

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 №1082 от 10.07.2012 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.: 8 (727) 375-44-96

minmag.kz

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 «Каз почта»,
ТОО «Эврика-Пресс»,
ТОО «Агентство «Евразия пресс»

Подписано в печать **20.04.2020 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

Помощник редактора

И.П. КОНОНОВА (ПАШИННИНА),
Irina.Pashinina@interrin.kz

Редакционная коллегия:

Fathi Nabashi (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

З.С. Абишева, д-р техн. наук, академик КазНАН

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

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

А.М. Бейсебаев, д-р техн. наук, профессор

А.А. Бекботаева, PhD

А.А. Бектыбаев, канд. техн. наук

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

Е.К. Едыгенов, д-р техн. наук, профессор

В.Г. Загайнов, канд. техн. наук

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

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

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

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

В.А. Луганов, д-р техн. наук, профессор

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

Р.Р. Ходжаев, д-р техн. наук

Т.А. Чепуштанова, PhD

® – статья на правах рекламы

① – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

- 3** Колонка главного редактора
- 4** «Казцинк» обеспечивает безопасность персонала и оказывает помощь в городах во время режима чрезвычайного положения ®
- 6** *Ломако Л.С., Астапенко Т.С.*
Программные продукты Майнфрэйм для горных инженеров ®

Геотехнология

- 8** *Арыстан И.Д., Матаев А.К., Абдрашев Р.М., Талиев А.Б.*
Технология изучения угольных пластов
- 12** *Абишева А.К., Мельдешов А.А., Муташиева Г.С., Онгарбаева Ж.А.*
Высокотемпературные химически стойкие материалы

Геология

- 19** *Айткалиева А.Т., Векботайева А.А.*
Features of the geological structure of the Karshyga copper ore deposit

Геодезия

- 26** *Садықов Б.Б., Алтаева А.А.*
SAR интерферометрия әдісімен WISMUT (Германия) уран кен орнының жер бетінің жылжуын бақылау

Маркшейдерское дело

- 30** *Тұяқбай Ә.С., Батыршаева Ж.М., Оралбай А.О., Оразалиева А.А.*
Ақжал кенорнының каркастық моделуін құруда Micromine бағдарламасын қолдану

Геомеханика

- 37** *Нурлыбаев Р.О.*
Изучение закономерных особенностей оседаний подработанной толщи пород, характерных условиям разработки Жезказганского месторождения

Обогащение полезных ископаемых

- 44** *Телков Ш.А., Корабаев Б.С., Амирхан А.А.*
Исследование гравитационной обогатимости монобаритовой руды месторождения Улькенсай

Горные машины

- 48** *Карманов Т.Д., Калиев Б.З., Куандыков Т.А.*
Способ снижения затрат на ремонтно-восстановительные работы технологических скважин

- 53** Техническое совещание Департамента Комитета индустриального развития и промышленной безопасности МИИР РК по Карагандинской области с участием руководителей опасных производственных объектов

- 54** Требования к оформлению статей

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

Уважаемые коллеги!

Дорогие читатели!

Благодаря тому, что наш журнал завоевал заслуженный авторитет, созданный при Вашем заинтересованном, пытливом и профессиональном участии, он имеет возможность выходить в свет ежемесячно. Такая возможность, в свою очередь, дает нам напомнить «Urbi et Orbi» о памятных событиях, происшедших или надвигающихся, о позитивной или негативной стороне, высказаться о нашем отношении к ним.

Апрель не исключение. Этот месяц, во-первых, открывает двери проснувшейся и отдохнувшей природы человеку труда. Аграрии спешат с посевной кампанией, животноводы радуются приплоду, горняки, обогатители, металлурги заканчивают подготовку к проведению капитальных ремонтов и нового строительства, а геологи, отпраздновав свой профессиональный праздник День геолога, готовы выйти в поле, чтобы проверить свои новые предположения, которые могут в недалеком будущем превратиться в осязаемые месторождения.

Жизнь продолжается, потому что есть такие люди, которым ежегодные весенние заботы по душе, являются их любимым занятием, они не представляют свое пребывание на земле иначе, и за это им сердечное «спасибо», ибо эти люди порой незаметным своим трудом создают нам благополучие и уверенность.

Дорогие геологи! Ваш труд бесценен и дарует всему человечеству с древнейших времен, наряду с земледелием, животноводством и освоением богатств водных просторов, возможность существовать и развиваться цивилизованному миру. Победного шествия Вам по просторам нашей Родины, потому что под каждым Вашим шагом недра открывают свои тайны, познание которых приносит нам свои дары! Дорогие геологи, а вслед за ними горняки, обогатители, металлурги, строители, пусть Вам сопутствует всегда удача, которая дается, благодаря неустанному труду, знаниям и творческой мысли!

Одним из особенных дней в ежегодном календаре является 12 апреля, ибо в этот день произошли события, определившие во многом судьбы и мира, и нашего Казахстана. В этот день в 1899 году родился Каныш Имантаевич Сатпаев, которому, благодаря дарованному природой гению, помноженному на его трудолюбие и претворению в жизнь политики страны Советов по сплошной грамотности и подготовке национальных кадров инженерного корпуса, суждено было сыграть эпохальную роль в создании минерально-сырьевой базы полезных ископаемых мирового уровня в Казахстане. Его титаническая фигура, которая высилась над окружавшими его людьми не только в физическом смысле (он был высокий, широкоплечий красавец-мужчина), но, в первую очередь, как ученого-мыслителя, умевшего предугадать, предусмотреть и решить многие из неизвестных в ту пору задач и проблем разведки недр. Его многогранная личность и врожденная забота о казахской молодежи позволили ему создать в 23 года первый учебник по алгебре для школьников, который не потерял свою значимость и по сей день. Большинство людей сегодня связывают его имя с медными богатствами Жезказгана, но не многие помнят о том, что он со своими коллегами в годы Великой Отечественной войны обеспечил открытием Жездинского марганцевого месторождения производство танковой брони, найдя достойную замену Никопольскому месторождению на Украине, оказавшемуся на оккупированной территории.

Советское правительство, правильно оценив предложение К.И. Сатпаева, создало в Казахстане свою Национальную академию наук, и Каныш Имантаевич стал ее первым Президентом. Вполне закономерно, что впоследствии день рождения Каныша Имантаевича стал и праздничным Днем науки Казахстана.

Мир никогда не забудет, что 12 апреля 1961 г. впервые взлетел в космос человек. Его звали Юрий Гагарин. Гражданин Мира, сын своего народа, он начал этот величественный путь в неизведанное с ракетодрома, расположенного на нашей земле, который теперь известен всем людям планеты под названием Байконур.

Вот таким многоликим, значительным и созидательным апрель месяц входит в нашу жизнь, и значимость этих событий гораздо больше для нашей повседневной жизни, чем пандемия коронавируса, с которой человечество, конечно, справится. Но это событие по своему явится знаковым, потому что оно предупреждает нас, что мы должны сохранять глобальное единство, а не драться за души людей и рынки товара. И думать о собственном здоровье совместно, не разделяясь, а объединяясь.

*Здоровья и счастья, уверенности в завтрашнем дне и творческих успехов,
наши дорогие и уважаемые читатели и коллеги!*



«КАЗЦИНК» ОБЕСПЕЧИВАЕТ БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРСОНАЛА И ОКАЗЫВАЕТ ПОМОЩЬ В ГОРОДАХ ВО ВРЕМЯ РЕЖИМА ЧРЕЗВЫЧАЙНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

В начале марта Всемирная организация здравоохранения объявила пандемию COVID-19 (коронавирусная инфекция). 15 марта Президент Казахстана Касым-Жомарт Токаев установил в республике чрезвычайное положение для того, чтобы исключить распространение болезни.

