелуіне сәйкес гидрокарбонат класына, бірінші типтегі кальций тобына жататындығы анықталды:



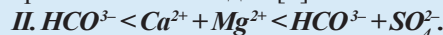
Сурет 4. Бурабай массивінің өзендерінің құрамы мен физикалық қасиеттері.

Figure 4. Composition and physical properties of the rivers of the Burabai massif.

Рис. 4. Состав и физические свойства рек Бурабайского массива.

I типтегі көлдер вулканогендік тау жыныстарының химиялық шаймалдану кезінде және натрий иондарына кальций мен магний иондарының алмасу процестерінде пайда болады. Көбінесе олар аз минералданған көл суларында кездеседі.

Зерттелген көлдердің сулары О.А. Алекиннің жіктелуіне сәйкес гидрокарбонат класына, бірінші типтегі кальций тобына жатады: мұндағы 11 және 12 көл суларының гидрохимиялық құрамы айтарлықтай ерекшеленеді және О.А. Алекиннің жіктелуіне сәйкес сульфат класына, екінші типтегі натрий тобына жатады³ [7]:



II типті сулар аралас. Олардың құрамы генетикалық тұрғыдан шөгінді жыныстармен де, магмалық жыныстардың шөгінді өнімдерімен де байланысты болуы мүмкін. Сонымен қатар, көл суы ортаның сілтілік реакциясымен сипатталады (орташа рН = 8,71).

Бұл жағдайда су объектілерінің минералдануы 05-тен 9 г/дм³-ге дейін өзгереді. Сонымен қатар, «жалпы қаттылық» көрсеткіші бойынша зерттелген объектілердің көпшілігінде 1-5, 8, 9, 13-15 объектілерінің жер үсті сулары орташа қаттылық санатына жатады (4-8 мг-экв / л), ал 6, 7 және 10-12 объектілерінің сулары өте қатты су санатына жатады (12 мг-экв/л-ден астам). Жер үсті

суларының аниондық құрамы бойынша гетерогенділігі және олардың гидрокарбонатты және хлоридті сыныптарға жататындығы анықталды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері көптеген су объектілерінің жер үсті суларының катиондық құрамындағы натрий иондарының ба-сым екендігін анықтады (4 сурет).

Талдау нәтижелері сонымен қатар магний иондарының концентрациясы 0,3-тен 1,4 г/дм³-ге дейін, ал кальций иондары 0,2-ден 0,5 г/дм³-ге дейін болатындығын көрсетті. Зерттеу аумағының жер үсті суларындағы ең аз мөлшермен калий иондары (0,05-1,1 г/дм³) сипатталады. Сулардағы катиондардың құрамындағы аумақтық айырмашылықтар әлсіз көрінеді.

Зерттелетін алаң Бурабай үйіндісінің Қалба кешенінің бірінші фазасының гранодиориттерімен түйісуіне орайластырылған. Мұнда сирек кездесетін екі күрделі аномалия тіркелген: Солтүстік (ауданы шамамен 12 км²) және Оңтүстік (ауданы шамамен 5 км²). Біріншісі ниобий 0,0008-0,002%, висмут 0,0002-0,0005%, бериллий 0,0005-0,0008%, литий 0,0015-0,002%, қалайы 0,001-0,0015% құрамымен сипатталады. Екіншісі бериллийдің 0,0005%, қалайы 0,001-0,0012% және бериллийдің 0,002-0,008% галонымен біріктірілген 0,0003-0,0004% үш жергілікті диапазонынан тұрады².

Өткен зерттеушілердің (Лопатников В.В., 1985 ж.) ұсынымдарын ескере отырып, сипатталған аймақтың ұсақ (аз контрастты болса да) едәуір қанықтылығы, сондай-ақ танталит-колумбит, касситерит және берилл минералдануының бірнеше нүктелерінің өрісінде орналасуы (жол бойындағы учаске) және Чердояқ қалайы-вольфрам кен орнының жақындығы, АГП (в)-24 сөзсіз практикалық қызығушылық тудырады.

Қорытынды

Зерттеу барысында 8-10 көлде-рі бойынша алынған нәтижелер литийдің жоғары мөлшерін 366,20 мкг/л, қалайының 0,047 мкг/л мөлшерін байқалады, бұл сирек металды кендену аумағын алдыңғы зерттеу материалдарына сәйкес келеді.

Суды зерттеу нәтижелері қазіргі кезеңде геохимиялық ерекшеліктердің қалыптасуы туралы барлық

сұрақтарға нақты жауап беруге мүмкіндік бермейді.

Сондай-ақ, Шығыс Қазақстанда зерттелген көлдердің суларында тұздылықтың артуы суда сульфаттар мен хлоридтердің жиналуына байланысты емес, ал құрамындағы тұздылық пропорционалды түрде артатыны анықталды [6]. Осыған байланысты, бұл жалпы идеяларға қайшы келеді және осы мәселені одан әрі зерттеуді талап етеді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Dyachkov B., Zimanovskaya N., Mataibayeva I. Шығыс Қазақстанның сирек металдарының кен орындары: геологиялық жағдайы және болжамдық критерийлері. // Ашық геологиялық журнал. – 2013. – №3. – Б. 404-409 (ағылшын тілінде)
2. Дьячков Б.А., Матайбаева И.Е., Фролова О.В., Гавриленко О.Д. // Шығыс Қазақстанның сирек металл кен орындарының түрлері және оларды бағалау. // Тау-кен журналы. – 2017. – №8. – Б. 45-50 (орыс тілінде)
3. Амралинова Б.Б., Фролова О.В., Матайбаева И.Е., Ағалиева Б.Б., Зимановская Н.А. Шаған-Шар учаскесіндегі көлдердің жер үсті суларының қалыптасуы және геохимиялық ерекшеліктері (Шығыс Қазақстан). // Еуразия ғылымының хабаршысы. – 2021. – Т. 13. – №5. – Б. 1-10 (орыс тілінде)
4. Sultan K., Shazili N.A. Тропикалық жер үсті суларында, топырақта және Теренггану өзені бассейнінің шөгінділерінде сирек жер элементтері, Малайзия. // Сирек жерлер журналы. – 2009. – №6. – Б. 1072-1085 (ағылшын тілінде)
5. Kulaksiz S., Bau M. Антропогендік гадолиний мен сагалардағы табиғи сирек жер элементтерінің қарама-қарсы мінез-құлқы және гадолинийдің Солтүстік теңізге келуі. // Жер және планетарлық ғылым хаттары. – 2007. – №260. – Б. 361-371 (ағылшын тілінде)
6. Steinmann M., Stille P. Аралас базальт-гранит дренажды бассейнінің өзен суындағы сирек жер элементтерінің тасымалдануын және фракциялануын бақылау (Орталық массив, Франция). // Химиялық геология. – 2008. – №254. – Б. 1-18 (ағылшын тілінде)
7. Кравченко М.М., Дьячков Б.А., Суекбаев Е.С., Сапарғалиев Е.М., Азельханов А.Ж., Ойцева Т.А. Шығыс Қазақстанда титан өндірісінің шикізат базасын нығайту және дамыту перспективалары. // Пермь мемлекеттік ғылыми-зерттеу университетінің хабаршысы. – 2016. – Шығ. 1(30). – Б. 78-87 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Dyachkov B., Zimanovskaya N., Mataibayeva I. Rare metal deposits of East Kazakhstan: geologic position and prognostic criteria. // Open Journal of Geology. – 2013. – №3. – С. 404-409 (in English)
2. Dyachkov B.A., Mataibayeva I.E., Frolova O.V., Gavrilenko O.D. Typy redkometall'nykh mestorozhdenij Vostochnogo Kazaxstana i ix ocenka [Types of rare metal deposits of East Kazakhstan and their assessment]. // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – 2017. – №8. – P. 45-50 (in Russian)
3. Amralinova B.B., Frolova O.V., Mataibayeva I.E., Agaliev B.B., Zimanovskaya N.A. Formirovanie i geokimicheskie osobennosti poverxnostnyx vod ozer na uchastke Shagan-Shar (Vostochnyj Kazaxstan) [Formation and geochemical features of surface waters of lakes in the Shagan-Shar section (East Kazakhstan)]. // Vestnik Evrazijskoj nauki = Bulletin of Eurasian Science. – 2021. – Vol. 13. – №5. – P. 1-10 (in Russian)
4. Sultan K., Shazili N.A. Rare earth elements in tropical surface water, soil and sediments of the Terengganu River Basin, Malaysia. // Journal of rare earths. – 2009. – №6. – P. 1072-1085 (ағылшын тілінде)
5. Kulaksiz S., Bau M. Contrasting behaviour of anthropogenic gadolinium and natural rare earth elements in estuaries and the gadolinium input into the North Sea. // Earth and Planetary Science Letters. – 2007. – №260. – P. 361-371 (ағылшын тілінде)
6. Steinmann M., Stille P. Controls on transport and fractionation of the rare earth elements in stream water of a mixed basaltic-granitic catchment basin (Massif Central, France). // Chemical Geology. – 2008. – №254. – P. 1-18 (ағылшын тілінде)

7. Kravchenko M.M., Dyachkov B.A., Suyekpaev E.S., Sapargaliev E.M., Azelkhanov A.Zh. *Perspektivy ukrepleniya i razvitiya syr'evoy bazy titanovogo proizvodstva v Vostochnom Kazaxstane [Prospects for strengthening and developing the raw material base of titanium production in East Kazakhstan]. // Vestnik Permskogo gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo universiteta = Bulletin of the Perm State Research University. – 2016. – Vol. 1(30). – P. 78-87 (in Russian)*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Dyachkov B., Zimanovskaya N., Mataibayeva I. *Месторождения редких металлов Восточного Казахстана: геологическое положение и прогностические критерии. // Открытый журнал геологии. – 2013. – №3. – С. 404-409 (на английском языке)*
2. Дьячков Б.А., Матайбаева И.Е., Фролова О.В., Гавриленко О.Д. *Типы редкометалльных месторождений Восточного Казахстана и их оценка. // Горный журнал. – 2017. – №8. – С. 45-50 (на русском языке)*
3. Амралинова Б.Б., Фролова О.В., Матайбаева И.Е., Агалиева Б.Б., Зимановская Н.А. *Формирование и геохимические особенности поверхностных вод озер на участке Шаган-Шар (Восточный Казахстан). // Вестник Евразийской науки. – 2021. – Т. 13. – №5. – С. 1-10 (на русском языке)*
4. Khawar Sultan, Noor Azhar Shazili. *Редкоземельные элементы в тропических поверхностных водах, почве и отложениях бассейна реки Теренггану, Малайзия. // Журнал редких земель. – 2009. – Вып. 27(6). – С. 1072-1078 (на английском языке)*
5. Kulaksiz S., Bau M. *Контрастное поведение антропогенного гадолиния и природных редкоземельных элементов в эстуариях и поступление гадолиния в Северное море. // Записки о Земле и планетологии. – 2007. – №260. – С. 361-371 (на английском языке)*
6. Steinmann M., Stille P. *Контроль за переносом и фракционированием редкоземельных элементов в речной воде смешанного базальтово-гранитного водосборного бассейна (Центральный массив, Франция) // Химическая геология. – 2008. – №254. – С. 1-18 (на английском языке)*
7. Кравченко М.М., Дьячков Б.А., Суйекпаев Е.С., Сапаргалиев Е.М., Азельханов А.Ж. *Перспективы укрепления и развития сырьевой базы титанового производства в Восточном Казахстане. // Вестник Пермского государственного научно-исследовательского университета. – 2016. – Вып. 1(30). – С. 78-87 (на русском языке)*

Авторлар туралы мәліметтер:

Агалиева Б.Б., докторант, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Жер туралы ғылымдар мектебінің аға оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), agaliyeva_00@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5682-8451>

Амралинова Б.Б., PhD, Satbayev University, Жобаларды басқару институтының директоры (Алматы қ., Қазақстан), bakytzhan_80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0716-5265>

Фролова О.В., PhD, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Жер туралы ғылымдар мектебінің аға оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), geolog1984@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9144-6291>

Рагданова А.А., докторант, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Жер туралы ғылымдар мектебінің оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), altynai.2492@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9138-2213>

Information about authors:

Agaliyeva B.B., PhD Student, Senior Lecturer at the School of Earth and Environmental Sciences of the East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Amralinova B.B., PhD, Director at the Project Management Institute of the Satpayev University (Almaty, Kazakhstan)

Frolova O.V., PhD, Senior Lecturer at the School of Earth and Environmental Sciences of the East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Ragdanova A.A., PhD Student, Lecturer at the School of Earth and Environmental Sciences of the East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Агалиева Б.Б., докторант, старший преподаватель Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

Амралинова Б.Б., PhD, директор института управления проектами Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

Фролова О.В., PhD, старший преподаватель Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

Рагданова А.А., докторант, преподаватель Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

Жұмыс АР08052707 «Сирек металдардың минералдануын анықтау мақсатында Шығыс Қазақстан көлдеріне гидрохимиялық зерттеулер жүргізу» мемлекеттік бюджеттік ғылыми-зерттеу жобасының шеңберінде орындалды.

Код МРНТИ 52.13.04

Sh.A. Abdibaitov¹, *B. Khussan², D.T. Ivadilina², V.H. Lozynskyi³¹Kyrgyz State University of Geology, Mining and Development of Natural Resources named after Academician U. Asanaliev (Bishkek, Kyrgyzstan),²Non-profit joint-stock company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan),³Dnipro University of Technology (Dnipro, Ukraine)

METHODS FOR PREDICTION OF THE CONDITIONS OF DIP FORMATION ON THE GROUND SURFACE DURING UNDERGROUND DEVELOPMENT ORE DEPOSITS

Abstract. The article deals with the issues of predicting the conditions for the formation of dips on the earth's surface under the influence of underground mining in relation to the ore deposits of Kyrgyzstan. The analysis of existing methods for calculating the stability of the earth's surface is carried out, and calculation methods for predicting the conditions for the formation of dips are presented. The main factors influencing the shape and nature of the displacement of the overburden and the surface of the mines of antimony and mercury deposits have been identified. As a result of the research and analysis of the data obtained, the nature of the development of displacement in the undermined massif over time was revealed and empirical dependences of the change in the development depth on the strength of the rocks were established.

Key words: underground mining, rock movement, earth surface failure, forecasting methods, subsidence, curvature, displacement trough, horizontal displacements, tension, compression, goaf, development depth.

Рудалы кен орындарын жер астында игеру кезінде жер бетінде опырылымдардың пайда болу жағдайларын болжау әдістері

Аңдатпа. Мақалада Кыргызстанның рудалы кен орындарына қатысты жер асты жұмыстардың әсерінен жер бетіндегі опырылымдардың пайда болу жағдайларын болжау мәселелері қарастырылған. Жер бетінің тұрақтылығын есептеудің қолданыстағы әдістеріне талдау жасалды, шөгінділердің пайда болу жағдайларын болжаудың есептеу әдістері ұсынылды. Сурма және сынап кен орындары кеніштерінің беті мен жабушы жыныстардың жылжу түрі мен сипатына әсер ететін негізгі факторлар анықталды. Жүргізілген зерттеулер мен алынған деректерді талдау нәтижесінде уақыт өте келе алынған массивте жылжудың даму сипаты анықталды және даму тереңдігінің өзгеруі тау жыныстарының беріктігіне эмпирикалық тәуелділіктер анықталды.

Түйінді сөздер: жер асты жұмыстары, тау жыныстарының жылжуы, жер бетінің опырылуы, болжау әдістері, шөгү, қисықтық, сырғу мұльдалары, көлденең сырғу, созылу, сығылу, игерілген кеңістік, игеру тереңдігі.

Методы прогнозирования условий образования провалов на поверхности земли при подземной разработке рудных месторождений

Аңдатпа. В статье рассматриваются вопросы прогнозирования условий образования провалов на поверхности земли под воздействием подземной разработки применительно к рудным месторождениям Кыргызстана. Проведен анализ существующих методов расчета устойчивости земной поверхности, а также представлены методы расчета для прогнозирования условий образования провалов. Выявлены основные факторы, влияющие на форму и характер смещения вскрышных пород и поверхности шахт месторождений сурьмы и ртути. В результате исследования и анализа полученных данных был выявлен характер развития смещений в подорванном массиве с течением времени и установлены эмпирические зависимости изменения глубины разработки от прочности горных пород.

Ключевые слова: подземные работы, сдвиг горных пород, обвал земной поверхности, методы прогнозирования, усадка, кривизна, скольжение, поперечное скольжение, растяжение, сжатие, освоенное пространство, глубина освоения.

Introduction and relevance of the study

Underground mining of mineral deposits is accompanied by a mandatory imbalance in the rock mass, which, depending on the parameters and development technology, can either be localized inside the rock mass or manifest itself on the earth's surface in the form of dips, terraces, cracks and zones of smooth deformations. The whole complex of phenomena associated with the deformation of a rock mass and disturbance of the earth's surface in the area of influence of mining operations is united in mining by a common concept – the process of displacement of rocks.

The urgency of the problems of rock displacement has been preserved

throughout the history of mining and is due to the danger of destruction from the impact of the displacement process of both the structures of mining enterprises and the surrounding industrial, residential and public buildings and structures, as well as natural objects falling into the zone of influence of underground mining. Along with the destruction of undermined objects, the displacement process often creates a danger for the mining operations themselves, in particular, the formation of collapse zones and water-conducting cracks during the extraction of minerals under rivers, lakes and reservoirs or in the presence of karsts, flooded rocks, quicksand, etc. can lead to water breakthrough and flooding of mine workings.

An exact description of the role and place of rock movement in the development of underground mining is given by I.M. Bakhurin, the founder of research work on rock movement in the former Soviet Union: «Rock movement in a mine is one of the main difficulties in mining. It is also one of the main threats to the safe conduct of mining: it breaks the fastening, reduces the useful section of the workings, and sometimes completely fills them up. We will not be mistaken if we say that the whole history of finding the best mining systems is the history of the struggle against the displacement of rocks»¹.

Thus, the problems in the field of rock movement, which have been acute throughout the history of underground mining and have

¹Kuznetsov M.A., Akimov A.G., Kuzmin V.I. and others. Displacement of rocks in ore deposits. – M.: Nedra, 1971. – 224 p. (in Russian)

become increasingly important in modern mining in connection with the expansion of mining and the development of deep deposits with complex mining conditions, are among the most important. The fulfillment of the main goal of mining science «...to create the most advanced technical means and technological methods and techniques for achieving the safest and most economic development of minerals while facilitating the work of miners in every way...» [1] depends on their solution to a large extent.

In modern scientific and technical literature, the displacement of rocks and the earth's surface [2] in a broad sense is understood as displacements and deformations caused by an imbalance in a rock mass under the influence of anthropogenic activities for the extraction of various types of minerals or the development of natural processes and phenomena². The main modern ideas about the process of rock movement at ore deposits (figure 1) are set out in a generalizing collective work, the current rules for the protection of structures for mining regions, in instructions for monitoring movements at ore deposits, and in extensive scientific and industrial literature.

In the theory and practice of the protection of structures, more than a dozen parameters are used to characterize various aspects of the displacement process [3], which can be conditionally divided into the following groups [4]:

- angular parameters (boundary angles, angles of displacement, breaks, collapse and funneling);
- deformations and displacements of rocks and the earth's surface (subsidence, slope, curvature, horizontal displacements, tension and compression);
- time parameters (duration of the displacement process, the rate of deformations and displacements, the period of dangerous deformations).