Компания «Казцинк» на период действия особого режима ввела ряд мер для обеспечения безопасности жизни и здоровья персонала на рабочих местах. Горно-металлургическая организация является самым крупным работодателем в Восточно-Казахстанской области и одним из крупнейших по всей стране. С учетом постоянной работы подрядчиков в подразделениях «Казцинк» трудится около 25000 человек по всему Казахстану. Это накладывает большой уровень ответственности за самочувствие людей в период пандемии.

– Жизнь и здоровье наших сотрудников, членов их семей и всех жителей регионов, где расположены наши производственные подразделения – главный приоритет, – рассказывает исполнительный директор по административным вопросам **Андрей Лазарев**. – Чтобы предупредить появление инфекции среди работников, мы предприняли ряд мер и заранее приобрели необходимые санитарно-гигиенические принадлежности и технику. Все контрольно-пропускные пункты, раздевалки, душевые, санузлы, переговорные и иные помещения особым образом непрерывно дезинфицируются. Повсеместно были установлены безопасные для персонала антибактерицидные лампы, работающие в круглосуточном режиме. Дополнительно установлены дозаторы с санитайзерами. У всех сотрудников измеряется температура при помощи специальных бесконтактных термометров. Допуск на территорию предприятий с показателем выше 37 градусов строгой запрет. Мы стараемся максимально информировать работников о мерах предосторожности и медпомощи.

Подавляющая часть офисных сотрудников переведена на дистанционный режим работы. Персонал на производстве, где процесс непрерывен и не предусматривает удаленной работы, обеспечен всеми необходимыми средствами гигиены. Рамки экспресс-контроля на металлургическом комплексе, где возможны были прикосновения к поверхности алкотестера, отключены. При любых жалобах на симптомы ОРВИ сотрудники могут остаться дома, взять отпуск. Внедрены специальные режимы работы, чтобы утром и вечером сместить с часа пик поездки казцинковцев на общественном транспорте. Прекращено питание в столовых, организована

раздача еды в специальных ланчбоксах. Отменены командировки и очные совещания, любые мероприятия.

Мы отдаем себе отчет, что защитные меры могут вызывать некоторые неудобства, но сегодня каждый должен понимать – противовирусные барьеры введены, в первую очередь, для охраны здоровья и жизни. Дополнительно отметим, что работникам крайне важно использовать дезинфицирующие средства, воздержаться от распространенных форм приветствий и стараться соблюдать дистанцию в один метр, находясь в окружении других людей.



Сотрудникам компании измеряют температуру специальными бесконтактными термометрами



Казцинк установил безопасные антибактерицидные лампы для персонала



Безопасность персонала – главный приоритет компании



Приобретено около 1000 продуктовых наборов для поддержки сотрудников компании

Помимо усиления санитарных мер, использования специального оборудования для измерения температуры и дезинфицирования, а также перевода части сотрудников на дистанционную работу, компания закупила большую партию защитных масок. Их высокое качество предусматривает неоднократное использование.

– Мы приобрели 100000 защитных масок для того, чтобы обезопасить наших сотрудников от распространения инфекции, – отметил исполнительный

директор по административным вопросам ТОО «Казцинк» **Андрей Лазарев**. – В компании трудится около 20000 человек и еще около 5000 сотрудников подрядных организаций – в Восточно-Казахстанской, Карагандинской, Акмолинской областях. Таким образом, каждому достанется по 3-4 маски – мы рассчитываем, что защитными средствами помимо казцинковцев будут пользоваться и члены их семей. Это маски высокого качества и надежности. В «Казцинке» всегда говорят, что здоровье и безопасность персонала – высший приоритет.

Вместе с тем, компания запустила совместный проект с акиматом Усть-Каменогорска в поддержку пожилых и людей с физическими особенностями. 12 миллионов тенге «Казцинк» выделил для оплаты различных услуг централизованной доставки до адресатов. Предполагается, что нуждающиеся смогут воспользоваться сервисом *dyken.kz* (www.dyken.kz) или по телефонам 109, 1331) для оперативной доставки необходимых продуктов. Развоз товаров при помощи данного сервиса – платный, но финансовая поддержка «Казцинка» позволит уделить нуждающимся категориям граждан особое внимание, сделать доставку бесплатной.

Кроме того, во всех населенных пунктах, где расположены подразделения «Казцинка», члены Совета молодежи и другие работники, желающие принять участие в акции, будут бесплатно доставлять продукты, медикаменты, гигиенические товары первой необходимости. Волонтеры купят необходимое в ближайшем магазине и доставят продукты до двери. Рассчитаться за товары можно будет наличными. За помощью смогут обратиться пенсионеры от 65 лет и старше, люди с ограниченными возможностями, родители детей с ограниченными возможностями, ветераны ВОВ, труженики тыла, жители блокадного Ленинграда, работавшие на предприятиях «Казцинка».

– Также мы дополнительно приобрели около 1000 продуктовых наборов, чтобы поддержать некоторых сотрудников, которым сейчас не помешает помощь, – отметил исполнительный директор по административным вопросам ТОО «Казцинк» **Андрей Лазарев**. – Пожилым и людям с особыми потребностями сейчас крайне важно оставаться дома и ограничить все внешние контакты. Поэтому мы тщательно продумали наш продуктовый набор – все товары можно хранить больше месяца.

Материалы предоставлены Управлением по связям с общественностью ТОО «Казцинк»



ПРОГРАММНЫЕ ПРОДУКТЫ МАЙНФРЭЙМ ДЛЯ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ

Одним из современных программных комплексов, предназначенных для автоматизированного планирования, проектирования и сопровождения горных работ на горнодобывающих предприятиях, является ПК Майнфрэйм. Он дает возможность автоматизировать процесс при ведении подземных и открытых горных работ, а также обеспечить решение основных горно-геологических задач за счет специальных программ и систем, созданных в единой графической платформе, и развития на их основе единого геоинформационного пространства.

В состав комплекса **Майнфрэйм** входят 4 системы:

- ✓ Майнфрэйм Геология 8.0;
- ✓ Майнфрэйм Подземные горные работы 8.0;
- ✓ Майнфрэйм Открытые горные работы 8.0;
- ✓ Майнфрэйм Маркшейдерия 8.0.

Каждая из этих систем позволяет автоматизировать рабочие места геолога, горного инженера и маркшейдера. Работа в комплексе может осуществляться как в однопользовательском, так и в многопользовательском режимах. При работе в однопользовательском режиме сервер базы данных и сама база данных физически располагаются на одном компьютере, а в многопользовательском – работают несколько пользователей. Рабочие места связаны сетевыми соединениями с сервером базы данных, и пользователи не имеют непосредственного доступа к ним. Выбор необходимого режима для работы в комплексе осуществляется с помощью утилиты «Обслуживание баз данных», которая позволяет установить необходимые права доступа к базе, указать, в каком режиме будет выполняться ее работа, а также создать новую базу данных.

Решение геологических задач

Система **Майнфрэйм Геология** позволяет автоматизировать операции, выполняемые геологической службой, и обеспечивает работу с различными геологическими объектами, представленными векторными, каркасными и блочными моделями. Дополнением к системе представлен геологический редактор Geotools, который позволяет вести базу данных по бороздovому и скважинному опробованию. База данных в геологическом редакторе также может хранить любые числовые, текстовые, текстурные характеристики, связанные с пробами, что позволяет настраивать редактор на работу с любыми типами данных, встречающимися в практике горных предприятий.