The angular parameters characterize the relative position of the boundaries of underground mining with the boundaries of the characteristic zones

of the shear trough on the Earth's surface. All angular parameters are conditional indicators applicable only for constructing the boundaries of safety pillars and corresponding zones on the surface, and the inclined lines and planes constructed with their help do not reflect the actual boundaries in the rock mass.

Displacement and deformation parameters characterize vertical and horizontal displacements and deformations of the earth's surface and host rocks. Unlike the previous group, these parameters characterize the actual mechanical phenomena occurring in the rock mass as a result of a violation during the underground mining of the deposit.

The third group of parameters characterizes the development of the shear process in time and, in addition to shear rates and deformations, include such important indicators as the total duration of the shear process and the period of dangerous deformations.

In the general provisions of the «Rules» and «Instructions» and in the scientific and technical literature, a different number of factors influencing the nature and parameters of rock movement are considered. Most of them have been studied very poorly, and it is not possible to quantify their effect on the displacement parameters. It is

all the more difficult to establish the influence of a complex of factors. The rules quantitatively take into account only those factors that change within a significant range and cause significant changes in the rock displacement parameters.

Research methodology

Modern methods for predicting deformations and displacements for designing measures to protect structures and natural objects from the influence of underground mining in ore deposits, by analogy with coal mines, according to the main assumptions and used for forecasting, can also be divided into empirical, based on distribution functions, and based on theoretical models. Empirical methods of forecasting the displacement process based on the results of instrumental observations are the most common in modern practice in the development of ore deposits. They are adopted in all the «Rules» and «Instructions» in force at the enterprises of Krivoy Rog (Ukraine), the Urals, Mountain Shoria and Siberia (Russia), Kazakhstan³.

Along with basin or regional rules on newly developed deposits of ferrous and non-ferrous metals, temporary rules for the protection of objects at deposits with an unexplored shear process are widely used.



Figure 1. Quarry ledges of ore deposits.
Сурет 1. Кен орындарының карьерлік кемерлері.
Рис. 1. Карьерные уступы рудных месторождений.

²Sashurin A.D. *Displacement of rocks in the mines of ferrous metallurgy*. – Yekaterinburg: Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1999. – 268 p. (in Russian)

³Kratch G. *Displacement of rocks and protection of workable structures*. – M.: Nedra, 1978. – 494 p. (in Russian)

Calculation methods for predicting the conditions of failure formation
Сәтсіздіктердің пайда болу жағдайларын болжау үшін есептеу әдістері
Методы расчета для прогнозирования условий образования провалов

Table 1

Кесте 1

Таблица 1

Author	Deposit	Formula
<i>Limit depth</i>		
VNIMI		$H_1 = k \times l, l_3 = (L \times l) / \sqrt{L + l^2}$
Unipromed	Ural	$H = k\sqrt{m \times l}, l = (L^1 \times n) / (L^1 + n)$
Kuznetsov M.A., Akimov A.G. and etc	Kazakhstan, Siberia, Ural, Krivoy Rog	$H > H_p = (300 \times M_3 \times L^1) / (L^1 + 74M_3)$
VNIMI	Krivoy Rog	$H = [L \times (20 - f)] / [3,3 \times (1 + 0,1f)]$
Yalymov N.G., Beglyakov V.E.	Khaidarkan	$H = L / [2 \times \text{tg}(\delta - 90^\circ)]$
<i>Collapse zone height</i>		
Akimov A.G.		$h = A\sqrt{(L \times n \times \gamma \times m / k_M)}$
VNIMI	Sovetskoe	$h = (a \times L^1 \times S) / [b \times (L^1)^2 + c \times S]$
Skozobtsev B.S., Efimov E.P. and etc.	Mirgalimsay	$h = 0,37L$ – average disturbed array $h = 0,48L + 8$ – heavily disturbed array
Kravets V.S.	Krivoy Rog	$h = L \times (0,7 + 0,0042H);$ $h = (0,9 + 0,0095H + 0,000001H^2)m;$
Borisov A.A.		$h = 3/2 \times [(\gamma \times H + q)l^2] / \sigma \times h_1$

At developed fields with a studied shear process, the normative parameters for drawing up rules or designing measures for the protection of objects in practice are predicted by extrapolating the results of instrumental observations to subsequent periods of development. At newly developed deposits or at new areas of developed deposits that differ in mining and geological conditions, the displacement process is predicted by analogy with the studied deposits, which have approximately the same development conditions. This approach was called the analogy method and, as applied to coal deposits, was first developed by D.A. Kazakovsky. For ore deposits, the analogy method was substantiated in the development of temporary rules for deposits with an unexplored shear process and was further developed by M.A. Kuznetsov. The effectiveness of applying the analogy method depends on the correct choice of analogue

deposits, which is based on the classification features of deposits⁴.

The stability of the earth's surface during the development of ore bodies is determined by the mining system and depends on many mining and geological factors. Currently, as a criterion for assessing the safe depth of development, it is accepted that the deformations of the earth's surface do not exceed the following critical values⁵:

- slope of the shift trough:
 $i = 4 \times 10^{-3}$ (4 мм/м);
- curvature:
 $k = 0,2 \times 10^{-3}$ (0,2 мм/м²);
- horizontal stretching:
 $\varepsilon = 2 \times 10^{-3}$ (2 мм/м).

In general, the calculation methods for predicting the conditions for the formation of dips can be represented as follows (table 1).

Thus, from the analysis of existing methods for calculating the stability of the earth's surface, it follows that the value of the safe depth of development

is determined by the development systems used, their parameters, and the physical and mechanical properties of the host rocks. But, as you know, the process of displacement of a rock mass is temporary, and therefore, in order to justify and apply one or another method in specific mining and geological conditions, it is necessary to analyze the actual state of underground voids and the surface, comparative calculations and establish the possibility of formation of surface dips in time.

Discussion of the research results

The process of rock displacement in ore deposits, having a commonality with similar phenomena in deposits of other types of mineral raw materials, has a number of features, mainly due to the parameters of the ore bodies, the properties and condition of the host rocks, and the mining technology. In the practice of solving the problems of rock displacement, in most cases, issues are considered in relation to mines,

⁴Turchaninov I.A., Iofis M.A., Kaspar'jan Je.V. *Fundamentals of rock mechanics*. – L.: Nedra, 1989. – 488 p. (in Russian)

⁵Temporary rules for the protection of structures and natural objects from the harmful effects of underground mining of non-ferrous metal deposits with an unexplored process of rock movement. / Approved by the Ministry of non-ferrous metals 30.06.86. – L.:VNIMI, 1986. – 74 p. (in Russian)

where systems with the collapse of host rocks are used^{1, 2}.

As is known, the underground mining of ore deposits in Kyrgyzstan is carried out by systems with natural maintenance of the mined-out space. Under these conditions, the development, as a rule, is accompanied by the formation of underground voids of considerable size. If timely appropriate measures are not taken to extinguish them, then under certain conditions, over time, the process of shifting the overlying strata may begin. Developing in the array, this process reaches the earth's surface with the formation of dangerous deformations and dips. So, for example, at the Khaidarkan mine, dips formed under the main roads to the plant and quarry and under a residential village. At the Chauvai mine, dips formed under a residential area. The largest number of sinkholes (more than 40) took place at the Kadamzhai mine.

To assess the stability and identify the main factors affecting the shape and nature of the displacement of the earth's surface, we have studied and processed the geological and surveying documentation for the Kadamzhai and Khaidarkan mines. At the same time, the depth of development, the parameters of chambers and stores, the characteristics of the roof rocks, the time of working out the chambers and the formation of dips were recorded.

Based on these data and the calculation formulas given in the above table, we carried out comparative calculations of the development depth, at which dangerous deformations and dips may form on the surface, and according to the data obtained, graphs were constructed to assess the stability of the surface depending on the geometric parameters of the voids and physical and mechanical properties of rocks [5] of the overlying massif [6].

As a result of the research and analysis of the data obtained, the nature of the development of displacement in the undermined massif over time was revealed and empirical dependences of the change in the development depth on the strength of the rocks were established.

The time of formation of surface dips during the development of ore bodies by systems with an open mining area without forced filling of underground voids significantly depends on the stability of the roof of the chambers in time and the duration of the process of self-collapse of overlying rocks. At the same time, the influence of the time factor on the depth of formation of dips is recommended to be taken into account by the coefficient k_t , the values of which, depending on the strength of the overlying rocks, are given in [7].

Comparative calculations and evaluation of the obtained results showed that, along with the geometric parameters of the voids

and the physical and mechanical properties of the rocks, the value of the safe depth is significantly affected by structural weakening in the rock mass and the time factor.

Conclusion

1. The result of the research and analysis of the data obtained showed that the conditions for the formation of sinkholes in the ore deposits of Kyrgyzstan depend on a number of factors: the geometric parameters of the voids, the physical and mechanical properties of the rocks, the structural features of the massif, and the time factor.

2. The value of the safe depth according to the normative document is determined depending on the physical and mechanical properties of the rocks and the geometric parameters of the voids: $H_1 > k_t l_s$,

3. Comparative calculations and evaluation of the obtained results showed that along with the geometric parameters of the voids and the physical and mechanical properties of the rocks, the value of the safe depth is also significantly affected by structural weakening in the rock mass and the time factor. Taking into account these factors, we recommend that the safe depth be determined by the formula [7]:

$$H_1 > k_t l_s k_i / k_c,$$

where:

k_c – structural weakening factor;

k_i – coefficient taking into account the influence of the time factor.

REFERENCES

1. Wei-Peng Ge, Zheng-Kang Shen, Peter Molnar, Min Wang, Pei-Zhen Zhang, Dao-Yang Yuan. GPS determined asymmetric deformation across Central Altyn Tagh fault reveals rheological structure of Northern Tibet. // *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. – 2022. – Vol. 127. – Issue 9. – P. 1-17 (in English)
2. Batugin A. A proposed classification of the Earth's crustal areas by the level of geodynamic threat. // *Geodesy and Geodynamics*. – 2020. – Vol. 12. – Issue 1. – P. 21-30 (in English)
3. Zhao Hongze, Wang Dongyu, Ma Ming, Zheng Kaihui. Parameter inversion and location determination of evolutionary weak layer for open-pit mine slope. // *International Journal of Coal Science & Technology*. – 2020. – Vol. 7(6). – P. 714-724 (in English)
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilinova D.T. Methods for monitoring the earth surface displacement at points of small geodetic network under the underground method of coal development. // *Naukovyi Visnik NHU*. – 2019. – №2. – PP. 13-20 (in English)
5. Dyomin V.F., Abekov U.Ye., Ivadilinova D.T. Technological schemes, methods, types and facilities for supporting mine working contours in complicated mining and geological operational conditions. // *Mining Journal of Kazakhstan*. – Almaty, 2019. – №8. – P. 42-44 (in English)
6. Abdibaitov Sh.A. Vliyanie strukturnykh oslablenij na obrazovanie provalov zemnoj poverhnosti [The influence of structural weakening on the formation of sinkholes

of the Earth's surface]. // *Nauchno-tehnicheskoe obespechenie gornogo proizvodstva: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. / Trudy instituta gornogo dela im. D.A.Kunaeva. / Pod obshhej redakciej d.t.n., prof. Galieva S.Zh. = Scientific and technical support of mining production: Materials of the international scientific and practical conference. / Proceedings of the D.A. Kunaev Institute of Mining. / Under the general editorship of Doctor of Technical Sciences, prof. Galiev S.Zh. – Almaty, 2004. – Vol. 68. – Part I. – P.84-88 (in Russian)*

7. Jalymov N.G., Abdibaitov Sh.A. Vliyanie vremeni na ustojchivost' zemnoj poverhnosti pri podzemnoj razrabotke mestorozhdenij [The effect of time on the stability of the Earth's surface during underground mining]. // *Razvitie inzhenernykh metodov v geomehanike: ocenka, prognoz, kontrol' (Avershinskie chtenija): Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii = Development of engineering methods in geomechanics: assessment, forecast, control (Avershinsky readings): Materials of the International Scientific and Practical conference. – Bishkek: Institut fiziki i mehaniki gornyh porod NAN KR = Institute of Physics and Mechanics of Rocks of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, 2005. – P. 81-85 (in Russian)*

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Wei-Peng Ge, Zheng-Kang Shen, Peter Molnar, Min Wang, Pei-Zhen Zhang, Dao-Yang Yuan. Белгілі бір GPS асимметриялық деформация орталық Алтын-Таг ақаулығы арқылы Солтүстік Тибеттің реологиялық құрылымын көрсетеді. // *Геофизикалық зерттеулер журналы: қатты жер. – 2022. – Шығ. 127. – Сұрақ 9. – Б. 1-17 (ағылшын тілінде)*
2. Batugin A. Геодинамикалық қауіп деңгейіне сәйкес жер қыртысының аудандарын жіктеу ұсынылған. // *Геодезия және геодинамика. – 2021. – Т. 12. – Шығ. 1. – Б. 21-30 (ағылшын тілінде)*
3. Zhao Hongze, Wang Dongyu, Ma Ming, Zheng Kaihui. Параметрлерді инверсиялау және ашық шахтаның беткейі үшін эволюциялық әлсіз қабаттың орналасуын анықтау. // *Көмір ғылымы мен технологиясының халықаралық журналы. – 2020. – Шығ. 7(6). – Б. 714-724 (ағылшын тілінде)*
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. Көмір өндірісінің жерасты техникасы кезеңінде кіші геодезиялық желі нүктелерінде жер бетінің жылжуын бақылау әдістері. // *Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. – 2019. – №2. – Б. 13-21 (ағылшын тілінде)*
5. Dyomin V.F., Abekov U.Ye., Ivadilina D.T. Пайдаланудың күрделі тау-кен геологиялық жағдайларында тау-кен қазбаларының контурларын қолдауға арналған технологиялық схемалар, әдістер, типтер және құралдар. // *Қазақстанның тау-кен журналы. – Алматы, 2019. – №8. – Б.42-44 (ағылшын тілінде)*
6. Абдибаитов Ш.А. Құрылымдық әлсіреулердің жер бетіндегі шөгінділердің пайда болуына әсері. // *Тау-кен өндірісін ғылыми-техникалық қамтамасыз ету: Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары. / Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен ісі институтының еңбектері. / Жалпы редакциясымен т.ғ.д., проф. Галиев С.Ж. – Алматы, 2004. – Т. 68. – I бөлім. – Б. 84-88 (орыс тілінде)*
7. Ялымов Н. Г., Абдибаитов Ш.А. Жер асты кен орындарын игеру кезіндегі жер бетінің тұрақтылығына уақыттың әсері. // *Геомеханикадағы инженерлік әдістерді дамыту: бағалау, болжау, бақылау (Авершин оқулары): Халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдары. – Бішкек: ҚР ҰҒА тау жыныстарының физикасы мен механикасы институты, 2005. – Б. 81-85 (орыс тілінде)*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Wei-Peng Ge, Zheng-Kang Shen, Peter Molnar, Min Wang, Pei-Zhen Zhang, Dao-Yang Yuan. Определенная GPS асимметричная деформация через Центральный Алтынтагский разлом раскрывает реологическую структуру Северного Тибета. – *Журнал геофизических исследований: твердая Земля. – 2022. – Т. 127. – Вып. 9. – С. 1-17 (на английском языке)*
2. Batugin A. Предложена классификация областей земной коры по уровню геодинамической угрозы. – *Геодезия и геодинамика. – 2021. – Т. 12. – Вып. 1. – С. 21-30 (на английском языке)*
3. Zhao Hongze, Wang Dongyu, Ma Ming, Zheng Kaihui. Инверсия параметров и определение местоположения эволюционно слабого слоя для откоса

- открытой шахты. // *Международный журнал угольной науки и технологии*. – 2020. – Вып. 7(6). – С. 714-724 (на английском языке)
4. Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilinova D.T. Способы контроля смещения земной поверхности в точках малой геодезической сети при подземном способе разработки угля. // *Научный вестник НГУ*. – 2019. – №2. – С. 13-21 (на английском языке).
 5. Dyomin V.F., Abekov U.Ye., Ivadilinova D.T. Технологические схемы, методы, типы и средства для поддержания контуров горных выработок в сложных горно-геологических условиях эксплуатации. // *Горный журнал Казахстана*. – Алматы, 2019. – №8. – С. 42-44 (на английском языке).
 6. Абдибаитов Ш.А. Влияние структурных ослаблений на образование провалов земной поверхности. // *Научно-техническое обеспечение горного производства: Материалы международной научно-практической конференции. / Труды института горного дела им. Д.А. Кунаева. / Под общей редакцией д.т.н., проф. Галиева С.Ж.* – Алматы, 2004. – Т. 68. – Ч. – С. 84-88 (на русском языке)
 7. Яльмов Н.Г., Абдибаитов Ш.А. Влияние времени на устойчивость земной поверхности при подземной разработке месторождений. // *Развитие инженерных методов в геомеханике: оценка, прогноз, контроль (Авершинские чтения): материалы международной научно-практической конференции.* – Бишкек: Институт физики и механики горных пород НАН КР, 2005. – С. 81-85 (на русском языке)

Information about authors:

Abdibaitov Sh.A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department «Underground Mining of Mineral Deposits» of the Kyrgyz State University of Geology, Mining and Development of Natural Resources named after Academician U. Asanaliev (Bishkek, Kyrgyzstan), abdibaitov69@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8874-4041>

Khusan B., Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan), hbolat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0996-348X>

Ivadilinova D.T., PhD, Acting Docent at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan), dinulb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9731-0587>

Lozynskiy V.H., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Mining Engineering and Education of the Dnipro University of Technology (Dnipro, Ukraine); <https://orcid.org/0000-0002-9657-0635>

Авторлар туралы мәліметтер:

Абдибаитов Ш.А., техника ғылымдарының кандидаты, академик Ө. Асаналиев атындағы Қырғыз мемлекеттік геология, тау-кен ісі және табиғи ресурстарды игеру университетінің, «Пайдалы қазбалар кен орындарын жер астында игеру» кафедрасының доценті (Бішкек қ., Қырғызстан)

Хусан Б., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Ивадилинова Д.Т., «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы кенорындарын қазып өндіру» кафедрасының доцент м.а. (Қарағанды қ., Қазақстан)

Лозинский В.Г., техника ғылымдарының кандидаты, «Днепр политехникасы» Ұлттық техникалық университетінің, тау-кен инженериясы және білім беру кафедрасының доценті (Днепро қ., Украина)

Сведения об авторах:

Абдибаитов Ш.А., канд. техн. наук, доцент кафедры «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» Кыргызского государственного университета геологии, горного дела и освоения природных ресурсов имени академика У. Асаналиева (г. Бишкек, Кыргызстан)

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

Ивадилинова Д.Т., PhD, и.о. доцента кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Лозинский В.Г., канд. техн. наук, доцент кафедры горной инженерии и образования Национального технического университета «Днепровская политехника» (г. Днепр, Украина)

Код МРНТИ: 52.13.21

А.Ж. Имашев, *А.А. Мусин, А.К. Матаев, А.М. Суимбаева

*Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»
(г. Караганда, Казахстан)*

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗЛИШКА СЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ

Аннотация. В обзорной статье выполнен подробный анализ существующих конструктивных методов снижения коэффициента излишка сечения, оценена эффективность их использования в различных горно-геологических условиях. Определены основные факторы, влияющие на перебор сечения при проходке горизонтальных выработок. Представлен краткий обзор методов контурного взрывания, отражены их достоинства и недостатки. Выполнен анализ изменения коэффициента излишка сечения в зависимости от направления проходки относительно к простиранию крутопадающих пород. Особое внимание было обращено авторами на результаты зарубежных и отечественных исследователей в минимизировании перебора сечения за счет применения контурного взрывания.