В системе можно строить модели геологических тел любой формы, выполнять передачу данных на разрезы. Разрезы могут создаваться как в интерактивном режиме, так и выбором из списка профилей и разведочных линий. На плоскости разрезов могут отображаться геодезическая и пользовательская координатные сетки. Реализованное множество инструментов в программе позволяет выполнять следующее:

- ввод данных геохимического опробования месторождения. Данные могут быть представлены пробами, полученными в результате скважинного, бороздovого и шламового опробования;
- загрузку данных опробования с выбором необходимых компонентов, фильтрацией по профилям, блокам, типам данных разведки, по геологическим объектам;
- визуализацию моделей проб с использованием цветовой легенды для отображения содержания нескольких

компонентов полезного ископаемого, рудных интервалов, характеристик и типов пород в виде отрезков и гистограммы содержания текущего компонента;

- формирование блочной модели геологического тела с возможностью дополнительного дробления блоков на границах;
- подсчет запасов методом разрезов; расчет содержания компонентов полезного ископаемого методом обратных расстояний, методом ближайшей пробы и с применением процедуры кригинга; расчет статистических параметров опробования;
- формирование геологических разрезов с отображением на них блочной структуры тел; возможность сохранять виды и разрезы, управлять ими через менеджер объектов.

Использование системы **Майнфрэйм Геология** обеспечивает взаимную работу нескольких специалистов разного направления над одним объектом, позволяет инженеру-геологу проанализировать поставленные перед ним задачи и увеличить точность при планировании и проектировании горных работ.

Маркшейдерское обеспечение горных работ

Система **Майнфрэйм Маркшейдерия** предназначена для автоматизации процессов, выполняемых маркшейдерской службой горного предприятия. Особенностью данной системы является наличие модуля «Маркшейдерский редактор». С его помощью можно пополнять каталог точек съемочного маркшейдерского обоснования, помещая их в соответствующие группы, редактировать параметры точек, удалять их из каталога или перемещать в другие группы. Результаты произведенных расчетов в виде моделей отображаются в моделируемом пространстве, что позволяет контролировать вычислительные операции.

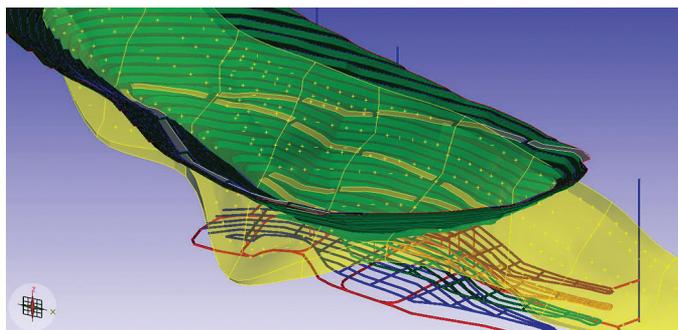
Ключевые функции редактора:

- обработка результатов тахеометрической съемки;
- определение координат точки методом прямой и обратной засечек с оценкой точности и визуализацией результатов расчета;
- расчет и уравнивание нивелирных ходов;
- расчет и уравнивание теодолитного хода с формированием журнала и схемы хода, решение прямой и обратной геодезических задач;
- импорт данных, полученных с электронных тахеометров; импорт координат (X, Y, Z) точек из текстовых файлов в произвольных форматах, настраиваемых пользователем.

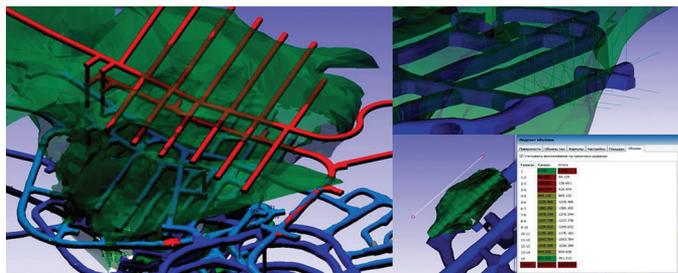
В **Майнфрэйм Маркшейдерия** представлены инструменты для решения маркшейдерских задач при производстве открытых и подземных горных работ.

Ключевые особенности программы при маркшейдерском обеспечении **подземных горных работ (ПГР)**:

- построение подземных выработок по тахеометрической съемке;



Работа в Майнфрэйм Маркшейдерия



Работа в Майнфрэйм ПГР

- моделирование пройденных подземных горных выработок;
- моделирование проходки подземной горной выработки по полученным данным маркшейдерского замера;
- маркшейдерские замеры проходок подземных горных выработок;
- определение объема за календарный период с возможностью выбора выработки за указанный календарный период.

Ключевые особенности программы при маркшейдерском обеспечении **открытых горных работ (ОГР)**:

- корректирование на основе результатов тахеометрической съемки моделей естественных и технологических поверхностей, включая карьеры и штабели горной массы;
- определение объемов полезного ископаемого и вскрышных пород между двумя положениями карьера методом объемной палетки и методом разрезов;
- построение бергштрихов и изолиний равных высотных отметок поверхности;
- построение планов разрезов, чертежей.

Решение технологических задач

Модули Майнфрэйм ПГР и Майнфрэйм ОГР предназначены для автоматизированного решения технологических задач. Системы используют модели горно-геологической обстановки, созданные геологической и маркшейдерской службами для дальнейшего проектирования и планирования горных работ.

Система **Майнфрэйм Открытые горные работы** позволяет решать широкий круг задач:

- проектирование карьеров с заданными параметрами;
- формирование схемы вскрытия и карьерных транспортных коммуникаций;
- проектирование горнотехнических сооружений, в том числе отвалов и складов руды;
- оценка объемных и качественных показателей;

- построение графиков работы оборудования;
- планирование очистной выемки и проходки;
- конструирование траншей, полутраншей и насыпей с подсчетом объемов вынимаемой и насыпаемой горной массы;
- построение моделей выемочных единиц (прирезок) с расчетом их объемных и качественных показателей;
- построение изолиний остаточной мощности рудного тела или пласта;
- построение бергштрихов и изолиний равных высотных отметок поверхности;
- создание отвала;
- набор объемов по шаблону рабочей зоны и получение положения карьера на конец планируемого периода;
- построение моделей взрывных блоков.

Система **Майнфрэйм Подземные горные работы** осуществляет автоматизированное решение технологических задач, выполняемых различными отделами горнодобывающего предприятия при планировании, проектировании и оптимизации подземных горных работ, а также проектировании массовых взрывов и мониторинге сейсмических событий. В системе выполняются следующие задачи:

- моделирование выемочных единиц с расчетом их объемных и качественных показателей;
- параметрическое проектирование подземных горных выработок с сечениями заданной формы;
- подсчет объема и содержания полезного ископаемого в прирезках, блоках и по горизонтам;
- расчет объема за календарный период;
- планирование проходки подземных выработок с расчетом объемов;
- автоматизированное размещение вееров скважин и их редактирование;
- создание моделей взрывных скважин по данным фактического бурения. Создание отрыва моделей взрывных блоков по данным проектного/фактического бурения;
- подготовку технологической документации проекта массового взрыва;
- автоматизированное инженерное обеспечение складочных работ.