Ключевые слова: коэффициент излишка сечения, буровзрывные работы, скважина, влияние взрыва, законтурный массив, структурные свойства, контурное взрывание, напластование пород, свойства массива, категория устойчивости пород.

Көлденең қазбаларды жарылғыш әдіспен жүргізу кезінде артық қиманың коэффициентін төмендету әдістері

Анатпа. Шолу мақаласында артық қима коэффициентін төмендетудің қолданыстағы конструктивті әдістеріне егжей-тегжейлі талдау жасалды, оларды әртүрлі тау-кен-геологиялық жағдайларда пайдалану тиімділігі бағаланды. Қазбаларды үңгілеу кезінде қиманың жобадан артық болуына әсер ететін негізгі факторлар анықталды. Контурлық жару әдістеріне қысқаша шолу, олардың артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілген. Тек түсетін жыныстардың созылуына қатысты үңгілеу бағытына байланысты артық қима коэффициентінің өзгеруіне талдау жасалды. Авторлар шетелдік және отандық зерттеушілердің нәтижелеріне контурлық жаруды қолдану арқылы көлденең қиманы барынша азайтуға ерекше назар аударды.

Түйінді сөздер: артық қима коэффициенті, бұрғылау-жару жұмыстары, жарылыстың әсері, контурдан тыс массив, құрылымдық қасиеттері, контурлы жару, жыныстардың қабаттасуы, массивтің қасиеттері, тау жыныстарының тұрақтылық категориясы.

Methods of reducing the coefficient of excess cross-section when carrying out horizontal workings by explosive method

Abstract. In the review article, a detailed analysis of existing constructive methods for reducing the coefficient of excess cross-section is carried out, the effectiveness of their use in various mining and geological conditions is evaluated. The main factors influencing the cross-section busting during horizontal workings are determined. A brief overview of contour blasting methods is presented, their advantages and disadvantages are reflected. The analysis of the change in the coefficient of excess cross-section depending on the direction of penetration relative to the strike of steeply falling rocks is carried out. Particular attention was paid by the authors to the results of foreign and domestic researchers in minimizing the cross-section busting through the use of contour blasting.

Key words: the coefficient of excess cross-section, drilling and blasting, the impact of explosion, structural array, structural properties, contour blasting, rock stratification, properties of the array, the category of rock stability.

Введение

В настоящее время разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом характеризуется большими объемами проходческих работ. Скорость и качество проходки определяют эффективность развития рудника и подземных горных работ в целом. Одним из факторов, снижающих скорость проходки при использовании буровзрывных работ (БВР), является повышенное законтурное разрушение массива горных пород, приводящее к увеличению коэффициента излишка сечения (КИС).

При проведении горизонтальных выработок к буровзрывным работам предъявляются повышенные требования в части обеспечения необходимой отбойки породы после взрыва и качественного ее дробления, высокой устойчивости выработок и оконтуривания их в соответствии с проектом.

Обеспечить выполнение заданных требований возможно за счет разработки методов расчета оптимальных параметров буровзрывных работ, обеспечивающих оптимальный заданный отрыв и соответствие контура выработки в проходке ее проектному сечению. Существующие технологии ведения БВР не всегда обеспечивают требуемое оконтуривание выработки, что приводит к перебору сечения более чем на 20%. Причин, порождающих эти явления, может быть несколько: неправильный подбор типа взрывчатого вещества (ВВ) для данного массива пород, повышенный расход взрывчатых веществ, ошибка в подборе параметров сетки расположения шпуров и т. п.

Наибольшее распространение получила методика расчета параметров БВР при проходке выработок, предложенная профессором Н.М. Покровским¹. Она базируется

на определении удельного расхода ВВ, коэффициента, учитывающего структурные особенности пород, коэффициент зажима взрывающей породы и т. д. Недостатком этой методики является то, что используемые в расчетах коэффициенты имеют весьма широкий диапазон изменения принимаемых значений, которые зависят чаще всего от уровня подготовки и интуиции специалиста, выполняющего расчеты, нежели от собственно горно-геологических условий. В результате, параметры БВР устанавливаются по усредненным значениям, что отрицательно сказывается на эффективности взрывных работ. Несколько иной подход предложен в методике [1], в основе которой лежит определение радиуса зоны трещинообразования вокруг взрывающегося заряда ВВ. Б.Н. Кутузов отмечает, что при взрыве в массиве заряда ВВ

¹Ломоносов Г.Г. Условия рационального применения малогабаритного самоходного оборудования в проектах разработки тонких рудных тел. – М.: Горная книга, 2015. – 37 с.

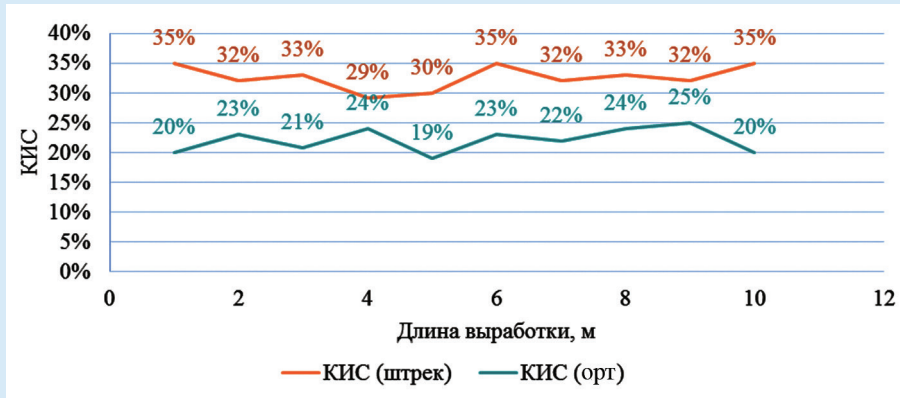


Рис. 1. Фактические показатели коэффициента излишка сечения в штреках и ортах.

Сурет 1. Штректер мен ортадағы артық кима коэффициентінің нақты көрсеткіштері.

Figure 1. Actual indicators of the coefficient of excess cross-section in drifts and orfts.

вокруг места его расположения образуются две активные зоны (смятия и трещинообразования), размеры которых влияют на эффективность БВР. В данных методиках расчета БВР определение удельного расхода взрывчатых веществ осуществляется по формулам, учитывающим эталонный удельный расход ВВ и крепость пород по шкале проф. М.М. Протождяконова [2].

Стоит отметить, что горный массив неоднороден, и при разработке паспортов БВР требуется учитывать такие параметры, как направление выработки относительно простирания основной толщи пород (руд), глубина заложения, категория

устойчивости, структурные свойства пород и сейсмическое влияние силы взрыва на законтурный массив.

Несмотря на значительные успехи в области совершенствования технологии взрывных работ, существующие методики не в полной мере позволяют снизить КИС, что определило актуальность работы [3].

Основная часть

Цель работы – определение основных факторов, влияющих на показатель КИС при проходке горизонтальных выработок на основе существующих конструктивных решений.

На основе анализа литературных источников и опыта ведения горных работ были определены основные факторы, влияющие на показатель коэффициента излишка сечения:

- заложение выработки относительно простирания основной толщи пород;
- сейсмическое влияние силы взрыва в зависимости от категории устойчивости пород;
- качество бурения оконтуривающих шпуров.

Многолетний опыт ведения горных работ на золотодобывающем руднике Абыз показал, что наибольший объем вывалов наблюдается при проходке штреков по простиранию пород, а наименьший – при проходке ортов в крест простирания основной толщи пород.

На рис. 1 приведены фактические показатели КИС при заложении выработок по простиранию и в крест простирания пород; здесь видно,

что при проходке штреков перебор сечения доходит до 35%, тогда как в ортах КИС – не более 25%.

На рис. 2 показано, что при проходке выработок по простиранию пород происходят отслоения горных пород по напластованию пород преимущественно с кровли выработки, свод выработки приобретает форму «шатра».

Одним из важных факторов, влияющих на перебор сечения является категория устойчивости пород. На рис. 3 приведены данные анализа КИС в зависимости от категории устойчивости пород.

Результаты сравнительного анализа показывают, что категория устойчивости пород определяет сейсмическое влияние силы взрыва на законтурный массив горных пород, т. е., чем выше категория устойчивости пород, тем меньше обрушения приконтурной части. Для решения данной проблемы при проходке горных выработок часто применяют контурное взрывание.

На сегодняшний день при проведении горных выработок на рудниках Акбакай, Бескемпир, Жолымбет (АО «Алтыналмас»), Бозымчак (ТОО «KazMinerals»), Восход (ТОО «Восход-Oriel»), Абыз (ТОО «Корпорация Казахмыс») превышение проектных сечений достигает 10-30% и является проблемой, требующей нетрадиционного подхода.

Известно, что излишек сечения является основной проблемой проведения горных выработок, приводящей к увеличению объема горной массы для транспортировки, снижению несущей способности приконтурной части массива, значительному увеличению проходческого цикла и себестоимости погонного метра выработки. Несмотря на то, что имеются научные наработки [4], полученные результаты предыдущих исследований все еще не позволяют решить проблему сохранности проектных параметров сечений горных выработок.

На рис. 4 представлены результаты теоретических исследований по изменению некоторых параметров горнопроходческих работ в зависимости от излишка сечения горных выработок от 10% до 50%. Для расчета были приняты следующие

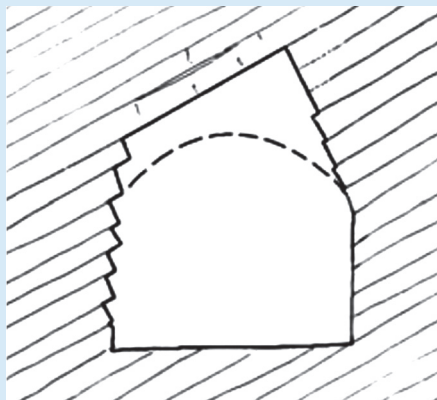


Рис. 2. Перебор сечения при заложении выработки по простиранию пород.

Сурет 2. Жыныстардың кеңею бойынша қазба төсеу кезінде қиманы қайта бөлу.

Figure 2. Search of the cross section when laying the workings along the strike of rocks.

параметры горной выработки: площадь сечения выработки – 10,9 м², ширина – 3,6 м, высота – 3,24 м.

При среднем коэффициенте излишка сечения 1,3 площадь сечения выработки составляет 14,17 м², что приводит к увеличению объема работ основных операций проходческого цикла. Количество погрузки отбитой горной массы увеличивается на 3 ковша (рис. 4а); число рейсов автосамосвала – на 1 рейс за один цикл подвигания забоя (рис. 4б). Расход торкретбетонной крепи возрастает на 0,12 м³ (рис. 4в); необходимый объем воздуха для проветривания горной выработки по расходу ВВ – на 3 м³ (рис. 4г).

Создание новых технологий ведения буровзрывных работ на основе комплекса геотехнических исследований путем минимизации коэффициента излишка сечения в зависимости от нарушенности массива горных пород взрывными работами, сейсмического воздействия силы взрыва и геомеханического состояния приконтурной части массива горных пород в соответствии с геологическим индексом прочности может стать решением актуальной научно-практической задачи обеспечения сохранности проектных параметров сечения выработки, снижения затрат и повышения эффективности горнопроходческих работ.

Контурное взрывание позволяет добиться максимального приближения фактического контура выработки к проектному и обеспечивает сохранность законтурного массива горных пород. Различают две разновидности контурного взрывания: предварительное и последующее оконтуривание. При предварительном оконтуривании вначале взрывают заряды ВВ в оконтуривающих шпурах, а затем – основные, расположенные по всему сечению выработки. При последующем оконтуривании заряды ВВ в шпурах, расположенных по контуру, взрывают после взрыва зарядов основного комплекта шпуров.

Впервые комплексное решение по количественным расчетам² было предложено Р.С. Пейном, Д.К. Холмсом, Х.Е. Кларком. Заключалось

оно в определении оптимальной массы заряда ВВ с учетом его свойств в шпуре на основе установления давления газов, при котором происходит превышение показателя предела прочности породы на сжатие, вследствие чего образуется минимальная зона разрушения за контурного массива.

Для решения проблемы перебора сечения разработано достаточно много способов [5], сущность которых сводится к использованию вдоль контура выработки зарядов взрывчатого вещества (ВВ) меньшей мощности. Самым распространенным вариантом контурного взрывания в настоящее время является использование ВВ в патронах малого диаметра и навески ВВ.

Контурное взрывание требует высокоточной реализации параметров, указанных в паспортах буровзрывных работ, т. е. надо точно размечать шпуры, а при бурении строго выдерживать углы наклона шпуров к поверхности забоя выработки.

Преимущества контурного взрывания: уменьшается объем «переборов» породы за проектным контуром; повышается устойчивость откосов уступов, выемок и горных выработок, что позволяет снизить затраты на их поддержание и ремонт в процессе эксплуатации; уменьшается расход материалов при возведении крепи, а в достаточно устойчивых породах удается

применить более экономичную напылочно-бетонную крепь [6-8].

Недостатки контурного взрывания: некоторое повышение объема буровых работ и необходимость более строгого контроля за расположением и направлением шпуров в процессе бурения.

В настоящее время в области контурного взрывания существуют нерешенные задачи, которые представляют определенную научно-практическую значимость и являются актуальными. Решение этих задач целесообразно проводить комплексно, на основе моделирования процессов контурного взрывания, используя и совершенствуя существующие методики. Также показатель коэффициента излишка сечения зависит от качества бурения забоя в соответствии с проектным сечением.

Выводы

Определены основные факторы, влияющие на «перебор» сечения при проходке горизонтальных выработок взрывным способом.

Выполнен анализ существующих методов снижения коэффициента излишка сечения при возведении горизонтальных выработок. Наиболее эффективным способом снижения КИС в практике ведения горных работ является применение контурного взрывания. Однако, существующие методы контурного взрывания основываются на снижении бризантности ВВ, а структурные

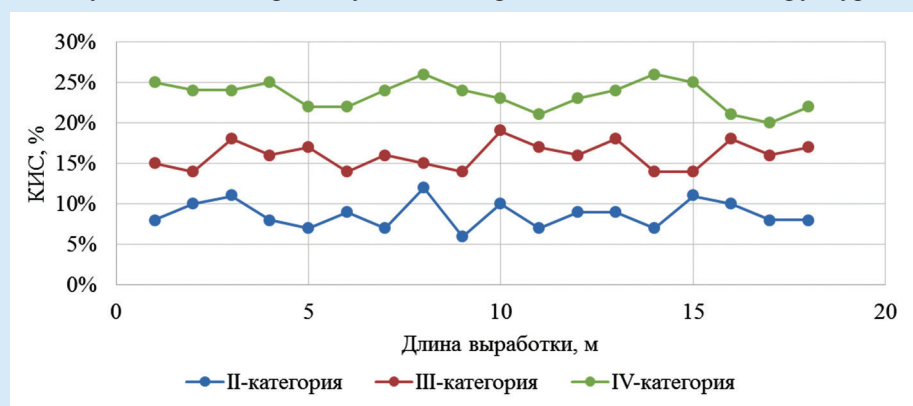


Рис. 3. Изменение коэффициента излишка сечения в зависимости от категорий устойчивости горных пород.

Сурет 3. Тау жыныстарының тұрақтылық санаттарына байланысты артық қиманың коэффициентін өзгерту.

Figure 3. Change in the coefficient of excess cross-section depending on the categories of rock stability.

²Барон Л.И., Ключников А.В. Контурное взрывание при проходке выработок. – Л.: Наука, 1967. – 204 с.

и прочностные свойства горных пород не учитываются.

Необходимо проведение исследований по определению переборов сечения выработок при их заложении относительно простирания в зависимости от угла залегания и прочности горных пород.

При решении поставленных задач целесообразно использовать комплексный метод исследования, включающий анализ литературных источников по вопросам обеспечения сохранности проектных сечений горных выработок, проводимых буровзрывным способом; проведение теоретических исследований для разработки технологических предложений, направленных на разработку новых паспортов буровзрывных работ; проведение опытных экспериментов в производственных условиях для выявления эффективности рекомендуемых технологий ведения буровзрывных работ по снижению коэффициента излишка сечения; использование методов теории вероятности, математической статистики для обоснования конструктивных параметров БВР; технико-экономическую оценку эффективности научных разработок.

Важной составляющей метода исследования является определение геологического индекса прочности (GSI) и районирование участков месторождения на геомеханические домены. Метод определения GSI

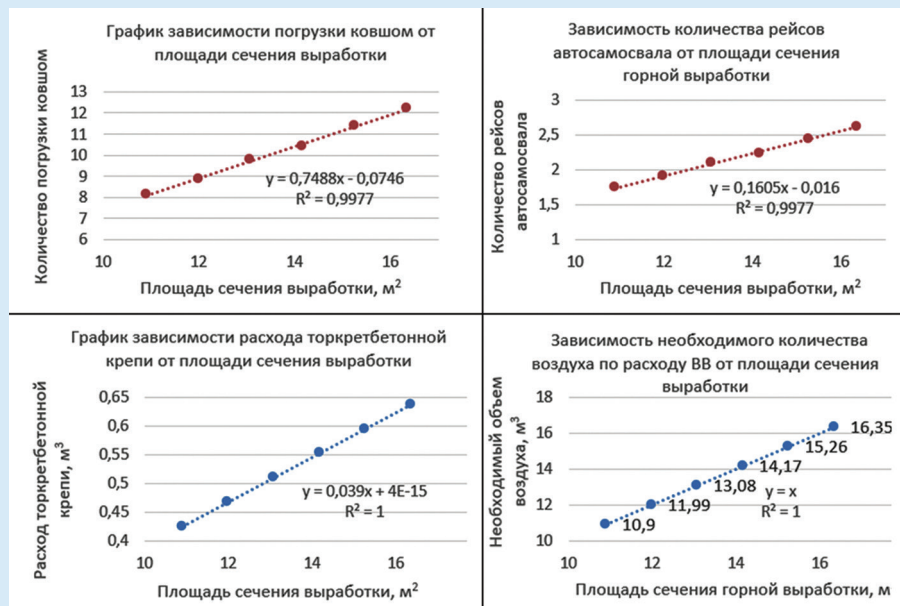


Рис. 4. Изменение некоторых параметров горнопроходческих работ в зависимости от излишка сечения горных выработок.

Сурет 4. Тау-кен қазбаларының артық кимасына байланысты тау-кен жұмыстарының кейбір параметрлерін өзгерту.

Figure 4. Change of some parameters of mining operations depending on the excess section of mine workings.