Заключение

Основные модули ПК МАЙНФРЭЙМ – каркасное моделирование пространственных тел и поверхностей, подземное моделирование, геостатистика, моделирование блоков, трехмерная графика, календарное планирование, маркшейдерская съемка, проектирование и планирование открытых и подземных горных работ – позволяют оперативно вносить изменения и пополнять графические материалы данными, обеспечивать наглядность и информативность, проектировать и планировать горные работы, быстро выполнять подсчет запасов различными способами, обеспечивать сохранность необходимой информации.

Компания «Кредо-Диалог» предоставляет специалистам временные версии систем МАЙНФРЭЙМ, чтобы они смогли ознакомиться с возможностями комплекса и оценить потенциал в производстве горных работ. Для учебных заведений компания выдает бесплатные учебные комплекты для внедрения ПК в учебный процесс и обучения студентов.

По вопросам приобретения и получения временных версий обращайтесь: market@credo-dialogue.com.

Материал подготовили: *Ломако Л.С.*, горный инженер, *Астапенко Т.С.*, горный инженер
СП «Кредо-Диалог» – ООО (г. Минск, Беларусь)

Код МРНТИ 52.35.29

И.Д. Арыстан¹, А.К. Матаев¹, Р.М. Абдрашев², А. Талиев¹¹Карагандинский государственный технический университет (г. Караганда, Казахстан),²Актюбинский региональный государственный университет (г. Актюбе, Казахстан)

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗУЧЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Аннотация. В работе изложены основные элементы эффективной ресурсосберегающей технологии изучения выходов угольных пластов комплексом геолого-геофизических методов, позволяющей производить необходимый объем исследований с минимально возможными материальными затратами и минимальным экологическим ущербом. Обоснован выбор рационального комплекса геофизических методов с целью картирования выходов угольных пластов в условиях криолитозоны. Технология основана на использовании комплекса наземных геофизических работ, бурения вертикальных скважин, кернового опробования параметрических скважин, ядерно-физического опробования буровых выработок для изучения показателей качества углей, обработке геолого-геофизических данных комплексом специализированных программ с получением конечных материалов.

Ключевые слова: угольный пласт, геофизика, магниторазведка, морфологические характеристики пласта, качественные показатели углей, буровая скважина, ядерно-физический метод, зонд, база данных.

Көмір қабаттарын зерттеу технологиясы

Аңдатпа. Жұмыста ең аз ықтимал материалдық шығындармен және ең аз экологиялық шығындармен қажетті зерттеу кешенін жүргізуге мүмкіндік беретін геологиялық-геофизикалық әдістер кешенімен көмір қабаттарының шығуларын зерттеудің тиімді ресурс үнемдеуші технологиясының негізгі элементтері баяндалған. Криолитозон жағдайында көмір қабаттарының шығуларын карталау мақсатында геофизикалық әдістердің ұтымды кешенін таңдау технология негізінде қарастырылған жер бетіндегі геофизикалық жұмыстар кешенін пайдалану, тік ұңғымаларды бұрғылау, параметрлік ұңғымаларды керндік сынау, көмір сапасының көрсеткіштерін зерттеу үшін бұрғылау қазбаларын ядролық-физикалық сынау, геологиялық-геофизикалық деректерді түпкілікті материалдарды ала отырып, мамандандырылған бағдарламалар кешенімен өңдеу.

Түйінді сөздер: көмір қабаты, геофизика, магниттік барлау, қабаттың морфологиялық сипаттамалары және көмірдің сапалық көрсеткіштері, бұрғылау ұңғымасы, ядролық-физикалық әдіс, зонд, деректер қоры.

Technology for studying coal seams

Abstract. The main elements of an effective resource-saving technology for studying the seams of coal seams are described in a complex of geological and geophysical methods that allows you to produce the necessary set of studies with the lowest possible material costs and minimal environmental damage. The choice of a rational complex of geophysical methods for mapping the seams of coal seams in the permafrost zone is considered as an example. The technology is based on the use of a complex of ground-based geophysical work, drilling vertical wells, core testing of parametric wells, nuclear-physical testing of workings to study coal quality indicators, processing geological geophysical data by a complex of specialized programs with obtaining final materials.

Key words: coal seam, geophysics, magnetic exploration, morphological characteristics of the seam, coal quality indicators, borehole, nuclear physical method, probe, database.

Введение

Тенденция увеличения использования угольных ресурсов в энергетике, которая наметилась к середине девяностых годов двадцатого века, в нынешнем веке укрепилась. Одновременно появилась еще одна тенденция – наряду с разрезами-гигантами годовой производительностью в десятки миллионов тонн угля успешно работают малые угольные разрезы мощностью порядка 0,5-2 миллиона тонн угля в год [1]. Одним из важнейших аспектов разведки угольных месторождений под открытую разработку являются поисковые и разведочные работы по выходам угольных пластов: локализация выхода угольного пласта под рыхлые отложения и изучение геометрических и качественных показателей углей. Традиционно практикуемые методы изучения выходов угольных пластов – проходка канав буровзрывным способом и бороздовое опробование – в геологических и климатических условиях Якутии зачастую оказываются малоэффективными [2].

Методы исследования

Недостовверная предварительная локализация выхода угольных пластов существенно увеличивает объемы последующих горных и буровых работ на выходах угольных пластов, что неблагоприятно сказывается как на экономической эффективности

геологоразведочных работ (ГРП), так и на экологической обстановке в районе их ведения.

Выбор рационального комплекса геофизических методов с целью картирования выходов угольных пластов в условиях криолитозоны рассмотрен на примере Сыллахского каменноугольного месторождения, расположенного в условиях развития комплекса многолетнемерзлых горных пород¹. Надежное решение задачи локализации выхода угольного пласта под наносы для электроразведочных методов возможно, если мощность покровных отложений не превышает мощности пластов более чем в 5-7 раз для высокоомных наносов и в 2-5 раз для низкоомных². Мощность покровных отложений на Сыллахском месторождении составляет в среднем 2 м, мощность угольных пластов на выходах³ – от 2 м до 20 м, следовательно, исходные условия благоприятствуют постановке поискового комплекса электроразведочных методов [3].

При определении комплекса методов учитываются следующие параметры: стоимость работ; предполагаемая эффективность; оперативность обработки данных; возможность приближенного определения элементов залегания пласта; учет развития островной многолетней мерзлоты в пределах участков работ¹.

¹Баузбаев М.Б., Абдрашев Р.М., Матаев А.К. Тау-кен қазбаларын өту және бекіту технологиялары. / Интеллектуальная собственность, 2020 (11 наурыз). – №8706.

²Hoek E., Carter T.G., Diederichs M.S. (2013). Quantification of the Geological Strength Index chart. – ARMA 13-672.

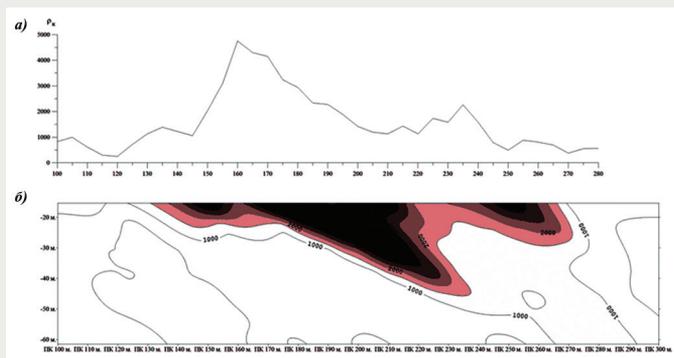


Рис. 1. Схема изучения выхода угольного пласта под рыхлые отложения.