осуществляется уточнением прочностных характеристик образцов горных пород в лабораторных условиях, изучением гидрогеологических условий месторождения, определением качества горных пород по выходу керна и съемкой трещиноватости горных пород в шахтных условиях. Показатель GSI позволит с высокой точностью осуществить переход от прочности образцов горных

пород к прочности реального массива горных пород. На основании выполненного анализа можно предположить, что для достижения минимального значения коэффициента излишка сечения необходимо проведение исследований по определению сейсмического влияния силы взрыва на законтурный массив в зависимости от структурных и прочностных свойств горных пород.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Макаров А.Б. и др. Геомеханическое обоснование параметров горных работ при переходе на подземный способ добычи руд Березитового месторождения. // ФТПРПИ. – 2016. – №3. – С. 27-38 (на русском языке)
2. Itashev A., Suimbayeva A., Zholmagambetov N., Takhanov D. Исследование возможных зон неупругой деформации горного массива // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологических и технических наук. – 2018. – Вып. 2. – №428. – С. 177-184 (на английском языке)
3. Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Мусин А.А., Матаев А.К. Повышение эффективности буровзрывных работ с учетом структурных и прочностных свойств массива. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2020. – №8. – С. 29-35 (на русском языке)
4. Itashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A., Suimbayeva A.M., Asan S.Yu. Повышение показателей качества взрывных работ путем изучения естественного поля напряжений и воздействия силы взрыва на массив горных пород. // Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологии и технических наук. – Алматы: НАН РК, 2021. – Т. 4. – №448. – С. 30-35 (на английском языке)
5. Оверченко М.Н., Луньков А.Г., Веселов И.А., Мозер С.П., Козырев С.А., Сакерин А.С. Снижение законтурного разрушения массива при проходке горных выработок с использованием эмульсионных взрывчатых веществ. // Горная промышленность. – 2016. – №5(129). – С. 56-59 (на русском языке)

6. Флягин А.С., Жариков С.Н. Контурное взрывание при разработке месторождений полезных ископаемых. // Проблемы недропользования. – 2016. – №3. – С. 70-73 (на русском языке)
7. Brown C., Thomas G. Экспериментальные исследования воспламенения и перехода к детонации, вызванных отражением и дифракцией ударных волн. // Ударные волны. – 2000. – Вып. 10(1). – С. 23-32 (на английском языке)
8. Адушкин В.В., Будков А.М., Кочарян Г.Г. Особенности формирования зоны разрушения взрыва в массиве скальных пород. // ФТПРПИ. – 2007. – №3. – С. 65-76 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Макаров А.Б. және т. б. Березит кен орнының кендерін өндірудің жерасты әдісіне көшу кезінде тау-кен жұмыстарының параметрлерін геомеханикалық негіздеу. // Пайдалы қазбаларды игерудің физика-техникалық мәселелері. – 2016. – №3. – Б. 27-38 (орыс тілінде)
2. Imashev A., Suimbayeva A., Zholmagambetov N., Takhanov D. Тау жотасының серпімді емес деформациясының ықтимал аймақтарын зерттеу. // Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының жаңалықтары. Геологиялық және техникалық ғылымдар сериясы. – 2018. – Шығ. 2. – №428. – Б. 177-184 (ағылшын тілінде)
3. Имашев А.Ж., Судариков А.Е., Мусин А.А., Матаев А.К. Массивтің құрылымдық және беріктік қасиеттерін ескере отырып, бұрғылау-жару жұмыстарының тиімділігін арттыру. // Қазақстанның тау-кен журналы. – Алматы, 2020. – №8. – Б. 29-35 (орыс тілінде)
4. Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A., Suimbayeva A.M., Asan S.Yu. Кернеулердің табиғи өрісін және жарылыс күшінің тау жыныстары массивіне әсерін зерделеу арқылы жарылыс жұмыстарының сапа көрсеткіштерін арттыру. // Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының жаңалықтары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы. – Алматы: ҚР ҰҒА, 2021. – Шығ. 4. – №448. – Б. 30-35 (ағылшын тілінде)
5. Оверченко М.Н., Луньков А.Г., Веселов И.А., Мозер С.П., Козырев С.А., Сакерин А.С. Эмульсиялық жарылғыш заттарды пайдалана отырып, тау-кен қазбаларын үңгілеу кезінде массивтің контурдан тыс бұзылуын азайту. // Тау-кен өнеркәсібі. – 2016. – №5(129). – Б. 56-59 (орыс тілінде)
6. Флягин А.С., Жариков С.Н. Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру кезіндегі контурлық жарылыс. // Жер қойнауын пайдалану мәселелері. – 2016. – №3. – Б. 70-73 (орыс тілінде)
7. Brown C., Thomas G. Соққы толқындарының шағылысуы мен дифракциясынан туындаған тұтануды және детонацияға көшуді эксперименттік зерттеу. // Соққы толқындары. – 2000. – Шығ. 10(1). – Б. 23-32 (ағылшын тілінде)
8. Адушкин В.В., Будков А.М., Кочарян Г.Г. Тау жыныстары массивіндегі жарылыстың жойылу аймағын қалыптастыру ерекшеліктері // Пайдалы қазбаларды игерудің физика-техникалық мәселелері. – 2007. – №3. – Б. 65-76 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Makarov A.B. et al. Geomechanicheskoe obosnovanie parametrov gornyx rabot pri perexode na podzemnyj sposob dobychi rud Berezitovogo mestorozhdeniya [Geomechanical substantiation of the parameters of mining operations during the transition to the underground method of ore extraction of the Berezite deposit. // FTPRPI = Physico-technical problems of mineral development. – 2016. – №3. – P. 27-38 (in Russian)
2. Imashev A., Suimbayeva A., Zholmagambetov N., Takhanov D. Research of possible zones of inelastic deformation of rock mass // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2018. – Vol. 2. – №428. – P. 177-184 (in English)
3. Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A., Mataev A.K. Povyshenie e'ffektivnosti burovzryvnyx rabot s uchetom strukturnyx i prochnostnyx svojstv 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)

4. *Imashev A.Zh., Sudarikov A.E., Musin A.A., Suimbayeva A.M., Asan S.Yu. Improving the quality of blasting indicators by studying the natural stress field and the impact of the blast force on the rock mass // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – Almaty: NAS PK, 2021. – Vol. 4. – №448, P. 30-35 (in English)*
5. *Overchenko M.N., Lunkov A.G., Veselov I.A., Moser S.P., Kozyrev S.A., Sakerin A.S. Snizhenie zakonturnogo razrusheniya massiva pri proxodke gornyx vyrabotok s ispol'zovaniem e'mul'sionnykh vzryvchatykh veshhestv [Reduction of structural destruction of the massif during the excavation using emulsion explosives]. // Gornaya Promyshlennost' = Mining Industry. – 2016. – №5(129). – P. 56-59 (in Russian)*
6. *Flyagin A.S., Zharikov S.N. Konturnoe vzryvanie pri razrabotke mestorozhdenij poleznykh iskopaemykh [Contour blasting during the development of mineral deposits]. // Problemy nedropol'zovaniya = Problems of subsoil use. – 2016. – №3. – P. 70-73 (in Russian)*
7. *Brown C., Thomas G. Experimental studies of ignition and transition to detonation induced by the reflection and diffraction of shock waves. // Shock Waves. – 2000. – Vol. 10(1). – P. 23-32 (in English)*
8. *Adushkin V.V., Budkov A.M., Kocharyan G.G. Osobennosti formirovaniya zony razrusheniya vzryva v massive skal'nykh porod [Features of the formation of an explosion destruction zone in an array of rocks // FTPRPI = Physico-technical problems of mineral development. – 2007. – №3. – P. 65-76 (in Russian)*

Сведения об авторах:

Имашев А.Ж., PhD, заведующий кафедрой «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), imashev_85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9799-8115>

Мусин А.А., магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), musin_aibek@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6318-9056>

Матаев А.К., магистр техн. наук, преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), mataev.azamat@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9033-8002>

Суимбаева А.М., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. Абылкаса Сагинова» (г. Караганда, Казахстан), aygerim_86@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6582-9977>

Авторлар туралы мәліметтер:

Имашев А.Ж., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының меңгерушісі (Қарағанды қ., Қазақстан)

Мусин А.А., техника ғылымдарының магистрі, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Матаев А.К., техника ғылымдарының магистрі, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Суимбаева А.М., PhD, «Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кенорындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about authors:

Imashev A.Zh., PhD, Head at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

Musin A.A., Master of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov» (Karaganda, Kazakhstan)

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

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

Статья подготовлена на основе научных исследований, выполненных в рамках грантового проекта ИРН №AP14869856, при финансировании комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Код МРНТИ 53.01.91

*Н.К. Досмухамедов, Е.Е. Жолдасбай

Satbayev University, (г. Алматы, Казахстан)

БАЛАНСОВЫЕ ОПЫТЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛЫ ХЛОРИРОВАНИЕМ С ПОЛУЧЕНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ГЛИНОЗЕМА И КРЕМНЕЗЕМА

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы расширения границ теоретических знаний и уточнение результатов лабораторных исследований путем проведения балансовых опытов по комплексной переработке золы. В работе проведены балансовые опыты по комплексной переработке золы, полученной в результате сжигания экибастузского угля. Установлены оптимальные параметры и режимы процесса магнитной сепарации золы, обжига немагнитной фракции золы совместно с хлоридом кальция и выщелачивания огарка соляной кислотой. Показана принципиальная возможность осуществления комплексной технологии переработки золы с получением товарных продуктов – железосодержащего концентрата и чистого оксида кремния. Положительные результаты балансовых опытов показали хорошую согласованность с данными лабораторных исследований и технологических расчетов, полученных для конкретного примера, что доказывает принципиальную возможность осуществления технологии комплексной переработки золы с получением товарных продуктов высокого качества.

Ключевые слова: зола, магнитная сепарация, обжиг, выщелачивание, алюминий, кремний, железо.

Металлургиялық глинозем және кремнезем алатын күлді хлорлау арқылы кешенді өңдеудің баланстық тәжірибелері

Анатпа. Мақалада күлді кешенді өңдеу бойынша баланстық тәжірибелер жүргізу арқылы теориялық білімнің шекарасын кеңейту және зертханалық зерттеулердің нәтижелерін нақтылау мәселелері қарастырылған. Жұмыста Екібастұз көмірін жағу нәтижесінде алынған күлді кешенді өңдеу бойынша баланстық тәжірибелер жүргізілді. Күлді магниттік бөлу, күлдің магнитті емес фракциясын кальций хлоридімен бірге күйдіру және шлактарды тұз қышқылымен шаймалау процесінің онтайлы параметрлері мен режимдері белгіленді. Құрамында темірі бар концентрат пен таза кремний оксидін өндірумен күлді өңдеудің кешенді технологиясын енгізудің түбегейлі мүмкіндігі көрсетілген. Баланс эксперименттерінің оң нәтижелері нақты мысал бойынша алынған зертханалық зерттеулер мен технологиялық есептеулердің мәліметтерімен жақсы сәйкестігін көрсетті, бұл жоғары сапалы тауарлық өнім алу арқылы күлді кешенді өңдеу технологиясын енгізудің түбегейлі мүмкіндігін дәлелдейді.

Түйінді сөздер: күл, магнитті сепарация, күйдіру, шаймалау, алюминий, кремний, темір.

Balance experiments of complex ash processing by chlorination to obtain metallurgical alumina and silica

Abstract. The article deals with the issues of expanding the boundaries of theoretical knowledge and clarifying the results of laboratory studies by conducting balance experiments on the complex processing of ash. The work carried out balance experiments on the complex processing of ash obtained as a result of the combustion of Ekibastuz coal. The optimal parameters and modes of the process of magnetic separation of ash, roasting of the non-magnetic fraction of ash together with calcium chloride and leaching of the cinder with hydrochloric acid have been established. The fundamental possibility of implementing a complex technology for processing ash with the production of commercial products – iron-containing concentrate and pure silicon oxide - is shown. The positive results of the balance experiments showed good agreement with the data of laboratory studies and technological calculations obtained for a specific example, which proves the fundamental possibility of implementing the technology of complex ash processing with the production of high-quality commercial products.

Key words: ash, magnetic separation, roasting, leaching, aluminum, silicon, iron, calcium chloride, hydrochloric acid, material balance.

Введение

Вопросы ресурсосбережения и разработки новых перспективных технологий, направленные на изыскание новых видов сырья и комплексную их переработку приобретают острый характер и могут стать значительным резервом для производства металлов. Большой интерес в этом плане представляют накопленные техногенные отходы, которые в последние годы становятся объектами пристального исследования для использования их в качестве дополнительного источника сырья. Не являются в этом плане исключением и накопленные в больших объемах золошлаковые отходы, полученные от сжигания угля на ТЭС. Как показывают литературные источники, в разрезе развитых стран сегодня накоплены огромные их объемы: в Индии – 112 млн т, в Китае – 100 млн т, в США – 75 млн т, в Германии – 40 млн т, в Великобритании – 15 млн т [1, 2].

Дисбаланс поставки углеводородного сырья и топлива из России в страны ЕС привел крупные предприятия запада к вынужденному запуску законсервированных ТЭС для покрытия дефицита тепла и электроэнергии для населения. В результате увеличился выход и накопление золошлаковых отходов, что усилило экологическую нагрузку на окружающую среду.

Для Казахстана задача утилизации золы – один из главных приоритетов. Являясь крупным производителем угля, поставщиком тепла и электроэнергии для населения через ТЭС, работающих на сжигании угля, в республике сегодня накопились значительные объемы золошлаковых отходов. Ежегодный выход золошлаковых отходов составляет ~19 млн т. По данным экспертов, количество накопленных отходов уже превышает 300 млн т и продолжает накапливаться [3].

Истощение запасов и качества первичного сырья вынуждает исследователей все больше обращать внимания на использование вторичного сырья, которое по накопленным большим объемам можно рассматривать как значительный резерв для извлечения ценных металлов из них. В научной литературе известно значительное количество работ, посвященных извлечению глинозема из накопленной золы. Авторы [4, 5], в основном, акцентируют внимание на извлечении основных ценных металлов из золы, что, с точки зрения комплексности использования, представляется неэффективным. Как показывают результаты исследований вещественного состава золы, ее можно рассматривать как независимое месторождение нерудных и рудных полезных ископаемых [2, 6, 7].

Химический состав золы зависит от типа сжигаемого угля и может варьировать в широких пределах

Таблица 1

Материальный баланс магнитной сепарации золы

Кесте 1

Күлді магниттік сепарациялаудың материалдық балансы

Table 1

Material balance of magnetic ash separation

Наименование		Загружено		Получено	
		Исходная зола	Магнитная фракция	Немагнитная фракция	Всего:
г		2000,00	184,55	1815,45	2000,00
%		100,00	9,23	90,77	100,00
Al	I	273,95	5,48	268,47	273,95
	II	13,70	2,97	14,79	
Si	I	554,02	1,6	550,8	554,02
	II	27,70	1,87	30,3	
Ca	I	44,08	0,37	43,7	44,08
	II	2,20	2,20	2,41	
Fe	I	110,03	88,40	21,63	110,03
	II	5,50	47,90	1,19	
Cu	I	0,06		0,06	0,06
	II	0,003		0,003	
Zn	I	0,6		0,6	0,6
	II	0,03		0,033	
Ni	I	0,15		0,15	0,15
	II	0,0075		0,008	
$\Sigma P3Э$	I	0,2		0,2	0,2
	II	0,010		0,011	
O ₂	I	954,20	65,13	889,06	954,20
	II	47,71	35,29	48,97	
Прочие	I	62,71	6,53	56,19	62,71
	II	3,14	3,54	3,15	

I – количество, г; II – содержание, %.

по основным компонентам. Содержание глинозема в казахстанских золах варьирует от 10% до 35%. Важным представляется наличие в них редких и редкоземельных элементов (РЗЭ). При отсутствии разведанных источников РЗЭ извлечение их из золы становится весьма привлекательным.

В ракурсе исследования данного вопроса огромный интерес для практики представляет комплексная, высокоэффективная технология переработки золы с избирательным извлечением кремнезема, оксида алюминия, железа, цветных металлов и РЗЭ в товарные продукты [8]. Теоретические аспекты технологии в части обжига золы совместно с $CaCl_2$ и поведения ее компонентов при обжиге освещены в работах [9, 10].

Цель настоящей работы – расширение границ теоретических знаний и уточнение результатов лабораторных исследований путем проведения балансовых опытов комплексной переработки золы по общей неразрывной схеме «магнитная сепарация – обжиг – выщелачивание», обеспечивающей цельность основных стадий технологии и возможность проведения оценки ее технологических показателей в условиях укрупненных лабораторных испытаний.

Материалы и методы исследования

Испытания проводились поэтапно: вначале отрабатывали процесс магнитной сепарации золы с накоплением немагнитной ее фракции, далее проводили процессы обжига и выщелачивания огарка с получением чистого кремнезема. В качестве исходного материала использована зола ТЭЦ г. Алматы, полученная в результате сжигания экибастузского угля.

Анализ элементного и фазового составов усредненных порошковых проб исходной золы и продуктов ее переработки, полученных при каждой операции, проводили с использованием атомно-абсорбционного спектрометра Perkin Elmer 5100, рентгеновского дифрактометра Rigaku, Ultima III diffractometer (Rigaku Corporation, USA) и микроскопа высокого разрешения Leo-Supra (Carl Zeiss AG, Germany).

Во время процесса обжига проводился периодический контроль состава газовой фазы с помощью портативного прибора ДАГ-510, позволяющего определять содержание газов в широких диапазонах измерений: CO – 0-40000 ppm, NO – 0-2000 ppm, NO_2 – 0-400 ppm, SO_2 – 0-2000 ppm, и H_2S – 0-400 ppm.

Таблица 2

Материальный баланс обжига немагнитной фракции золы совместно с хлоридом кальция
($T = 1100^{\circ}\text{C}$; $\tau = 60$ мин; расход воздуха – $0,025 \text{ м}^3/\text{мин}$)

Кесте 2

Кальций хлоридімен бірге күлдің магниттік емес фракциясын күйдірудің материалдық балансы
($T = 1100^{\circ}\text{C}$; $\tau = 60$ мин; ауа шығыны – $0,025 \text{ м}^3/\text{мин}$)

Table 2

Material balance of firing of non-magnetic ash fraction together with calcium chloride
($T = 1100^{\circ}\text{C}$; $\tau = 60$ min; air consumption – $0,025 \text{ m}^3/\text{min}$)

Наименование	Загружено				Получено		
	Исходная зола	CaCl_2	Воздух	Итого	Огарок	Газы	Итого:
г	1815,45	2163,72	1840,70	5819,86	3509,24	2310,62	5819,86
%	31,19	37,18	31,63	100,00	60,30	39,70	100,00
Al	I	268,47		268,47	268,34	0,13	268,5
	II	14,79			7,65	0,01	
Si	I	535,39		535,39	534,85	0,54	535,39
	II	29,49			15,24	0,03	
Ca	I	43,70	781,42	825,12	824,13	0,99	825,12
	II	2,41	36,11		23,48	0,05	
Fe	I	21,63		21,63	21,61	0,02	21,63
	II	1,19			0,62	0,001	
Cu	I	0,06		0,06	0,06		0,06
	II	0,003			0,002		
Zn	I	0,60		0,60	0,60		0,60
	II	0,033			0,017		
Ni	I	0,15		0,15	0,15		0,15
	II	0,008			0,004		
$\Sigma \text{PЗЭ}$	I	0,20		0,20	0,20		0,20
	II	0,01			0,01		
O_2	I	889,06		386,55	1275,61	817,56	458,05
	II	48,97		21,00		23,30	25,03
Cl			1382,30	1382,30	998,81	383,49	1382,30
			63,89		28,46	21,12	
Прочие	I	56,19		1454,15	1510,34	43,94	1466,40
	II	3,15		79,00		1,25	80,77

I – количество, г; II – содержание, %.

Магнитная сепарация золы проведена с использованием трубчатого магнитного анализатора 25Т-СЭ. За время испытаний переработано 2000 г золы.