Сурет 1. Борпылдақ шөгінділер астындағы көмір қабатының шығуын зерттеу схемасы.

Figure 1. The scheme for studying the output of a coal seam under loose deposits.

Низкая достоверность установления выхода угольных пластов приводит к возрастанию объемов поискового бурения [4]. Для определения оптимального комплекса наземных геофизических работ, позволяющего локализовать выход угольного пласта с высокой степенью достоверности, необходимо рассмотреть помехообразующие факторы и методы их преодоления. Основной помехой при поисках выходов угольных пластов под рыхлые отложения в криолитозоне комплексом наземных электроразведочных методов является развитие многолетнемерзлых пород⁴.

Сформулировать проблему, возникшую при геофизических исследованиях на Сыллахском месторождении, можно следующим образом: в комплекс электроразведочных методов, используемый для поиска выхода угольных пластов, необходимо ввести метод, действие которого основано на физических свойствах, не изменяющихся в результате проморозки – оттайки⁵.

Для условий Сыллахского месторождения основным выбран метод дипольного электрического профилирования (ДЭП); для отбраковки возможных аномалий, обусловленных изверженными породами и областями развития многолетней мерзлоты, предусматривается профильная магниторазведка. Для уточнения условий залегания угольного пласта и приближенного определения элементов залегания предусматривается проведение работ методом дипольного осевого зондирования (ДОЗ)⁶.

Первый этап изучения – локализация выхода угольного пласта под рыхлые отложения комплексом наземных геофизических методов – дипольное электрическое профилирование, дипольное электрическое зондирование и наземная магниторазведка (рис. 1а). Локализованный геофизическими методами

выход угольного пласта необходимо вскрыть для изучения морфологических характеристик пласта и качественных показателей углей [5].

Традиционные горные выработки – канавы, проходка которых с помощью буровзрывных работ необходима при традиционной методике, предлагается заменить кустовым бурением мелких вертикальных скважин первой группы (до 25 м). Для уверенного выделения элементов залегания пласта на одном кусту проходятся три скважины (рис. 1б). Замена канав вертикальными скважинами стала второй составляющей новой технологии. Следующее звено технологической цепочки – ядерно-физическое опробование угольных скважин [4].

Сущность методики:

- изучение разреза угольной скважины производится сокращенным комплексом ядерно-физических методов;
- для минимизации влияния промежуточной зоны изучаемые скважины обсаживаются дюралюминиевыми калиброванными трубами;
- опробование производится поточно с экспозицией в точке 10 с и шагом от 4 см до 12 см в зависимости от типа зонда.

Особенностью применяемого комплекса ядерно-физического опробования (ЯФО) является прежде всего применение варианта селективного гамма-гамма метода (рис. 2). В зонде применяется источник – бета-излучатель Sr90 в сборке со свинцовой мишенью. По спектру излучения сборка имитирует спектр изотопа Tl204, применение которого при изучении разреза угольных скважин описал В.И. Уткин [5]. Зонд работает в 4 π -геометрии диффузного рассеяния и рассчитан на опробование обсаженных дюралевыми трубами скважин. Достоинством зонда является высокая воспроизводимость результатов, как следствие хорошей представительности замера в точке опробования. К достоинствам относятся и малая длина зонда (8 см), и получаемая в результате высокая разрешающая способность метода. Зонд сконструирован на основе скважинного радиометра РСР в комплексе со счетчиком импульсов СИП-1М.

Вспомогательные методы ЯФО – гамма-гамма опробование плотностное и нейтрон-нейтронное с использованием стандартной аппаратуры⁷ ППГР-1 и ВПГР-1. Данные гамма-гамма опробования селективного, плотностного и нейтрон-нейтронного регистрируются в цифровом виде (интенсивность счета в точке опробования) в портативном персональном компьютере.

Изначальная регистрация данных ЯФО в цифровом виде явилась предпосылкой для создания ряда специализированных программ для работы с массивами данных ядерно-физического и кернового опробования и их статистической обработки⁸.

³Бетон и железобетонные изделия. / ГОСТ 310.05-80. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 288 с.

⁴Арыстан И.Д., Баизбаев М.Б., Абдрашев Р.М., Матаев А.К. / Тау-кен қазбаларын өту және бекіту технологиялары: монография. – Ақтобе: АРГУ им. К. Жубанова, 2019. – 99 с. ISBN 978-601-7818-21-0.

⁵Bieniawski Z.T. *Engineering Rock Mass Classifications*. // John Wiley. – 1989. – 251 p.

⁶Пономарев А.Б., Винников Ю.Л. *Подземное строительство: учебное пособие*. – Пермь: Издательство Пермь. / Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2014. – 262 с.

⁷Подземные горные работы (Госстрой СССР). / СНиП II-94-80. – М.: Стройиздат, 1982. – 76 с.

⁸Нагрузки и воздействия. / СНиП 2.01.07-85*. // ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко Госстроя СССР. – М.: ГУП ЦППС, 2003. – 61 с.

Комплекс программ включает:

- макросы первичной обработки данных (создание заголовка массива данных по скважине, вычисление погрешности рабочего и основного контроля, подготовка массива к графопостроению);
- база данных ЯФО, кернового опробования и сопутствующей информации, созданная на основе СУБД MS Access 97;
- программы статистической обработки геолого-геофизических данных, позволяющие определять корреляционные зависимости данных ЯФО и кернового опробования;
- ряд макросов, позволяющих производить оперативную обработку данных ЯФО и визуализировать результаты этой обработки в виде гистограмм зольности (по данным ЯФО и данным кернового опробования) по пластосечению.

Заключение

Таким образом, технологическая цепочка поисков и разведки выхода угольных пластов включает:

- комплекс наземных геофизических работ;
- бурение вертикальных скважин первой группы;
- керновое опробование параметрических скважин;
- ядерно-физическое опробование всех буровых выработок;
- обработку геолого-геофизических данных комплексом специализированных программ с получением материалов, соответствующих инструктивным требованиям.

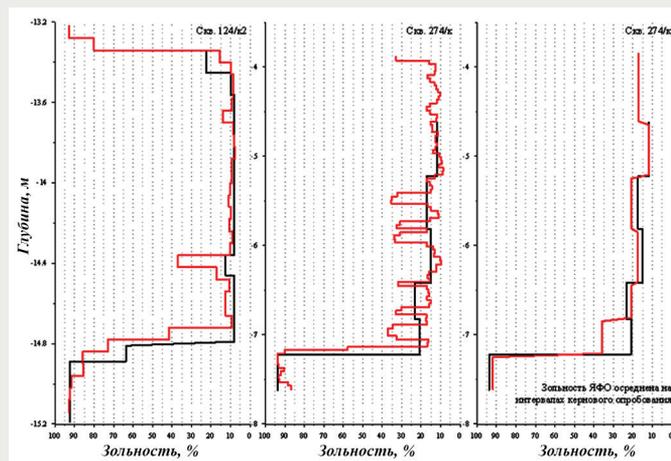


Рис. 2. Гистограммы зольности углей по данным кернового и ядерно-физического опробования. Сурет 2. Керн және ядролық-физикалық сынау деректері бойынша көмірдің күлдігі гистограммасы. Figure 2. Histograms of coal ash content based on core and nuclear physical testing data.