Немагнитная фракция, полученная в процессе магнитной сепарации в количестве 1815,45 г, была подвергнута обжигу совместно с хлоридом кальция. Расход CaCl_2 определяли на основании технологических расчетов, исходя из его стехиометрического необходимого количества для полного разрушения муллита до геленита и анортита. Обжиг проводили в оптимальных условиях в окислительной атмосфере, установленных в результате лабораторных исследований ($T = 1100^{\circ}\text{C}$; продолжительность – 60 мин; расход воздуха – $0,025 \text{ м}^3/\text{мин}$).

Обжиг проводили в горизонтальной трубчатой печи RT 50-250/13. Внутренние размеры камеры печи (ширина, глубина, высота): $350 \times 380 \times 740$ мм. Печь

снабжена трубой длиной 360 мм с внешним диаметром 50 мм. Обогреваемая длина трубы – 250 мм. Длина трубы с постоянной температурой $\Delta T = \pm 10^{\circ}\text{C}$ – 80 мм.

Огарок, полученный после обжига, взвешивали и подвергали элементному анализу на содержание в нем алюминия, кальция, железа и кремнезема, далее направляли на выщелачивание. Для балансовых опытов использован огарок массой 3509,24 г, полученный после обжига с хлоридом кальция. Выщелачивание проводили в оптимальных условиях процесса, которые были установлены в результате экспериментальных исследований: $T = 60^{\circ}\text{C}$; $T:Ж = 1:3$; продолжительность – 60 мин.

Полученный после выщелачивания осадок кремнезема тщательно промывали водой, высушивали и подвергали элементному анализу на содержание в нем основных металлов-примесей: алюминия, кальция, натрия и железа.

Таблица 3
Количество и состав раствора
Кесте 3
Ерітіндінің мөлшері мен құрамы
Table 3
Quantity and composition of the solution

Элементы	Концентрация элементов	
	г/л	%
Al	18,7	1,9
Si	0,1	0,02
Ca	57,4	5,7
Fe	1,4	0,1
Cu + Zn + Ni, ppm	0,56	0,006
∑РЗЭ, ppm	0,27	0,003
HCl	250,6	25,1
H ₂ O	578,9	57,9
Прочие	69,5	9,27
Всего:	14364,16	100

Результаты балансовых опытов и их обсуждение

Процесс магнитной сепарации золы. Баланс материальных потоков, полученный в процессе магнитной сепарации золы, показан на рис. 1. В результате магнитной сепарации получено ~185 г магнитной фракции, что составило около 10% от массы исходной навески. Выход немагнитной фракции золы составил 1815,45 г. Результаты фазового анализа и минералогических исследований полученной магнитной фракции показали, что железо в нем, в основном, представлено в форме магнетита (до 48%). Присутствие в ней незначительного количества SiO₂ (~2%) и кальция (0,2%) существенного влияния на качество получаемого железного продукта не оказывают. Установленные результаты показали хорошее совпадение с данными, полученными в условиях лабораторных опытов. Минимальные расхождения по выходу и составу магнитной фракции можно отнести на допустимую (± 2%) погрешность опытов.

Материальный баланс процесса, рассчитанный на основании выхода продуктов и элементного их состава, показан в табл. 1. Результаты по распределению металлов между полученными продуктами магнитной сепарации золы, представленные на рис. 2, показывают высокое (до 80%) распределение-извлечение железа в магнитную фракцию. На рис. 2 видно, что основное количество металлов концентрируется в немагнитной фракции. Выделение железа из золы обеспечивает рост содержания кремнезема в немагнитной фракции с 27% в исходной золе до ~31%, что благоприятно сказывается на его извлечении в товарный продукт в дальнейших процессах обжига и выщелачивания.

Вывод основного количества железа в начальной стадии технологии значительно улучшает технологические показатели последующих операций и создает благоприятные условия для получения товарных продуктов (оксид кремнезема, оксид алюминия) высокого качества.

Концентрирование цветных и редкоземельных металлов в немагнитной фракции золы обеспечивает возможность их выделения в последующих операциях известными способами.

Полученная в результате магнитной сепарации немагнитная фракция золы в количестве 1815,45 г была подвергнута дальнейшему обжигу в трубчатой печи совместно с хлоридом кальция.

Обжиг немагнитной фракции золы совместно с хлоридом кальция. Баланс материальных потоков, полученных в процессе обжига, представлен на рис. 3.

Материальный баланс обжига, рассчитанный по результатам выхода продуктов и их элементного состава, представлен в табл. 2.

В результате обжига получено 3509,24 г огарка, что составляет 60% от общей массы шихты. Фазовый состав огарка полностью подтвердил результаты лабораторных опытов: алюминий в огарке представлен в форме легкорастворимых соединений – геленита (~83 %) и анортита (6%).

Цветные и редкоземельные металлы, а также железо в огарке присутствуют в форме оксидов. Незначительным количеством FeCl₃ можно пренебречь.

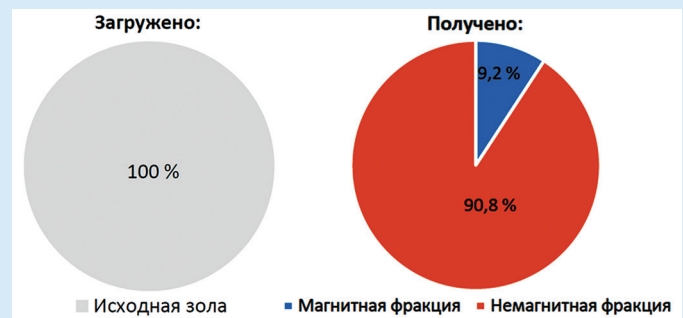


Рис. 1. Выход продуктов в процессе магнитной сепарации золы.

Сурет 1. Күлді магниттік сепарациялау процесінде өнімдердің шығымы.

Figure 1. Yield of products in the process of magnetic separation of ash.

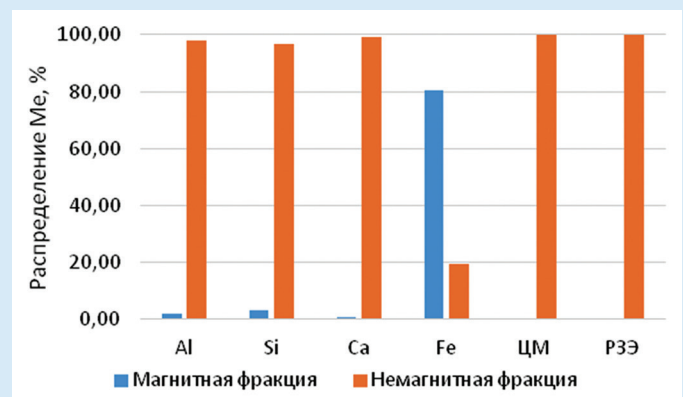


Рис. 2. Распределение металлов между продуктами магнитной сепарации золы.

Сурет 2. Күлді магниттік сепарациялау өнімдері арасында металдардың бөлініп таралуы.

Figure 2. Distribution of metals between the products of magnetic separation of ash.

Состав газов, в основном, представлен парами воды, незначительным количеством сернистого ангидрида и CO_2 .

Выщелачивание огарка соляной кислотой. Условия проведения опытов: концентрация соляной кислоты – 30%; $T = 60^\circ C$; Т:Ж=1:3; продолжительность – 60 мин.

Материальный баланс потоков выщелачивания огарка соляной кислотой показан на рис. 4.

Выход кремнезема в виде товарной продукции составил 7,4%. Результаты фазового и элементного состава полученного осадка показали, что он, в основном, представлен чистым кварцем. Содержание кремнезема – 99,5%. Извлечение кремнезема – 99,7%.

Сравнительный анализ полученных результатов с лабораторными опытами показывает некоторое снижение содержания и извлечения кремнезема по сравнению с лабораторными опытами, которые составили 99,9 и 99,8 %, соответственно [9, 10]. Это вполне может быть объяснено недостаточной промывкой полученного продукта и наличием повышенного содержания железа в исходном огарке. Тем не менее, полученный

кремнезем по качеству и физическим характеристикам соответствует высокой марке: белизна осадка – 92%, удельная поверхность (БЭТ) – $159 \text{ м}^2/\text{г}$, насыщение маслом (льняное масло) $135 \text{ г}/100 \text{ г}$.

Обращает на себя внимание большой объем полученного раствора – 14,41 л. Количество и состав раствора показан в табл. 3. Материальный баланс процесса выщелачивания представлен в табл. 4.

Полученные результаты показывают, что в процессе выщелачивания огарка соляной кислотой практически все металлы, за исключением кремнезема, переходят в полной мере в раствор в виде хлоридов. Это вполне согласуется с результатами термодинамического анализа о высокой вероятности разделения продуктов при выщелачивании и доказывает возможность полного выделения кремнезема в начальной стадии технологии в товарный продукт. Сравнительный анализ результатов балансовых опытов по выходу и составу продуктов всех рассмотренных процессов с данными, рассчитанными с использованием разработанной программы технологических расчетов, показал хорошую их сходимость.

Выводы

Проведены балансовые опыты по комплексной переработке золы ТЭЦ г. Алматы, полученной в результате сжигания Экибастузского угля. Установлены оптимальные параметры и режимы процесса магнитной сепарации золы, обжига немагнитной фракции золы совместно с хлоридом кальция и выщелачивания огарка соляной кислотой:

- для магнитной сепарации – крупность исходной золы 100 меш;
- для обжига – $T = 1100^\circ C$; расход $CaCl_2$ – в 1,1 раза превышающий его расход от стехиометрически необходимого количества для полного разрушения муллита; $\tau = 60$ мин; расход воздуха – $0,025 \text{ м}^3/\text{мин}$;
- для выщелачивания – $T = 60^\circ C$; Т:Ж = 1:3; концентрация HCl – 30%; $\tau = 60$ мин.

В результате проведенных испытаний показана принципиальная возможность осуществления комплексной технологии переработки золы с получением товарных продуктов – железосодержащего концентрата и чистого оксида кремния. Установлено, что осуществление переработки золы по схеме «магнитная сепарация золы – обжиг – выщелачивание огарка» обеспечивает получение железосодержащего товарного продукта с содержанием железа в нем до 50% и чистого оксида кремния с высоким извлечением кремнезема 99,7%. Показано, что полученный продукт по качеству и физическим характеристикам соответствует высокой марке: белизна осадка – 92%, удельная поверхность (БЭТ) – $159 \text{ м}^2/\text{г}$, насыщение маслом (льняное масло) $135 \text{ г}/100 \text{ г}$.

Положительные результаты балансовых опытов показали хорошую согласованность с данными лабораторных исследований и технологических расчетов, полученных для конкретного примера, что доказывает принципиальную возможность осуществления технологии комплексной переработки золы с получением товарных продуктов высокого качества.

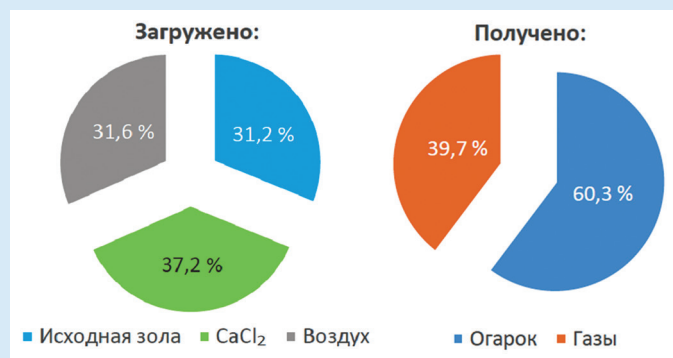


Рис. 3. Баланс материальных потоков процесса обжига.

Сурет 3. Күйдіру процесінің материалдық ағындарының балансы.

Figure 3. Balance of material flows of the firing process.

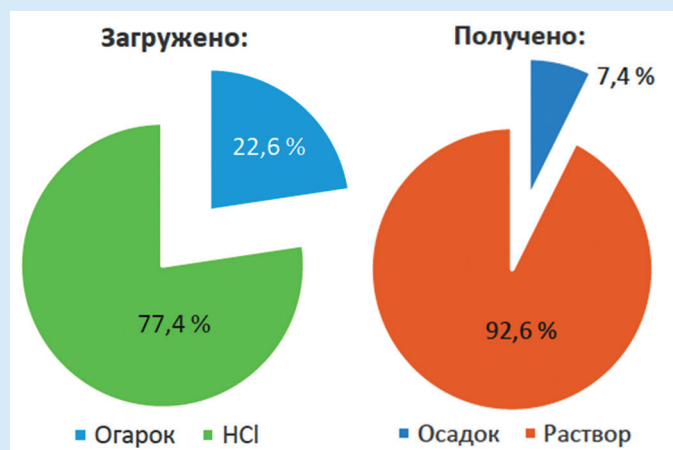


Рис. 4. Материальный баланс потоков процесса выщелачивания.

Сурет 4. Шаймалау процесінің ағындарының материалдық балансы.

Figure 4. Material balance of the leaching process flows.

Таблица 4

Материальный баланс процесса выщелачивания ($T = 60^{\circ}\text{C}$; $T:Ж = 1:3$; концентрация $\text{HCl} - 30\%$; $\tau = 60$ мин)

Кесте 4

Шаймалау процесінің материалдық балансы ($T = 60^{\circ}\text{C}$; $Қ:С = 1:3$; HCl концентрациясы – 30% ; $\tau = 60$ мин)

Table 4

Material balance of the leaching process ($T = 60^{\circ}\text{C}$; $S:L = 1:3$; HCl concentration – 30% ; $\tau = 60$ min)

Наименование	Загружено			Получено			
	Исходный огарок	Соляная кислота	Всего	Осадок	Раствор	Итого:	
г	3509,24	12001,59	15510,83	1146,67	14364,16	15510,83	
%	22,62	77,38	100,00	7,39	92,61	100,00	
Al	I	268,34		268,34	0,13	268,2	268,3
	II	7,6			0,01	1,9	
SiO ₂	I	1146,1		1146,1	1143,8	2,3	1146,1
	II	32,7			99,90	0,02	
Ca	I	824,1		824,1	0,25	823,88	824,1
	II	23,5			0,02	5,7	
Fe	I	21,6		21,6	0,17	21,44	21,6
	II	0,6			0,02	0,1	
Cu	I	0,06		0,06		0,06	0,06
	II	0,003				0,0004	
Zn	I	0,60		0,60		0,60	0,60
	II	0,033				0,004	
Ni	I	0,15		0,15		0,15	0,15
	II	0,008				0,001	
ΣPЗЭ	I	0,20		0,20		0,20	0,20
	II	0,01				0,001	
O ₂	I	206,3		206,3	0,4	205,9	206,3
	II	5,9			0,04	1,4	
HCl	I		3600,5	3600,5		3600,5	3600,5
	II		30,0			25,06	
H ₂ O	I		8401,12	8401,12	84,01	8317,10	8401,12
	II		70,0		7,3	57,9	
Прочие	I	998,8		998,8	0,2	998,6	998,8
	II	28,5			0,0		

I – количество, г; II – содержание, %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Roth E., Macala M., Lin R., Bank T., Thompson R., Howard B., Soong Y., Granite E. Распределение и извлечение редкоземельных элементов из угля и побочных продуктов его переработки. // Конференция «Мир угольной золы». – Лексингтон, 2017. – С. 113 (1-10) (на английском языке)
- Kolkera A., Scott C., Hower C.J., Vazquez A.J., Lorano L.C., Dai S. Распределение редкоземельных элементов в золе от сжигания угля, определенное с помощью ионного микрозондирования SHRIMP-RG. // Международный журнал геологии угля. – 2017. – Т. 184. – С. 1-10 (на английском языке)
- Akhmedyanov A.U., Kirgizbaeva K.Zh., Turekhanova G.I. Переработка отходов (золошлаков) промышленных предприятий. // Технические науки. Горное дело. – 2018. – Т. 10. – С. 1-3 (на английском языке)
- Dwivedi A. and Kumar J.M. Зола-унос – управление отходами и обзор: обзор. // Последние исследования в области науки и техники. – 2014. – №6(1). – С. 30-35 (на английском языке)
- Patil S.V., Nawle S.C., Kulkarni S.J. Промышленное применение золы-уноса: обзор. // Международный журнал научных, инженерных и технологических исследований. – 2013. – №2(9). – С. 1669-1663 (на английском языке)

6. Черкасова Т.Г., Васильева Е.В., Тихомирова А.В. Бобровникова А.А., Неведров А.В. Угольные отходы, как сырье для получения редких и рассеянных элементов. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2016. – №6. – С. 185-189 (на русском языке)
7. Пашкова Г.Л., Сайкова С.В., Кузьмина В.И., Пантелеева М.В., Кокорина А.Н., Линок Е.В. Зола природных углей – нетрадиционный сырьевой источник редких элементов. // Журнал Сибирского федерального университета. Инженерия и технологии. – 2012. – №5. – С. 520-530 (на русском языке)
8. Досмухамедов Н.К., Каплан В.А., Даруеш Г.С. Инновационная технология комплексной переработки золы от сжигания угля. // Уголь. – 2020. – №1. – С. 58-63 (на русском языке)
9. Досмухамедов Н.К., Даруеш Г.С., Жолдасбай Е.Е. Особенности поведения компонентов золы в условиях хлорирующего обжига. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – №2. – С. 91-98 (на русском языке)
10. Kaplan V., Dostukhamedov N., Zholdasbay E., Daruesh G., Argyn A. Глинозем и диоксид кремния, полученные хлорированием золы-уноса электростанций. // JOM. – 2020. – Т. 72(10). – С. 3348-3357 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Roth E., Macala M., Lin R., Bank T., Thompson R., Howard B., Soong Y., Granite E. Сирек жер элементтерін көмірден және оны өңдеудің жанама өнімдерінен бөліп алу. // «Көмір күлі әлемі» конференциясы. – Лексингтон, 2017. – Б. 113 (1-10) (ағылшын тілінде)
2. Kolkera A., Scott C., Hower C.J., Vazquez A.J., Lopano L.C., Dai S. SHRIMP-RG иондық микронзондтау арқылы анықталған көмірді жағудан күлдегі сирек жер элементтерінің таралуы. // Халықаралық көмір геологиясы журналы. – 2017. – Т. 184. – Б. 1-10 (ағылшын тілінде)
3. Akhmedyanov A.U., Kirgizbaeva K.Zh., Turekhanova G.I. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың қалдықтарын (күл шлактарды) қайта өңдеу // Техникалық ғылымдар. Тау-кен ісі. – 2018. – Т. 10. – Б. 1-3 (ағылшын тілінде)
4. Dwivedi A. and Kumar J.M. Күл ұшқындары – қалдықтарды басқару және шолу: шолу, ғылым мен техникадағы соңғы зерттеулер. – 2014. – №6(1). – Б. 30-35 (ағылшын тілінде)
5. Patil S.V., Nawle S.C., Kulkarni S.J. Күлді тасымалдаудың өнеркәсіптік қолданылуы: шолу. // Халықаралық ғылыми, инженерлік және технологиялық зерттеулер журналы. – 2013. – №2(9). – Б. 1663-1669 (ағылшын тілінде)
6. Черкасова Т.Г., Васильева Е.В., Тихомирова А.В. Бобровникова А.А., Неведров А.В. Көмір қалдықтары, сирек кездесетін және шашыранды элементтерді алу үшін шикізат көзі. // Кузбасс мемлекеттік техникалық университетінің хабаршысы. – 2016. – №6. – Б. 185-189 (орыс тілінде)
7. Пашкова Г.Л., Сайкова С.В., Кузьмина В.И., Пантелеева М.В., Кокорина А.Н., Линок Е.В. Табиғи көмір күлі – сирек кездесетін элементтердің дәстүрлі емес шикізат көзі. // Сібір федералды университетінің журналы. Инженерия және технология. – 2012. – №5. – Б. 520-530 (орыс тілінде)
8. Досмухамедов Н.К., Каплан В.А., Даруеш Г.С. Көмірді жағудан алынған күлді кешенді өңдеудің инновациялық технологиясы. // Көмір. – 2020. – №1. – Б. 58-63 (орыс тілінде)
9. Досмухамедов Н.К., Даруеш Г.С., Жолдасбай Е. Е. Хлорлы күйдіру жағдайында күл компоненттерінің бөлініп таралу ерекшеліктері. // Халықаралық қолданбалы және іргелі зерттеулер журналы. – 2020. – №2. – Б. 91-98 (орыс тілінде)
10. Kaplan V., Dostukhamedov N., Zholdasbay E., Daruesh G., Argyn A. Глинозем және кремний екітотығын, жылу электр станцияларынан алынған күлді хлорлау арқылы өңдеу. // JOM. – 2020. – Т. 72(10). – Б. 3348-3357 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Roth E., Macala M., Lin R., Bank T., Thompson R., Howard B., Soong Y., Granite E. Distributions and Extraction of Rare Earth Elements from Coal and Coal By-Products. // World of Coal Ash Conference. – Lexington, 2017. – P. 9-11 (in English)
2. Kolkera A., Scott C., Hower C.J., Vazquez A.J., Lopano L.C., Dai S. Distribution of rare earth elements in coal combustion fly ash, determined by SHRIMP-RG ion microprobe. // International Journal of Coal Geology. – 2017. – Vol. 184. – P. 1-10 (in English)

3. Akhmedyanov A.U., Kirgizbaeva K.Zh., Turekhanova G.I. Recycling of waste (ash and slag) of industrial enterprises // *Technical Science. Mining engineering.* – 2018. – Vol. 10. – P. 1-3 (in English)
4. Dwivedi A, and Jain M.K. Fly ash – waste management and overview: a review. // *Recent Research in Science and Technology.* – 2014. – Vol. 6(1). – P. 30-35 (in English)
5. PPatil S.V., Nawle S.C., Kulkarni S.J. Industrial applications of fly ash: a review. // *International Journal of Science, Engineering and Technology Research.* – 2013. – Vol. 2. – Issue 9. – P. 1659-1663 (in English)
6. Cherkasova T.G., Vasilyeva E.V., Tikhomirova A.V., Bobrovnikova A.A., Nevedrov A.V. Ugol'nye otxody, kak syr'e dlya polucheniya redkix i rasseyannyx e'lementov [Coal waste, as a raw material for the production of rare and scattered elements]. // *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kuzbass State Technical University.* – 2016. – №6. – P. 185-189 (in Russian)
7. Pashkova G.L., Saikova S.V., Kuzmina V.I., Panteleeva M.V., Kokorina A.N., Linok E.V. Zoly prirodnyx uglej – netradicionnyj syr'evoj istochnik redkix e'lementov [Natural coal ash – an unconventional raw source of rare elements]. // *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Inzheneriya i texnologii = Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies.* – 2012. – №5. – P. 520-530 (in Russian)
8. Dosmukhamedov N.K., Kaplan V.A., Daruesh G.S. Innovacionnaya texnologiya kompleksnoj pererabotki zoly ot szhiganiya uglya [Innovative technology of complex processing of ash from coal combustion]. // *Ugol' = Coal.* – 2020. – №1. – P. 58-63 (in Russian)
9. Dosmukhamedov N.K., Daruesh G.S., Zholdasbai E.E. Osobennosti povedeniya komponentov zoly v usloviyax xloriruyushhego obzhiga [Features of the behavior of ash components in conditions of chlorinating firing]. // *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyx i fundamental'nyx issledovanij International Journal of Applied and Fundamental Research.* – 2020. – №2. – P. 91-98 (in Russian)
10. Kaplan V., Dosmukhamedov N., Zholdasbay E., Daruesh G., Argyn A. Alumina and Silica Produced by Chlorination of Power Plant Fly Ash Treatment. // *JOM.* – 2020. – Vol. 72(10). – P. 3348-3357 (in English)

Сведения об авторах:

Досмухамедов Н.К., канд. техн. наук, профессор кафедры «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), nurdos@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1210-4363>

Жолдасбай Е.Е., PhD, ведущий научный сотрудник кафедры «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), zhte@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9925-4435>

Авторлар туралы мәліметтер:

Досмухамедов Н.К., техника ғылымдарының кандидаты, Satbayev University, «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Жолдасбай Е.Е., PhD, Satbayev University, «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасының жетекші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Dosmukhamedov N.K., Candidate of Technical Sciences, Professor at the Department of Metallurgy and Mineral Processing of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Zholdasbai Ye.Ye., PhD, Leading Researcher at the Department of Metallurgy and Mineral Processing of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Исследования проводились в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки РК на 2021-2023 годы по приоритетному направлению «Рациональное использование природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, геологии, переработки, новых материалов и технологий, безопасных изделий и конструкций» проекта №AP09259637 «Разработка высокоэффективной безотходной технологии для утилизации золы от сжигания угля с получением товарных продуктов».

Код ГРНТИ 52.01.09

*Л.А. Крупник

Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

АКАДЕМИК О.А. БАЙКОНУРОВ И ЗАКЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ В КАЗАХСТАНЕ

Аннотация. В статье изложено решение одной из важных проблем для горного производства – разработка новой инновационной технологии закладочных работ на основе тиксотропной закладочной смеси высокой плотности «пастовой закладки». Эти работы – одно из направлений в многогранной деятельности академика О.А. Байконурова. Описаны решения задачи по выбору материалов для закладочных работ, разработке технологии приготовления закладочных смесей и их транспортировки по трубам, оценке прочности закладки в массиве и экономической оценке новой технологии. Обосновано использование твердеющих закладочных смесей из мелкого заполнителя, которые обеспечивают эффективное использование их тиксотропных свойств: получение их высокой подвижности и сохранение ее в течение длительного времени, достаточного для доставки смеси на большое расстояние; образование изотропного искусственного массива, малое водоотделение и усадка массива. Показана необходимость активации закладочных смесей с целью более эффективного использования активности вяжущего с помощью активаторов-смесителей, «омагничивания» воды затворения и обработки лазером.

Ключевые слова: закладочные работы, твердеющая закладка, технология, прочность, транспортировка, экономическая эффективность.

Академик О.А. Байконуров және Қазақстандағы стектеу жұмыстары

Андатпа. Мақалада тау-кен өндіру өнеркәсібінің маңызды мәселелерінің бірі – тығыздығы жоғары тиксотропты толтыру коспасы негізінде «паста толтыру» жаңа инновациялық технологияны әзірлеу қарастырылған. Бұл жұмыстар академик О. А. Байконуровтың көп қырлы қызметінің бағыттарының бірі болып табылады. Ұсақ агрегаттардан қатайтатын толтырғыш коспаларды қолдану және де олардың тиксотропты қасиеттерін тиімді пайдалануды қамтамасыз ете отырып: олардың жоғары қозғалғыштығын алу және оны ұзақ уақыт бойы коспаны ұзақ қашықтыққа жеткізу үшін жеткілікті сақтау; изотропты жасанды массивтің пайда болуы, судың аз бөлінуі және массивтің шөгуге негізделген. Араластырғыш активаторлардың көмегімен байланыстырғыштың белсенділігін неғұрлым тиімді пайдалану, суды «магниттеу» және лазермен өңдеу үшін толтырғыш коспаларды қосу қажеттілігі көрсетілген. Қатты бетбелгісі бар даму жүйелерін қолданудың тиімділігін бағалау тәсілдері келтірілген.

Түйінді сөздер: жинақтау жұмыстары, қатаюды толтыру, технология, беріктік, тасымалдау, экономикалық тиімділік.

Academic O.A. Baikonurov and backfill works in Kazakhstan

Abstract. The article presents the solution of one of the important problems for mining industry – the development of a new innovative backfill technology based on a high-density thixotropic backfill mixture «paste backfill». These works are one of the directions in the multifaceted activity of Academician O.A. Baikonurov. The use of hardening filler mixtures made of fine aggregate is justified, which ensure the effective use of their thixotropic properties: obtaining their high mobility and maintaining it for a long time sufficient to deliver the mixture over a long distance; the formation of an isotropic artificial array, small water separation and shrinkage of the array. It is shown that it is necessary to activate the filling mixtures in order to use the binder activity more effectively with the help of activators – mixers, «magnetization» of the mixing water and laser treatment. Approaches to evaluating the effectiveness of the use of development systems with a hardening bookmark are described.

Key words: stowing works, hardening backfill, technology, strength, transportation, economic efficiency, thixotropy, filler, binder activation, mobility, control.

Оценивая личность академика О.А. Байконурова, можно восхищаться его разносторонними научными интересами в области горного дела, его чутьем и предвидением развития перспективных прорывных технологий и механизации технологических процессов. Так было и в создании новых технологий разработки месторождений полезных ископаемых системами с твердеющей закладкой.

К середине прошлого века в связи с переходом на разработку глубоких горизонтов рудных месторождений актуальными стали вопросы снижения потерь руды в недрах и эффективного управления состоянием горного массива. Применявшиеся системы разработки – камерно-столбовая и камерно-целиковая – характеризовались большими безвозвратными потерями руды в целиках – междукамерных, барьерных, столбовых и других. Так, на Жезказганском месторождении широко использовали камерно-столбовую систему

разработки, при которой потери руды в недрах составляли почти 50%. Аналогично и на других предприятиях, разрабатывающих полиметаллические месторождения, потери составляли 25-30%. При этом усложнялось управление горным массивом, что, зачастую, приводило к аварийным ситуациям.

Академик О.А. Байконуров считал, что возникшие проблемы можно решить радикально – применив твердеющую закладку для заполнения выработанного пространства и создания искусственного закладочного массива. К этому моменту твердеющая закладка использовалась, в основном, эпизодично с довольно примитивной технологией и была весьма дорогостоящей. Так, на Зыряновском руднике использовалась твердеющая закладка по схеме, показанной на рис. 1.

На Зыряновском руднике для приготовления твердеющей смеси при закладке выработанного пространства этажей 6-7 и 7-8

использовали смесительные установки, расположенные на шестом и седьмом горизонтах. Доставку инертного материала – песчано-гравийной смеси – осуществляли из Зубовского карьера (около р. Бухтарма) автосамосвалами на склад инертных материалов, расположенный в карьере рудника открытых работ у старого ствола шахты «Сретенская». Со склада скреперной лебедкой песчано-гравийную смесь скреперовали до наклонного виброгрохота, который был установлен перед щековой дробилкой. При грохочении мелкую фракцию (крупность до 50 мм) просеивали, а крупную (свыше 50 мм) подавали в дробилку для измельчения до крупности 50 мм. Затем ее транспортировали в приемный бункер ствола шахты «Сретенская».

Цемент подавали на шестой горизонт со склада на поверхности в вагонетках по стволу шахты «Восточная-Вспомогательная». У смесительного узла цемент хранили в вагонетках непосредственно на штреке.

Приготовление твердеющей смеси на шестом горизонте производили в смесителе циклического действия, в который подавали песчано-гравийную смесь, цемент, воду и интенсивно перемешивали в течение 1,0-1,5 мин. Приготовленную смесь выгружали в вагонетки и электровозом доставляли до закладываемых камер.

Сменная производительность смесительного узла составляла 20-25 м³/см., обслуживало его звено из четырех человек в смену, из которых 2 человека были заняты приготовлением смеси и загрузкой вагонеток, остальные – транспортированием, разгрузкой и укладкой смеси в выработанное пространство.

Академик О.А. Байконуров подошел к решению возникших проблем комплексно. Была создана группа исследователей, в которую входили горные инженеры, механики, специалисты по автоматизации. Они решали комплексно взаимосвязанные вопросы: изыскание дешевых материалов для приготовления твердеющей закладки, разработку методики установления рациональных составов закладки, технологии и механизации ее приготовления и трубопроводного транспорта, возведения искусственного массива и контроля его прочности и т. д. Такой подход позволил в короткие сроки разработать прорывную технологию закладочных работ и внедрить ее на рудниках Казахстана.

В созданной рабочей группе активно работали инженеры В.А. Мельников, Л.А. Крупник, А.Ю. Граф, О.Г. Герасименко, М.М. Муртазин, А.М. Медяник, М.М. Сарсембаев, А.Э. Клуевич, А.М. Мандровский и ряд других. Активно работали здесь и производственники И.Ш. Коган, М.Ж. Битимбаев, В.Н. Петухов, А.С. Гринблат, Л.В. Пятигорский, Г.В. Соколов.

Одной из основных являлась проблема материалов для закладочных работ. Считалось, что закладочная смесь – это тощий бетон. Поэтому он должен содержать вяжущее – цемент, крупный и мелкий заполнитель и воду. Но такая смесь плохо транспортировалась

по трубам, содержала большое количество воды, что требовало организации дренажа при возведении искусственного массива, характеризовалась большим расслоением, что делало массив анизотропным, и большой усадкой.

Проведенные исследования показали, что наилучшими характеристиками обладают смеси на мелком заполнителе. Они при соотношении Т:Ж = 80:20 обладают явно выраженными тиксотропными свойствами, т.е. при механическом воздействии на них приобретают повышенную подвижность, а при укладке в выработанное пространство быстро загустевают. Позднее такие смеси за рубежом получили название «пастовая закладка». В связи с тем, что такие смеси не расслаивались, искусственный закладочный массив получался изотропным, что повышало его прочность. Низкое водосодержание

позволяло получать необходимую прочность при снижении расхода цемента в 1,5...2,0 раза.

В качестве такого заполнителя было рекомендовано использовать флотационные хвосты из хвостохранилищ, текущей переработки, а в дальнейшем – измельченные горные породы. Флотационные хвосты тогда числились в запасах, т. к. ряд элементов из руды не извлекался. О.А. Байконуров и исследовательская группа доказали, что, находясь в хвостохранилищах, они существенно видоизменяются и при существующих технологиях перерабатывать их нецелесообразно, а при утилизации в закладку они будут сохраняться. При развитии технологии содержащиеся в хвостах компоненты можно будет выщелачивать.

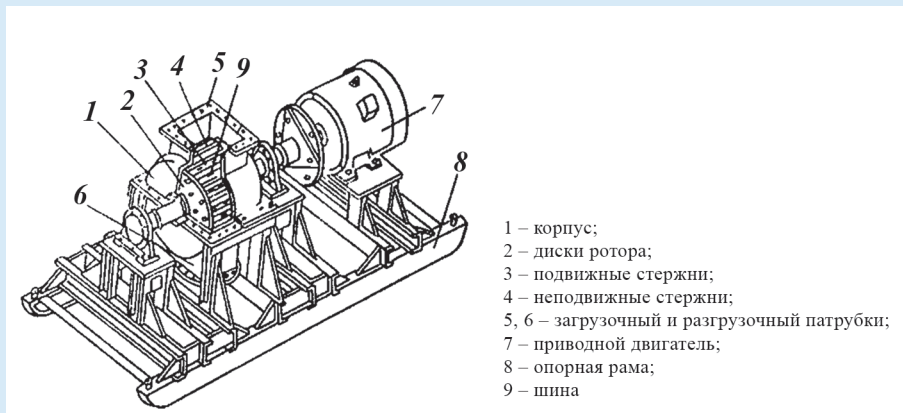
Важнейшим моментом в новой технологии закладочных работ был процесс приготовления самой



Рис. 1. Технология приготовления закладки на подземной участковой установке.

Сурет 1. Жер асты учаскелік қондырғысында бетбелгілерді дайындау технологиясы.

Figure 1. Technology of preparation of a bookmark on an underground precinct installation.



- 1 – корпус;
2 – диски ротора;
3 – подвижные стержни;
4 – неподвижные стержни;
5, 6 – загрузочный и разгрузочный патрубки;
7 – приводной двигатель;
8 – опорная рама;
9 – шина

Рис. 2. Смеситель-активатор ДКПЛ для приготовления твердеющих закладочных смесей на мелком заполнителе.

Сурет 2. Араластырғыш-тығыз толтырғыш қоспаларды дайындауға арналған ДКПЛ активаторы.

Figure 2. Mixer-activator DCPL for the preparation of hardening filling mixtures on a fine filler.

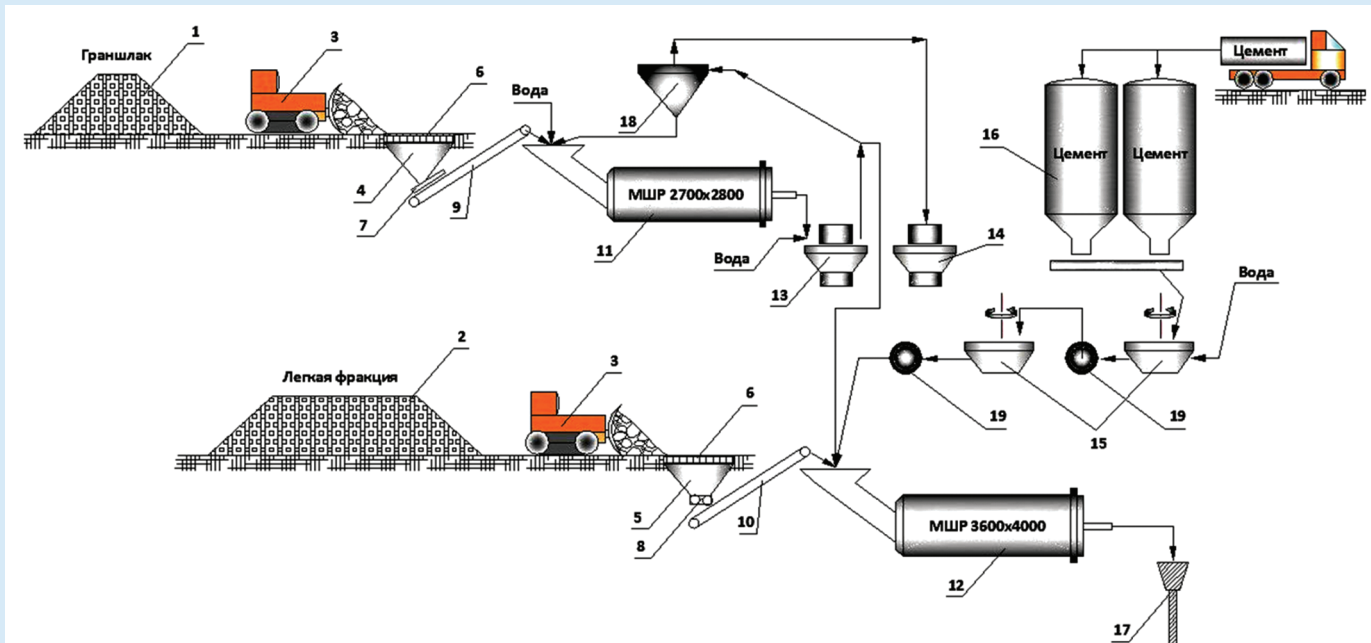
закладочной смеси и приведение ее в состояние тиксотропного разжижения с сохранением этого состояния в течение времени, необходимого для ее доставки в выработанные пространства. Имеющиеся двуххвальные лопастные и

барabanные смесители не могли этого обеспечить. Для этих целей были разработаны и защищены авторскими свидетельствами специальные активаторы: на комбинате «Ачполиметалл» это был так называемый «взвихриватель»,

на Лениногорском полиметаллическом комбинате – смеситель-активатор ДКПЛ (рис. 2).