На рис. 2. приведены гистограммы зольности углей, построенные по данным кернового опробования и по данным ядерно-физического опробования – высокая сходимость результатов дает возможность замены кернового бурения бескерновым с определением показателей качества углей ядерно-физическими методами в естественном залегании.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Демин В.Ф., Исабек Т.К., Демина Т.В., Баймульдин М.М. и др. Компьютерное моделирование напряженного состояния приконтурных пород вокруг выработок (тезисы). // Труды Международного симпозиума «Информационно-коммуникационные технологии в индустрии, образовании и науке». – 2012. – Ч. 3. – С. 109-111.
2. Каратаев А.Д., Демин В.Ф., Стефлюк Ю.Ю. Оценка влияния горно-технологических факторов и схемы работы анкера на эффективность применения анкерного крепления в выемочных выработках. // Труды университета. – 2014. – №1. – С. 43-46.
3. Арыстан И.Д., Абеуов Е.А., Абдрашев Р.М., Матаев А.К. Крепление горизонтальных горных выработок в условиях шахт Донского ГОКа. // VIII международная научно-практическая конференция «современные тенденции и инновации в науке и производстве». – Кемерово: КузГТУ, 2019 (03-04 апреля). – С. 126.1-126.7.
4. Алиев С.Б., Демин В.Ф., Яворский В.В., Демина Т.В. Установление параметров анкерного крепления в зависимости от горно-технологических условий эксплуатации выработок. // Уголь. – 2013. – №1. – С. 69-72.
5. Арыстан И.Д., Абдрашев Р.М., Кабиева Д.А., Матаев А.К. Разработка методики крепи горных выработок со слабыми породами кровли на примере рудника Восход-Oriel. // Горный журнал Казахстана. – Алматы. – 2019. – №3(167). – С. 30-33.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Демин В.Ф., Исабек Т.К., Демина Т.В., Баймульдин М.М. және т. б. Қазбалар айналасындағы контур жыныстарының кернеулі күйін компьютерлік модельдеу (тезистер). «Индустриядағы, білімдегі және ғылымдағы ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» атты халықаралық симпозиумның еңбектері. – 2012. – 3 бөлім. – Б. 109-111.
2. Каратаев А.Д., Демин В.Ф., Стефлюк Ю.Ю. Тау-кен технологиялық факторларының және анкер жұмысының схемасының кен алу қазбаларында анкерлік бекітпені қолданудың тиімділігіне әсерін бағалау. // Университет еңбектері. – 2014. – №1. – Б. 43-46.
3. Арыстан И.Д., Абеуов Е.А., Абдрашев Р.М., Матаев А.К. Дон ТБК шахталары жағдайында көлденең тау-кен қазбаларын бекіту «Ғылым мен өндірістегі заманауи

үрдістер мен инновациялар» VIII Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы – Кемерово: КузГТУ, 2019 (03-04 сәуір). – Б. 126.1-126.7.

4. Алиев С.Б., Демин В.Ф., Яворский В.В., Демина Т.В. Қазбаларды пайдаланудың тау-кен-технологиялық жағдайларына байланысты анкерлік бекіту параметрлерін белгілеу (мақала). «Көмір». – 2013. – № 1. – Б. 69-72.
5. Арыстан И.Д., Абдрашев Р.М., Кабиева Д.А., Матаев А.К. Восход-Oriel кенішінің мысалында жабындысы әлсіз тау жыныстары бар кен қазбаларын бекіту әдістемесін әзірлеу. // Қазақстанның тау-кен журналы. – Алматы. – 2019. – №3(167). – Б. 30-33.

REFERENCE

1. Demin V.F., Izabek T.K., Demina T.V., Baymuldin M.M. and others. Computer modeling of the stress state of marginal rock mass around mine workings (abstract). // Proceedings of the International Symposium «Information and communication technologies in industry, education and science». – 2012. – Part 3. – P. 109-111.
2. Karataev A.D., Demin V.F., Steflyuk Yu.Yu. and others. Assessment of the influence of mining and technological factors and the scheme of the anchor operation on the effectiveness of anchor fastening in excavation workings. // Proceedings of the University. – 2014. – №1. – P. 43-46.
3. Arystan I.D., Abeuov E.A., Abdrashev R.M., Mataev A.K. Fixing horizontal mine workings in the conditions of mines of the Don Mining and Processing Plant. // VIII International scientific and practical conference «Modern trends and innovations in science and production». – Kemerovo: KuzSTU, 2019 (03-04 April). – P. 126.1-126.7.
4. Aliev S.B., Demin V.F., Yavorsky V.V., Demina T.V. Setting the parameters of anchor anchorage depending on the mining and technological conditions of exploitation of workings (article). // Coal. – 2013. – №1. – P. 69-72.
5. Arystan I.D., Abdrashev R.M., Mataev A.K., Kabieva D.A. Development of a technique for supporting mine workings with weak roof rocks using the example of the Voskhod-Oriel mine. // Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty. – 2019. – №3(167). – P. 30-33.

Сведения об авторах:

Арыстан И.Д., канд. техн. наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), arystan.39@mail.ru

Матаев А.К., магистр техн. наук, PhD докторант, преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), mataev.azamat@mail.ru

Абдрашев Р.М., магистр техн. наук, преподаватель кафедры «Металлургия и горное дело» Актюбинского регионального государственного университета им. К. Жубанова (г. Актөбе, Казахстан), abdrashev@mail.ru

Талиев А.Б., магистрант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), talyev@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Арыстан И.Д., техника ғылымдарының кандидаты, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасы Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті профессоры (Қарағанды қ., Қазақстан), arystan.39@mail.ru

Матаев А.К., техника ғылымдарының магистрі, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасы Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті PhD докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан), mataev.azamat@mail.ru

Абдрашев Р.М., техника ғылымдарының магистрі, «Металлургия және тау-кен ісі» кафедрасы Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті оқытушысы (Ақтөбе қ., Қазақстан), abdrashev@mail.ru

Талиев А.Б., «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасы Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан), talyev@mail.ru

Information about the authors:

Arystan I.D., Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department «Development of Mineral Deposits» at the Karaganda State Technical University (Karaganda, Kazakhstan), arystan.39@mail.ru

Mataev A.K., Master of Technical Science, PhD Student, Teacher of the Department «Development of Mineral Deposits» at the Karaganda State Technical University (Karaganda, Kazakhstan), mataev.azamat@mail.ru

Abdrashev R.M., Master of Technical Science, Teacher of the Department of Metallurgy and Mining at the Aktobe Regional State University named after K. Zhubanov (Aktobe, Kazakhstan), abdrashev@mail.ru

Taliev A.B., Master's Student of the Department «Development of Mineral Deposits» at the Karaganda State Technical University (Karaganda, Kazakhstan), talyev@mail.ru

Код МРНТИ 31.15.27

А.К. Абишева, А.А. Мельдешов, Г.С. Муташева, Ж.А. Онгарбаева

Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (г. Алматы, Казахстан)

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ХИМИЧЕСКИ СТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Аннотация. Проведены исследования технологии получения газопроницаемой и плотной оксидной керамики для условий агрессивных сред и резких термических ударов, создаваемых в различных узлах плазменной установки, металлургических и химических агрегатах. В процессе испытания различных комбинаций керамических изделий показано, что для снятия напряжений, возникающих при нагреве изделий плазмой, необходимо применение релаксаторов напряжений. В процессе испытания комбинированной керамики выявлено, что в основном трещины появляются в перфорированных огнеупорах, для которых характерна более плотная структура с канальными порами (пористость 18%). На них образуется 3-4 поперечные сквозные трещины, изделия при этом сохраняют свою форму и не рассыпаются.