Эти высокоскоростные агрегаты устанавливались в конце процесса перемешивания компонентов смеси высокой плотности и приводили ее в состояние геля, которое сохранялось в течение нескольких минут, что обеспечивало устойчивый режим трубопроводного транспорта.

Активаторы-смесители дали возможность использовать и следующий эффект. Цемент, поставляемый на предприятие, имел довольно грубый помол. Его суммарная удельная поверхность составляла 2500...2800 см²/г. Причем более четверти составляли частицы крупнее 20 мкм. Такие частицы не успевали полностью гидратировать, что не позволяло полностью использовать активность дорогостоящего цемента. Применение активаторов позволило додраблывать крупные зерна цемента, при этом удельная поверхность увеличивалась



- 1, 2 – отвалы граншлака и легкой фракции; 3 – бульдозер; 4, 5 – приемные бункеры;
6 – колосниковая решетка; 7 – шибер; 8 – питатель; 9, 10 – ленточные конвейеры;
11 – мельница МШР 2700 2800; 12 – мельница МШР 3600 4000; 13, 14 – насосы;
15 – устройство дозирования и приготовления цеммолака «ХАННИ»;
16 – расходные бункера цемента; 17 – закладочная скважина;
18 – гидроциклон ГЦ-350; 19 – перекачной насос

Рис. 3. Технологическая схема БЗК Малеевского рудника.

Сурет 3. Малеев кенішінің БЗК технологиялық сызбасы.

Figure 3. Technological scheme of the BZK of the Maleevsky mine.

до 3500...4000 см²/г. Это привело к существенному повышению эффективности процесса гидратации и, как следствие, снижению расхода цемента для получения проектной прочности закладочного массива и уменьшению стоимости закладки.

В дальнейшем в качестве смесителя было предложено использовать шаровые мельницы, где были совмещены процессы перемешивания компонентов закладочной смеси и их активации.

Интересны были результаты по улучшению структурообразования закладки с использованием воды затворения, обработанной электромагнитным полем и лазером.

Омирхан Аймагамбетович всегда говорил своим ученикам: «Ищите главные звенья и совершенствуйте их, тогда вы добьетесь успеха». Одним из таких звеньев был трубопроводный транспорт закладочной смеси. Именно устойчивый режим движения смеси обеспечивал большую дальность доставки смеси без изменения ее характеристик. Под его руководством были разработаны методики выбора оптимальных диаметров транспортного трубопровода, скорости движения закладочной смеси, дальность ее доставки в самотечном и самотечно-пневматическом режимах. Эти разработки позволили обеспечить безопасный технический и экономический режим транспортировки закладки.

Академик О.А. Байконуров всегда требовал комплексно решать проблемы, не упуская

никаких нюансов, поэтому много внимания уделялось методам установления прочности закладки в массиве. Ранее это осуществлялось по испытаниям контрольных кубиков их раздавливанием на гидравлическом прессе. Но достоверность этого метода была весьма низкой. О.А. Байконуров предложил использовать геофизический способ «прозвучивания» искусственного массива ультразвуком. Была подобрана современная аппаратура, разработаны методика проведения замеров, установлены тарифовочные графики. Все это дало возможность получить истинную картину состояния искусственного массива.

К твердеющей закладке тогда относились настороженно из-за ее относительно высокой стоимости. И тогда О.А. Байконуров предложил оригинальную методику оценки экономической эффективности применения систем разработки с твердеющей закладкой по комплексному показателю – «норма-вектору». Это была методика сравнительной оценки системы разработки с учетом совокупности критериев. Для систем разработки по горно-технологическим условиям месторождения выбираются критерии оптимизации, которыми могут служить: производительность забойного рабочего, участковая себестоимость добычи полезного ископаемого, коэффициенты извлечения и разубоживания, ценность добытой руды по всем полезным компонентам, экономический ущерб от потерь и разубоживания,

суммарные технологические затраты на добычу, транспортировку и переработку руды, удельные проведенные капитальные затраты и другие факторы. Проведенные по этой методике расчеты показали, что большинство полиметаллических месторождений целесообразно обрабатывать системами с закладкой выработанного пространства.

Исследования по технологии и механизации закладочных работ дали импульс быстрому внедрению новой технологии разработки месторождений полезных ископаемых. Сейчас закладочный комплекс на руднике – это высококомеханизованное и автоматизированное предприятие. Один из таких закладочных комплексов Малеевского рудника ТОО «Казцинк» представлен на рис. 3.

Новая технология закладочных работ демонстрировалась на ВДНХ СССР и была отмечена золотой медалью, она также демонстрировалась на зарубежных выставках в Индии, Югославии и Испании (1976-1983 гг.), по результатам исследований было получено более 30 авторских свидетельств и патентов на изобретения, многие из которых были реализованы.

Академик Омирхан Аймагамбетович Байконуров был большим ученым и Учителем с большой буквы. Он сам активно участвовал в проведении исследований, но исполнителям давал большую свободу, доверял им и всегда в нужный момент давал советы, которые помогали решить задачу быстро с новым эффективным результатом.

Сведения об авторах:

Крупник Л.А., д-р техн. наук, профессор-исследователь Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), leonkr38@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8813-231X>

Авторлар туралы мәлімет:

Крупник Л.А., техника ғылымдарының докторы, Satbayev University ғылыми профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Krupnik L.A., Doctor of Technical Sciences, Research Professor of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Код МРНТИ 52.01.09

*М.Ж. Битимбаев

Национальная инженерная академия Республики Казахстан (г. Алматы, Казахстан)

КАДРЫ, СОЮЗ НАУКИ И ПРОИЗВОДСТВА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА – ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ (К 95-ЛЕТИЮ АЧИСАЙСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМБИНАТА)

Аннотация. Жизнеспособность любого предприятия, созданного союзом науки и производства на базе постоянно действующей технической политики, зависит, в первую очередь, от наличия достойных кадров, чьи знания и умение воспринять стоящие перед нами проблемы с творческим подходом, находя среди многочисленных вариантов неординарные решения. Они были неперменной составляющей программ развития предприятий, соответствующие времени своего существования. История Ачисайского полиметаллического комбината является наглядным подтверждением этого утверждения. Инженерно-технические работники комбината вместе с рабочим классом и коллективами научно-исследовательских проектных организаций всей страны впервые в мире создали и внедрили в производство новые технологии и технику, которыми пользуются и сейчас.

Ключевые слова: творческие кадры, наука, производство, постоянная техническая политика, эффективное использование, минеральное сырье.

Кадрлар, ғылым және өндіріс одағы және техникалық саясат-минералды шикізатты тиімді пайдаланудың негізі (Ащысай полиметалл комбинатының 95 жылдығына)

Анатпа. Ғылым мен өндіріс одағы тұрақты жұмыс істейтін Техникалық саясат негізінде құрған кез-келген кәсіпорынның өміршеңдігі, ең алдымен, бірнеше нұсқалардың ішінде ерекше шешімдерді таба отырып, біздің алдымызда тұрған проблемаларды шығармашылық тұрғыдан қабылдай алатын лайықты кадрлардың болуына байланысты. Олар өздерінің өмір сүру уақытына сәйкес келетін кәсіпорындарды дамыту бағдарламаларының ажырамас бөлігі болды. Ащысай полиметалл зауытының тарихы бұл тұжырымның айқын дәлелі болып табылады. Комбинаттың инженерлік-техникалық қызметкерлері жұмысшы табымен және бүкіл елдің ғылыми-зерттеу жобалау ұйымдарының ұжымдарымен бірге әлемде алғаш рет қазіргі кезде де қолданылып жүрген жаңа технологиялар мен техниканы жасап шығарды және өндіріске енгізді.

Түйінді сөздер: шығармашылық кадрлар, ғылым, өндіріс, тұрақты техникалық саясат, тиімді пайдалану, минералды шикізат.

Personnel, the Union of Science and Production and technical policy – the basis for the effective use of mineral raw materials (to the 95th anniversary of the Achisai Polymetallic Combine)

Abstract. The viability of any enterprise created by the Union of Science and Production on the basis of a permanent technical policy depends, first of all, on the availability of decent personnel, whose knowledge and ability to perceive the problems we face with a creative approach, finding extraordinary solutions among the few options. They were an indispensable component of enterprise development programs corresponding to the time of their existence. The history of the Achisai Polymetallic Combine is a clear confirmation of this statement. For the first time in the world, the engineering and technical workers of the combine, together with the working class and collectives of research and design organizations throughout the country, created and introduced new technologies and equipment into production, which are still used today.

Key words: creative personnel, science, production, constant technical policy, efficient use, mineral raw materials, history, mining, processing, ores.

Когда говорили и писали об Ачисайском полиметаллическом комбинате, о его людях и о его достижениях, для всех специалистов, да и просто посторонних читателей было ясно, что приведенные успехи достигнуты неспроста, а являются плодом коллективного труда, возглавляемого талантливыми инженерами. Интересно и достойно внимания и изучения уже на уровне психологии и философии то, что, вообще, чем труднее была проблема, тем больше находилось людей, которым хотелось участвовать в ее решении вне зависимости от собственной занятости, от связи этой проблемы с собственными обязанностями, необходимости отдохнуть или посвятить свободное время досугу, семье.

Горно-геологические и горнотехнические условия месторождений, их гидрогеология, минеральный состав руд, особенности минерализации и многосортность перерабатываемых руд, бедных по содержанию металлов в исходной товарной руде – все эти и другие объективные факторы, зависящие от природных данных и экономических требований, ставили перед коллективами рабочих и инженеров необходимость поиска быстрых, точных и низкочастотных технических и технологических решений.

Необходимо было добывать руду с высокой производительностью труда на всех видах горных работ, снижая их себестоимость и одновременно повышая зарплату и улучшая состояние техники безопасности. Параллельно ставилась задача перманентно снижать потери и разубоживание при добыче. Меры по упреждению,

по разработке и реализации превентивной защиты от наваливающих негативных последствий развития горных работ на глубину и на фланги, вызываемых крупномасштабными геологическими нарушениями и потоками подземных вод, должны были сводить их на нет и позволять работать в обычном рабочем режиме.

Обогатительный передел при каждом руднике должен был обеспечивать безостановочную работу, приспособленную по всей технологической схеме от крупного дробления до сгущения и фильтрации к любому сорту руды. Кентауская объединенная обогатительная фабрика могла одновременно перерабатывать руду рудников Миргалимсай, Глубокий и Карагандинского месторождения. Впоследствии к ним присоединились пять сортов Дальнезападного и Западного карьеров Жайремского ГОК, потом руды месторождения Шалкия. Каждая руда имела свои особенности по дробимости и измельчаемости, по флотационному режиму и технологии извлечения полезных ископаемых, по содержанию глины и вредных примесей, но, несмотря на ухудшающие факторы, извлечение и качество концентратов должно было постоянно увеличиваться.

При переработке окисленных цинковых руд Ачисая, для обогащения которых напрямую в металлургическом переделе была создана новая технология с применением вельц-процесса, также, несмотря на тенденцию снижения содержания цинка в исходной товарной руде, из года в год увеличивалось извлечение.

Изобретательская и рационализаторская деятельность инженеров рудника Байжансай также во многом предопределяла экономическую эффективность как горных работ, так и обогатительного передела, поэтому, несмотря на углубление горных работ и разобщенность месторождений Байжансай, Аксоран, Аралтау, из-за чего для каждого относительно небольшого месторождения для организации добычи требовалось выполнить весь комплекс горно-строительных работ по вскрытию и подготовке, и в этом подразделении комбината достижения были налицо.

В советской плановой экономике бытовал общепризнанный экономический термин «планово-убыточное предприятие», которым обозначали предприятия, дававшие народному хозяйству необходимую продукцию, себестоимость которой превышала ее товарную стоимость. Вот таким «планово-убыточным предприятием» являлся Ачисайский полиметаллический комбинат к началу 70-х годов прошлого столетия.

Выход из этого, казалось бы, тупикового положения был предельно прост, как бывает простым любое гениальное решение. Идея витала в воздухе, так как было открыто и разведано Карагайлинское полиметаллическое месторождение в Карагандинской области, добыча руды открытым способом для советских горячков не представляла особых трудностей, проект был готов, строился современный жилой поселок, была готова вся инфраструктура, в том числе и железная дорога до Караганды. Технично-экономическое обоснование (ТЭО) транспорта руды за 2000 км из Карагайлы в Кентау и переработка ее на Кентауской обогатительной фабрике, выполненное по замыслу руководства комбината и поддержанное первым секретарем ЦК Компартии Казахской ССР Д.А. Кунаевым (кстати, горным инженером) и Министерством цветной металлургии Казахской ССР и СССР, показало, что руду верхних горизонтов Карагайлинского месторождения экономически выгодно перерабатывать на Кентауской обогатительной фабрике и, таким образом, производить нужные стране концентраты свинца, цинка и барита (с серебром в свинцовом концентрате) первые 5-6 лет до окончания строительства собственной обогатительной фабрики.

Затем наступила очередь руды Жайремского месторождения (на котором фабрика начала строиться только сейчас). Схема была та же самая, но условия были гораздо сложнее, так как добывалась из одного Дальнезападного карьера руда пяти сортов, причем значительная часть ее с большой примесью глины.

Но творческий подход инженеров и рабочих комбината позволил в кратчайшие сроки блестяще решить проблему переработки многосортных руд Жайрема. Бюро технической информации (БТИ) и Научно-исследовательская производственная база комбината (НИПБ) впервые в Союзе создали накладные вибраторы для ускорения разгрузки мерзлой и глинистой руды из полувагонов. По проекту комбината была построена двухпутевая эстакада для приема железнодорожных составов; на карьере Жайрема была отлажена под контролем ОТК и геологов комбината отгрузка руды строго по сортам; при фабрике в Кентау был построен узел по отмывке руды от глины, и проблем как не бывало!

А что же делалось с собственными рудами? У нас не опустились руки, был проведен глубокий экономический анализ, который показал несколько основных факторов

рентабельной работы собственных рудников. Начнем с того, что была доказана необходимость скоростных проходок горных выработок, за которую инженеры и рабочие комбината были удостоены Ленинской премии. Теперь же было доказано, что, организовав скоростное проведение вертикальных и наклонных восстающих и транспортных выработок большого сечения, мы, увеличив производительность труда, снизим одновременно и себестоимость добычи. Повсеместное внедрение самоходного оборудования на подземных горных работах и соединение единым транспортным уклоном поверхности с горными работами рудников Миргалымсай и Глубокий до 30 горизонта (глубина 900 м) также способствовало успешному решению этой важнейшей двуединой составляющей рентабельной добычи бедных руд на глубоких горизонтах. Одновременно впервые в мире на рудниках Миргалымсайского месторождения была применена тиксотропная закладка очистных камер, вследствие чего потери руды при добыче были снижены с 30% до 20-22%, поэтому были сэкономлены значительные средства на капитальных работах по вскрытию новых, глубоко залегающих запасов.

Обогатители, в свою очередь, значительно улучшили технологические схемы переработки многосортных руд, установив очередность переработки, разделение разных сортов по своим бункерам, по схемам флотации, по реагентному режиму. На Кентауской фабрике впервые в СССР (наряду с Зыряновской фабрикой) была построена и внедрена автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУТП), позволившая улавливать малейшие колебания в содержании металлов в текущей переработке и мгновенно реагировать на них изменением реагентного режима.

В это же время на Кентауской и Миргалымсайской фабриках был налажен выпуск кондиционного цинкового концентрата из собственных руд, в которых содержание цинка было забалансовым и государством не учитывалось в запасах, что было беспрецедентным событием в истории обогащения. Комбинат наладил выпуск одного из важнейших сырьевых продуктов для нефтегазовой отрасли и химической промышленности, медицины и парфюмерии – сухого баритового концентрата и баритового утяжелителя из бедных по бариту миргалымсайских руд, обеспечивая 90% общесоюзного производства баритовой продукции.

Если говорить о доле комбината в общесоюзной копилке, мы довели ее до 60% по серебру (в свинцовом концентрате), до 15% по свинцу и 10% по цинку, что было весомым вкладом нашего восьмидесятилетнего коллектива в строительство мощной современной индустрии советского государства.

Свое второе дыхание обрел рудник Ачисай, на котором вместо истощившихся запасов свинцовых руд пришла пора переработки окисленных цинковых руд путем вельцевания шихты впервые в СССР, и страна получила дополнительно цинк в окислах, сухие и готовые к употреблению цинковые белила.

Продолжал успешно работать рудник Байжансай, его шахты, обогатительная фабрика и сам поселок, и, несмотря на то, что полгода люди были отрезаны от внешнего мира, они жили обычной жизнью цивилизованного мира и трудились.

И, наконец, руководство комбината во главе с С.М. Мауленкуловым убедило Министерство цветной

металлургии Казахской ССР и СССР, что освоение месторождения Шалкия в Кызылординской области, которое на сегодня является самым крупным по запасам как руды, так и свинца и цинка в Казахстане, придаст новый импульс развитию экономики двух соседних областей. Полученные невероятным трудом финансы, привлечение лучших строителей – трестов «Золотошахтопроходка» и «Миргалимсайсвинцецстрой», проектных институтов «Гипроцветмет» (г. Москва), «Казмеханобр» (г. Алматы) и «ВНИИцветмет» (г. Усть-Каменогорск), направленные в эту «горячую точку» лучшие рабочие и инженеры комбината дали свои плоды. Если бы не события 1990-1991 гг., сегодня на Шалкие работал бы рудник, добывая и перерабатывая на собственной фабрике 4,0 млн т руды в год.

Первопричиной и основой достигнутых успехов, которые сопровождали историю комбината с первых дней его зарождения, были созданные традиции быть пионером в создании таких технологических решений, которые поражают одновременно своей простотой и оригинальностью, целесообразностью и соответствием сложившейся обстановке, необходимостью их реализации именно в тот момент, когда в них нуждалось производство. Кажущаяся простота объяснялась знанием производственных нужд и условий труда, вследствие чего творческий подход всегда находил решение.

Становление и расцвет комбината, его полнокровная жизнь были предопределены факторами, которые действовали и по счастливому стечению обстоятельств, и как решение, твердо и неукоснительно принятое руководством в течение всей биографии нашего предприятия:

- наличие в недрах подарка природы в виде месторождений;
- востребованная государством продукция из полезных ископаемых, которые содержали в недрах Каратау;
- трудоспособное, трудолюбивое и талантливое местное население;
- кадровая политика государства, благодаря которой стала возможной комплектация начального отряда специалистов из других предприятий и из вузов страны;
- постоянно со дня основания действовавшая программа технического перевооружения и технологической реконструкции с опережением требований времени.

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>

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)

Information about the authors:

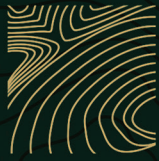
Bitimbayev M.Zh., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the International Engineering Academy, Academician, Member of the Presidium – Chief Researcher of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan)

История цивилизации во все времена зависела, в первую очередь, от личностей, которые ее творили. Хронология событий, составивших славную летопись Ачисайского полиметаллического комбината, была логически успешной, несмотря на объективные трудности, созданные природой, в силу того, что возглавляли коллектив неординарные и талантливые инженеры, видевшие свое предназначение в жизни как службу народу. Их образы в нашей памяти, и мы благодарны этим творцам, построившим город-сад в обожженной палящим южным солнцем степи и восславившим в первую очередь простых людей этой земли.

В день юбилея вспомним их, заслуженно признаваемых нами первопроходцами: А.И. Кельмансона, С.П. Устинова, А.Н. Устинова, В.А. Косякова, С.С. Шарашкина, А.С. Султинского, Я.Д. Пиченюка, М.И. Харитонов, И.Г. Тараканова, В.И. Логинова, С.М. Мауленкулова, И.С. Когана, А.Ж. Байдалинова, А.Т. Арынбаева, Ж.М. Махсутова, Э.Х. Шабанбаева, И.Н. Нуралбаева, А.С. Сембекова, А.С. Гринבלата, М.Ф. Федорова, В.Б. Рабиля, А.К. Кулумбетова, И.Б. Резника, Т.В. Пейхеля, Б.С. Заяца, Р.Я. Тушминского, Д.С. Королева, А.К. Кашагалиева, Н.Т. Тукунова, В.В. Горшкова, А.Е. Бегимбетова, Е.А. Горшкову, А.И. Еронина, А.С. Букина, И.С. Шарипова, М.Г. Негелева, Н.М. Рудой, Е.С. Фридсон, Ж.М. Тоханову и десятки других руководителей. Мы отдаем дань их трудолюбию, патриотизму, беззаветной преданности делу, которому они посвятили свою жизнь, и вечно благодарны за оставленный нам в наследие город Кентау и его спутники Кантаги, Байелдер, Ачисай.

Честь и совесть, желание служить Родине и народу, быть всегда на острие событий и уметь держать удар, вера в справедливость – эти качества, органически присутствующие ветеранам комбината – живым и ушедшим от нас в небытие, – дают уверенность и молодым поколениям, которым есть с кого брать пример. И мы – люди более сорока национальностей – казахи, русские, узбеки, греки, татары, евреи, корейцы, белорусы, украинцы, осетины, чеченцы, ингуши, грузины, азербайджанцы, армяне и представители других этносов – жили одной дружной семьей. В этом была главная заслуга руководителей города и комбината, которая наряду с продолжением сопротивления природы стала прочным фундаментом действовавшего до 1994 г. здания труда и доблести.

Международный конгресс и выставка



ГОРНОРУДНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ УЗБЕКИСТАНА И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

13-14 ДЕКАБРЯ 2022, ТАШКЕНТ, УЗБЕКИСТАН



VOSTOCK CAPITAL
— 20 лет успеха —

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР



ГАЗПРОМБАНК

КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ МЕРОПРИЯТИЯ:

200+ РУКОВОДИТЕЛЕЙ КЛЮЧЕВЫХ ГОРНОРУДНЫХ КОМПАНИЙ

Узбекистана и стран Центральной Азии, инициаторы инвестиционных проектов, компании-разработчики и производители оборудования и технологий для предприятий, международные инвесторы

25+ КРУПНЕЙШИХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ: строительство ГОКов, модернизация, расширение мощностей и освоение новых месторождений

40+ ДОКЛАДЧИКОВ и участников дискуссий: представители проектов, регуляторные органы, ведущие эксперты отрасли

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В ТЕХНОЛОГИЯХ и технике для горной добычи - презентация нового оборудования и передовых решений для индустрии

30+ ЧАСОВ ДЕЛОВОГО И НЕФОРМАЛЬНОГО ОБЩЕНИЯ:

встречи один-на-один по заранее согласованному графику, деловые обеды, кофе-брейки, интерактивные дискуссии, коктейльный прием и многое другое

ФОКУС-СЕССИЯ: ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ Узбекистана и стран Центральной Азии: потенциал роста горнорудного сектора, привлечение иностранных инвестиций в регион, государственная поддержка и регулирование отрасли

ВАЖНО! Энергетическая и экологическая эффективность горнорудных предприятий

ИННОВАЦИИ В ГЕОЛОГИИ: разведка и доработка рудных месторождений

АКТУАЛЬНО!

Производительность обогатительных фабрик: совершенствование процессов обогащения и интеграция лучших технологий

CASE-STUDY: Стратегии и практики по привлечению международного финансирования проектов

ФОРМАТ КРУГЛЫХ СТОЛОВ: позволяет обсудить и выработать решения наиболее острых проблем. Специализированная выставка технических, технологических и сервисных решений от лидеров отрасли

СРЕДИ ПОСТОЯННЫХ УЧАСТНИКОВ МЕРОПРИЯТИЙ



В НОВУЮ ИНСТРУМЕНТАЛЬНУЮ РЕАЛЬНОСТЬ С MITECH 2022

С 8 по 11 ноября 2022 года в Москве, в ЦВК «Экспоцентр» пройдет центральное инструментальное событие России и стран СНГ – 15-я Московская международная выставка инструмента, оборудования и технологий MITECH. Мероприятие соберет на одной площадке «старожилов» и новичков инструментального рынка.

Генеральным спонсором MITECH 2022 выступит бренд CAIMAN – один из ведущих мировых производителей профессиональной садово-парковой техники премиум-класса. В 2022 году CAIMAN представил на российском рынке 100 новинок, увеличив ассортимент в два раза. О своем намерении принять участие в выставке также заявили АО «Завод «Фиолент», КЛС-Трейд (торговая марка «Интерскол»), «ЛИТ Трейдинг», Patriot, ТМК ОптимаТорг, Kolner, «Ставр», Инструменты Р.И.Т. (ООО «Турбо-Тулс»), «Северные Стрелы», Российская производственная компания «Корона», «Опт-ПромТорг», «Уралбензотех» и многие другие.

Традиционно экспозиция будет включать как иностранные новинки, так и российские разработки. Среди премьер этого сезона – продукция турецких компаний Civtec Civata и Kristal Kesici Aletler – признанных лидеров в области крепежа и керамического инструмента. Свою продукцию продемонстрирует крупнейший производитель электроинструментов Villager из Сербии.

Тема импортозамещения будет представлена на стендах локальных производителей, среди которых разработчик и поставщик оборудования для промышленности и профессионального DIY – Norgau – производитель инструмента для дверного и мебельного ремесла FARIDKAMAL, а также «Слюдяная фабрика» – лидер по изготовлению электропаяльников в России.

Выставка MITECH ежегодно собирает элиту инструментальной отрасли, служит площадкой для обмена опытом и обсуждения актуальных вопросов. В июне-августе 2022 года организаторы провели онлайн-опрос среди участников и посетителей MITECH, целью которого было выяснить потребности инструментального рынка, выделить ключевые темы деловой программы предстоящей выставки. Опрос показал, что в приоритете сегодня – установление новых деловых связей, знакомство с тенденциями и новинками рынка, расширение профессиональных знаний и навыков. В числе основных причин участия в выставке были возможность простимулировать продажи на год вперед и получить свежую информацию о состоянии отрасли, но в особенности – широкий ассортимент инструмента и оборудования, а также шанс встретиться с производителями. Свое участие в MITECH 2022 сразу после выставки прошлого года подтвердили более 80% компаний.

Что касается посетителей, то тут цифры также говорят за себя: 52% опрошенных посетили выставку за время ее существования до 5 раз. Четверть опрошенных посетили от 5 до 10 выставок. Регулярные участники выставки – более 10 посещений – 9% респондентов.

«MITECH, как крупная специализированная выставка, не только отражает состояние отрасли, но и, несомненно, вносит вклад в ее развитие. При этом работа

не ограничивается четырьмя выставочными днями: мы постоянно, круглый год, на связи с нашими партнерами – производителями и потребителями инструмента. Получаем обратную связь, анализируем и совершенствуем форматы, формируем деловую программу, расширяем экспозиционную часть. Так, в этом году основной ассортимент выставки дополнится инструментом для сервиса и ремонта промышленного оборудования – производственные предприятия смогут решить свои задачи по обеспечению бесперебойной работы техники. Что останется неизменным, так это атмосфера инструментального праздника, в которой проходит каждая выставка. Будем делиться опытом, создавать новые бизнес-альянсы, формировать заветраиний стабильный день отрасли», – прокомментировала директор выставки Гильнара Маркелова.

Гости MITECH смогут ознакомиться с технологическими новинками промышленного и бытового назначения более чем в 27 тематических разделах, в числе которых ручной электрический и механический инструмент, оборудование для различных отраслей промышленности, строительства и ремонтных мастерских.

В 2021 году свою продукцию на выставке на площади в 12500 м² представили более 200 компаний из 12 стран мира. За четыре дня ее посетили свыше 9000 специалистов. Рекордным по количеству участников стал 2019 год – 558 компаний из 21 страны, 22000 посетителей, общая площадь выставки 22 100 м².

О выставке:

Московская международная выставка MITECH – одно из центральных инструментальных событий России и СНГ, которое объединяет производителей, поставщиков и потребителей инструмента. Свою историю выставка ведет с 1998 года и первые годы носила имя InterTOOL. Под современным названием MITECH – Moscow International Tool Expo – проходит с 2008 года.

Ежегодно отраслевая площадка собирает элиту мировой инструментальной промышленности – свыше 200 компаний более чем из 10 стран мира. Выставка дает участникам возможность заявить о себе и найти новых заказчиков, оценить слабые и сильные стороны конкурентов, увидеть новые направления для роста.

Ассортимент решений представлен более чем в 27 тематических разделах, основные из которых – ручной электрический и механический инструмент, оборудование для металлообработки, лесной промышленности, строительства, сервиса и ремонта.

В рамках деловой программы MITECH обсуждаются актуальные вопросы развития российского инструментального рынка и средств малой механизации. Для посетителей выставки проводятся мастер-классы и столярные шоу.

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

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ
в редакцию периодического печатного издания «Горный журнал Казахстана»
(действуют с 1 сентября 2019 года)

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 по следующим направлениям (полный перечень рубрик указан на сайте minmag.kz):

- ✓ *Геотехнология (подземная, открытая и строительная)*
- ✓ *Геомеханика, маркшейдерское дело и геодезия*
- ✓ *Разрушение горных пород*
- ✓ *Горные машины и оборудование*
- ✓ *Обогащение полезных ископаемых*
- ✓ *Геоэкология горно-перерабатывающей промышленности*
- ✓ *Охрана труда и промышленная безопасность*
- ✓ *Теоретические основы проектирования горно-технических систем*
- ✓ *Металлургия*
- ✓ *Горно-промышленная геология и геофизика*
- ✓ *Экономика горно-металлургической отрасли*

По указанным направлениям также принимаются статьи обзорного характера, отвечающие критериям первой научной публикации.

Дополнительные рубрики:

- ✓ *Подготовка кадров (применительно к теме журнала)*
- ✓ *История горного дела, металлургии и геологии*
- ✓ *Юбилеи*
- ✓ *Реклама*

2. Основные требования к статьям, представленным для публикации в журнале:

- набор статьи производится шрифтом Times New Roman 12 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 с помощью специальной программы;
- необходимо указать одно из научных направлений, которому в наибольшей степени соответствует тематика статьи.

3. Структура статьи должна содержать следующие разделы:

- код МРНТИ (ГРНТИ <http://grnti.ru/?pl=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 и русском 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, контактные данные (адрес электронной почты), город, страна) предоставляются на казахском и русском 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 (реферат) предоставляется на казахском и русском 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 и русском языках;
 - текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение);
 - список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2010 года, предоставляется на казахском и русском языках.

Основной раздел статьи на казахском или русском языках должен быть четко структурирован.

- ✓ Введение (*Introduction*) должно отражать актуальность темы исследования, обзор литературы по теме, постановку проблемы, формулировку целей и задач исследования.

✓ Методы/исследования (*Materials and Methods*) – описание методов исследования, схем экспериментов (наблюдений) с тем, чтобы позволить другим ученым и практикам воспроизвести результаты, пользуясь лишь текстами статьи; описание материалов, приборов, оборудования, выборка и условия проведения экспериментов (наблюдений).

✓ Результаты (*Results*). Этот раздел должен отражать фактические результаты исследования (текст, таблицы, графики, диаграммы, уравнения, фотографии, рисунки).

✓ Обсуждение результатов (*Discussion*) – типовая структура этого раздела имеет такой вид:

- чем могут быть объяснены полученные результаты;
- благодаря каким именно особенностям предложенных решений обеспечиваются преимущества;
- что можно считать преимуществами данного исследования по сравнению с аналогами;
- в чем состоят недостатки исследования;
- в каком направлении исследование целесообразно развивать, с какими трудностями при этом можно столкнуться.

✓ Заключение (*Conclusion*) – краткие итоги разделов статьи без повторения формулировок, приведенных в ней.

✓ Благодарности (*Acknowledgments*) – выражение признательности коллегам за помощь.

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ и ЗАГОЛОВКИ ТАБЛИЦ оформляются отдельным блоком на казахском, русском и английском языках.

РИСУНКИ должны иметь расширение графических редакторов CorelDraw, Photoshop, Illustrator и т. п.). Фотографии должны быть предельно четкими в графическом формате (TIFF, JPEG, CDR) с разрешением не менее 300 dpi. Все буквенные и цифровые обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или подрисуночном текстах. Надписи и другие обозначения на графиках и рисунках должны быть четкими и легко читаемыми. Подписи к рисункам и заголовки таблиц **ОБЯЗАТЕЛЬНЫ**.

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. В список литературы не включаются любые материалы, не имеющие конкретного автора, в том числе: законы, стандарты (включая ГОСТ), статьи из словарей и энциклопедий, страницы сайтов, для материалов которых не указан конкретный автор и интервал страниц. Если у Вас возникает необходимость сослаться на подобные материалы, то ссылки на них оформляются как сноски в тексте статьи. Список приводится на русском (казахском) языке, а также в переводном и транслитерированном варианте (транслитерация выполняется по стандарту BSI: <https://translit.net/ru/bsi/>). Оба варианта списка литературы должны быть идентичны по содержанию. Сначала подготавливается русскоязычный (казахскоязычный) список литературы, включающий все источники (даже на иностранных языках), затем он переводится на английский язык и транслитерируется.

К статье прилагаются сведения на английском языке:

✓ заглавие (Title) – без сокращений и транслитерации, кроме случаев, когда встречаются непереводаемые названия имен собственных, например, название предприятий, приборов и др.;

✓ фамилия и инициалы (автора (-ов) (Byline) – транслитерация по системе BSI (<http://www.translit.ru>). Для англоязычных метаданных важно соблюдать вариант написания сведений об авторе в последовательности: полное имя, инициал отчества, фамилия;

✓ сведения об авторе (-ах), без сокращений;

✓ полное название организации (аббревиатуры не допускаются, дается полное название организации и ведомственная принадлежность, в том виде, в котором их профиль идентифицирован в БД Scopus), ее адрес, город, страна с указанием индекса;

✓ реферат (аннотация) – Abstract. В реферат не допускается включать ссылки на источники из полного текста, а также аббревиатуры, которые раскрываются только в полном тексте. Реферат должен быть:

- информативным (не содержать общих слов);
- оригинальным (не быть калькой казахско-русскоязычной аннотации с дословным переводом);
- содержательным (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);
- структурированным (следовать логике описания результатов в статье, кратко отображая основные мысли, содержащиеся в ее структурных частях – от проблемы, цели и методов до результатов исследований, предложений и главных выводов);
- быть написанным качественным английским языком;
- объемом не менее 700, но не более 900 знаков, включая пробелы.

✓ ключевые слова (Keywords) в количестве не менее 10, сокращения не допускаются, также не допускается использование слов в кавычках.

4. Условия приобретения журналов авторами.

С автором(ами) заключается договор о приобретении не менее 5 (пяти) 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.

Евгений Николаевич Ольшанский родился в г. Алма-Ате 29 октября 1942 г. В 1966 г. окончил Казахский политехнический институт им. К.И. Сатпаева. С 1971 г. по 1973 г. служил в армии. Командовал огневым взводом и взводом управления полка ракетной и ствольной артиллерии. Капитан запаса. Работал на шахтах Жезказганского горно-металлургического и Иртышского полиметаллического комбинатов горнорабочим, горным мастером, начальником проектно-технического отдела.

С 1969 г. – научный сотрудник «Отраслевой лаборатории комплексной механизации взрывных работ» Министерства цветной металлургии КазССР при Казахском политехническом институте. За этот период при его участии выполнен большой объем работ по внедрению механизированного заряжания на Жезказганском, Зыряновском, Лениногорском, Текелийском, Каражальском комбинатах, а также приисках Омолой, Куларский, Лебединский и Нижний Куранах объединения «Якутзолото», рудниках Хрустальненского ГОК и объединения «Дальполиметалл».

В 1970-1980-е годы основным направлением его работ становится механизация погрузочно-разгрузочных и складских работ с взрывчатыми веществами. Им разработана технология грузообработки ВВ в строп-контейнерах, которая после длительных испытаний на Ачисайском полиметаллическом и Жезказганском горно-металлургическом комбинатах была принята государственной комиссией в эксплуатацию и допущена к широкому применению. Новая технология была включена в «Единые правила безопасности при взрывных работах».

С 1997 г. после преобразования «Отраслевой лаборатории механизации взрывных работ» в Научно-производственное предприятие «Интеррин» Е.Н. Ольшанский занимается разработкой и строительством подземных и наземных стационарных пунктов изготовления гранулированных ВВ. Им построено 6 пунктов на Атасуйском, Жайремском, Соколовско-Сарбайском и Жезказганском комбинатах в Казахстане и 2 пункта в г. Карабалте в Киргизии.

Для совершенствования производства отечественных видов ВВ им была разработана установка для



**Евгений Николаевич
Ольшанский**
(к 80-летию со дня рождения)

пневмопатронирования, на базе которой в г. Жезказгане было создано производство тротилсодержащих капсул-лечувствительных ВВ для боевиков.

Им и с его участием были разработаны первые составы отечественных эмульсионных ВВ, технологии и оборудование для их изготовления. За короткое время была разработана технологическая линия, позволяющая изготавливать эмульсионные ВВ различного спектра действия.

Под его руководством в 1966 г. в г. Жезказгане был спроектирован, построен и запущен в эксплуатацию первый в Казахстане завод по изготовлению эмульсионных ВВ.

По проектам Е.Н. Ольшанского строились стационарные пункты изготовления ВВ, склады взрывчатых материалов, другие объекты вспомогательного и специального назначения. Он разработал «Временные правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных пунктов изготовления и стационарных пунктов подготовки промышленных ВВ», которые на годы стали основным документом, регламентирующим производство ВВ в Казахстане.

Е.Н. Ольшанский занимался научно-исследовательской работой. Разработал оптимальные параметры пневмозаряжания, обеспечивающие высокую эффективность взрывных работ. Стал автором «Метода стабилизации гранулированных ВВ», позволившего снизить избирательный вынос компонентов ВВ из зарядной полости, сохранять их стехиометрическое соотношение в заряде и обеспечивать максимальное энерговыделение при реакции взрывного разложения.

Разработки Ольшанского Е.Н. в области взрывчатых составов, технологий и оборудования для их изготовления и применения, конструкций шпуровых и скважинных зарядов, способов взрывания защищены более чем 60 авторскими свидетельствами и патентами. Он – автор более 50 публикаций по актуальным вопросам взрывного дела.

Е.Н. Ольшанский является членом-корреспондентом Международной академии информатизации, лауреатом премии Совета Министров Казахстана, обладателем почетного знака Российской Федерации «Горняцкая слава» трех степеней.

Научно-производственное предприятие «Интеррин», горная общественность Казахстана, редколлегия «Горного журнала Казахстана», друзья и коллеги поздравляют Евгения Николаевича со знаменательной датой и желают юбиляру отличного здоровья, долгих лет жизни, успехов в работе, благополучия и счастья.