Ключевые слова: газопроницаемая оксидная керамика, слоистые гранулы, стойкие огнеупоры, состав керамических изделий, реагенты, гранулы, компоненты, изделия, стойкость, агрегаты.

Жоғары температуралы химиялық төзімді материалдар

Анатпа. Металлургиялық және химиялық агрегаттардағы плазмалық қондырғының түрлі түйіндерінде пайда болатын агрессивті орта және термиялық соққы жағдайларына газ өтетін және тығыз оксидті керамика алу технологиясына зерттеулер жүргізілген. Керамика бұйымдарын түрлі комбинацияда сынау процесінде бұйымдарды плазма әсерінен қыздыру кезінде туындайтын кернеуді тоқтату үшін кернеу релаксаторларын қолдану қажеттігі көрсетілген. Аралас керамиканы сынау процесінде сызаттар негізінен каналды саңылаулары (кеуектілік 18%) бар тығыз құрылымды тесілген отқа төзімді материалдарда пайда болады. Оларда 3-4 көлденең өтпе сызаттар пайда болады, бұл кезде бұйымдар өз пішінін сақтайды.

Түйінді сөздер: газ өткізетін оксидті керамика, қабатты түйіршіктер, тұрақты отқа төзімді материалдар, керамикалық бұйым құрамы, реагенттер, түйіршіктер.

High temperature chemically proof materials

Abstract. Studies have been carried out on the technology of obtaining gas-resistant and dense oxide ceramics for the conditions of aggressive environments and sharp thermal impacts created in various nodes of plasma installation, metallurgical and chemical units. In the process of testing different combinations of ceramic products, it is shown that the use of stress relaxers is necessary to relieve the stresses of plasma when heating products. The technology is based on the use of layered pellets obtained by applying fine-dispersed active material on grainy components of the shih. Using them allows to get uniform gas resistance, to increase the strength and stability of the structure products from the appearance of cracks and destruction of ceramics. It has been established that voltage relaxers and the pairing of structure and composition with their shape contribute to the increase in the durability of products. Ceramics of magnesium oxides, spinels and corundum were used as electrical insulation and chemically resistant materials. Structural, strength properties, composition of ceramic products and current processes in a long-term test in the flow of plasma and reagents were investigated.

Key words: gas-tight oxide ceramics, layered pellets, persistent fire retardants, ceramic composition, components, products, durability, aggregates, granular components, lining.

Введение

Развитие высокотемпературной техники, создание эффективных плазموхимических, плазмометаллургических установок и других агрегатов невозможно без применения стойких огнеупорных материалов. Для их производства могут быть использованы различные высокоогнеупорные керамические соединения.

Технология получения газопроницаемой и плотной оксидной керамики разрабатывалась для условий агрессивных сред и резких термических ударов, создаваемых в различных узлах плазменной установки металлургических и химических агрегатов.

В основе технологии лежит использование слоистых гранул, получаемых путем нанесения тонкодисперсного активного материала^{1, 2} на зернистые компоненты шихты. Их использование позволяет получать равномерную газопроницаемость, повышать прочность и устойчивость изделий к появлению трещин и разрушению керамики. Установлено, что повышению стойкости изделий способствуют релаксаторы напряжения и сопряжение структуры и состава с их формой. В качестве электроизоляционных и химически стойких материалов использовалась керамика из оксидов магния, шпинели и корунда. Исследованы структурные,

прочностные свойства, состав керамических изделий и процессы, происходящие при длительном испытании в потоке плазмы и реагентов.

Опыт использования керамических материалов в плазменных устройствах^{3, 4} показывает, что на основе оксида магния можно получать изделия высшей огнеупорности с высокими показателями термической стойкости. Их устойчивость в опытных стендовых установках во многом зависит от текстуры изделий, определяющей теплопроводность и газопроницаемость футеровок [1, 3, 4, 5, 6].

Методы исследования

В настоящей работе описаны результаты исследования пористой огнеупорной керамики, полученной из слоистых гранул по способу, указанному в работе [2]. Для активации процессов спекания материала использовались порошки, полученные методом термической активации при разложении солей магния^{1, 2}. Разработанные газопроницаемые изделия были исследованы после испытания в плазменной установке. Пористая огнеупорная керамика, изготовленная из слоистых гранул, приготовлена из чистых материалов на основе оксида магния, магниезиальной шпинели и корунда. Для сравнения были изготовлены

¹Стрелов К.К., Кащеев И.Д. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. – М.: Металлургия, 1996. – 605 с.

²Кащеев И.Д. Химическая технология огнеупоров. – М.: Интернет Инжиниринг, 2007. – 752 с.

³Зубаков С.М. Минералообразование в хромомagneзитовых огнеупорах. – Алма-Ата: АНКазССР, 1960. – 104 с.

⁴Абишева А.К. и др. Удостоверение автора №98873: Огнеупорная масса. Полезная модель. – 08.07.2016. – 2 с.

Таблица 1

Составы шихт из слоистых и сплошных гранул

Кесте 1

Қабатты және тұтас түйірішкітерден тұратын шихта құрамы

Table 1

Cosstavs of layered and solid pellets

Индекс изделий	Слоистые гранулы		Коэффициент газопроницаемости наноперм (НПМ)
	сердцевина гранулы	внешний слой гранулы	
А-14	корунд	активированный оксид алюминия	92
Г-14	корунд	активированный оксид алюминия	78
Ж-Г	корунд	активированный оксид алюминия	37
К-Г	корунд	активированный оксид алюминия	20
А-13	шпинель	активированная шпинель	40
В-13	шпинель	активированная шпинель	25
С-13	шпинель	активированная шпинель	12
Г-13	шпинель	активированная шпинель	10
Д-14	периклаз	оксид магния	35
Р-14	периклаз	оксид магния	27
У-2	периклаз	оксид магния	16
Ц-2	периклаз	оксид магния	4
А-13	корунд	сплошные гранулы	78
Г-13	корунд	сплошные гранулы	40
Ж-1	корунд	сплошные гранулы	35
К-1	корунд	сплошные гранулы	82
Н-13	периклаз	сплошные гранулы	82
У-1	периклаз	сплошные гранулы	16
Ц-1	периклаз	сплошные гранулы	7,0

массы из сплошных гранул – материал получен дроблением исходных продуктов.

Шихты готовили из 90-95% зернистой составляющей фракции от 0,12 мм до 2 мм и 5-10% тонкодисперсного материала того же состава, что и наружный слой гранул. В табл. 1 приведены составы шихт из слоистых и сплошных гранул.

Изделия прессовали и обжигали при температуре 1700°С. Поскольку в плазменных установках изделия подвергаются значительной эрозии, внутренняя поверхность была упрочнена тонкими высокоплотными прослойками из того же состава, что и вся масса огнеупора.

Испытания предусматривали оценку поведения пористых огнеупоров при резком нагреве ($T = 40$ град/с) и температуре потока внутри канала (выше 3000°С) при вдуве водорода или воздуха через поверхность материала, контактирующую с потоком плазмы.

Размер испытываемых изделий изменялся в зависимости от мощности плазмотрона. Длительность проводимых испытаний составляла от 15 мин до 52 ч, расход водорода или воздуха от 3 м³/ч до 160 м³/ч.

Испытания огнеупоров проводили в несколько этапов. На первом этапе пористые изделия устанавливали на выходе из плазмотрона на аноде, на следующих этапах использовали в качестве межэлектродных вставок.

Результаты

Испытания показали, что при установке исследуемых объектов на аноде стойкость пористых изделий определяется равномерностью газовой проницаемости, структурой и температурой плавления материала. Отмечено, что периклазовые материалы, обладающие высокой температурой плавления и низкой газопроницаемостью, в процессе испытания не оплавливались. Стойкость корундовой керамики, обладающей пониженной температурой плавления, определяется расходом газа и газопроницаемостью керамики, степень разрушения ее тем выше, чем ниже газопроницаемость изделий.

Изделия из сплошных гранул крупнозернистой структуры, независимо от состава, после испытания теряют прочность и осыпаются. Стойкость их повышается при увеличении газопроницаемости до 80 НПМ и степени расхода вдуваемого газа (табл. 1).

Обсуждение результатов

В изделиях из сплошных гранул мелкозернистой структуры с низкой газопроницаемостью (7-30 НПМ) после испытания наблюдается появление поперечных трещин и оплавление ее поверхности. Эти испытания определили, что наиболее стойкими являются периклазовые пористые огнеупоры, изготовленные из слоистых гранул в определенном соотношении со сплошными зернами.

Таблица 2

Состав и свойства пористых огнеупоров

Кесте 2

Кеукті отқатөзімділер қасиеттері мен құрамы

Table 2

Composition and properties of porous fire retardants

Индекс изделия	Вещество и тип изделий	Коэффициент газопроницаемости
У-118	периклаз, сплошные	20
С-137	шпинель, стоистые гранулы	15
В-136	шпинель, стоистые гранулы	25
Р-1410	периклаз, стоистые гранулы	30

Таблица 3

Состав и свойства испытываемых огнеупоров

Кесте 3

Сынайтын отқатөзімділер қасиеттері мен құрамы

Table 3

Composition and properties of fire retardants experienced

Номер шихты	Материал слоистых гранул	Коэффициент газопроницаемости	Открытая пористость, %	Предел прочности при сжатии, Н/мм ²
<i>Газопроницаемые</i>				
6	шпинель	250	48	12
10	периклаз	320	50	3,5
<i>Перфорированные</i>				
27	периклаз	–	18	45

Испытание огнеупоров на следующих этапах отличались более жесткими условиями. Огнеупор устанавливали в межэлектродном промежутке. Расход воздуха составлял от 3 м³/ч до 160 м³/ч. Типы испытанных материалов показаны в табл. 2.

Испытания этих изделий показали, что в процессе работы плазмотрона на них появляются радиальные трещины. Причиной их образования являются высокие и резкие термические нагрузки, связанные с быстрым разогревом внутренней поверхности изделий и недостаточным ее теплоотводом. Было установлено, что микротрещины, образующиеся в ходе испытаний на изделиях, влияли на режим работы плазмотрона, ускоряя износ керамических элементов. Связано это было с отклонением дугового шнура и касанием его с поверхностью материала.

Эти испытания, как и предыдущие, подтвердили, что наиболее перспективными являются изделия, изготовленные из смеси слоистых и сплошных гранул, что позволяет равномерно распределить пористость, газопроницаемость, повысить термостойкость и увеличить ресурс службы материала.

Проведенные испытания показали возможность использования пористой огнеупорной керамики в качестве межэлектродных вставок плазмотрона. Их использование позволяет повысить удельную мощность приблизительно в 1,5-2 раза при уменьшенных габаритах, а также обезопасить процесс его использования.

Исследование микроструктуры испытанных изделий показало, что в периклазовой равномерно газопроницаемой керамике поверхность не оплавляется, но происходит медленное испарение оксида магния. На контакте слоистых гранул поры сфероидизируются, а в самом ядре появляются крупные поры с параллельной ориентацией в направлении движения плазменного потока. Восстановления оксида магния не происходит. В шпинельной пористой огнеупорной керамике при испытании размеры кристаллов увеличиваются с 10-60 мкм до 300 мкм, а поры уменьшаются с 15-90 мкм до 1-40 мкм и приобретают форму сфер.

При снижении расхода вдуваемого газа поверхность шпинельной керамики оплавляется, образуя тонкую корочку толщиной 10-23 мкм. Поры концентрируются в приграничном слое между ядром и слоем. Слоистые гранулы сближаются и канальные поры уменьшаются до 30 мкм. Восстановление шпинели не обнаружено.

В изделиях из сплошных гранул периклаза структура характеризуется разобщенностью зерен, малым количеством контактов между ними; при испытании происходит выкрашивание зерен, и поверхность приобретает шероховатость. Плотность зерен уменьшается, пористость увеличивается в виду испарения оксида магния.

Испытано несколько изделий из шпинели в среде хлорорганических веществ. Испытания показали, что при недостаточном расходе газа и низкой

газопроницаемости изделий хлорорганические вещества конденсируются в канале стенки плазмотрона, приводя к разрушению керамики.

В промышленной установке испытаны газопроницаемые огнеупоры из слоистых гранул периклазового и шпинельного состава, а также периклазовые перфорированные изделия (табл. 3).

Из набора газопроницаемых и перфорированных изделий комплектовали межэлектродные вставки общей высотой 62-115 мм. Для снятия напряжений, возникающих при нагреве изделий плазмой, применяли конструктивные релаксаторы напряжений. Через межэлектродные вставки плазмотрона вдувался рабочий газ – водород, воздух, азот. Последние служили в качестве плазмообразующего газа. Продолжительность пусков плазмотрона более 40 ч, ток дуги плазмотрона составлял 300 А, напряжение – 480 В.

Испытывались газопроницаемые, перфорированные и комбинированные межэлектродные вставки. Особый интерес представляла комбинированная керамика.

Заключение

В процессе испытания комбинированной керамики выявлено, что в основном трещины появляются в перфорированных огнеупорах, для которых характерна более плотная структура с канальными порами (пористость 18%). На них образуются 3-4 поперечные

сквозные трещины, изделия при этом сохраняют свою форму и не рассыпаются. В верхней части комбинированных изделий, состоящих из газопроницаемых огнеупоров, при испытании не отмечено признаков появления трещин. Однако после разборки плазмотрона были выявлены небольшие трещины в изделиях, изготовленных из сплошных гранул. У изделий из шпинели также наблюдалась потеря прочности с 20 Н/мм² до 3-5 Н/мм², хотя видимых трещин обнаружено не было. Последнее можно связать с процессом равномерного ослабления межзерновой связи, отрывом зерен друг от друга по всему объему материала.

Микроскопическое исследование испытанных огнеупоров показало, что в их структуре нет четкого разграничения на переходную, малоизмененную или рабочую зоны, связано это с достаточно интенсивным охлаждением поверхности канала.

Выводы

На основе проведенных исследований, анализа структуры и свойств газопроницаемых изделий была скорректирована технология получения керамики.

Конструктивная периклазовая и шпинельная керамика, установленная на ресурсные испытания в воздушном плазмотроне, показала возможность замены металлических водоохлаждаемых межэлектродных вставок на газопроницаемые и комбинированные виды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анциферова И.В., Кульметьева В.Б. и др. Механическая активация ультрадисперсных порошков оксида алюминия и свойства корундовой керамики. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2008. – №1. – С. 29-33.
2. Абишева А.К. и др. Исследование прочности периклазовых образцов с кислотами и их солями для получения высокотемпературных материалов. // Труды III Международной межвузовской научно-практической конференции-конкурса научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения». – Бишкек, 2015 (19-20 мая). – №2(9). – С. 175-177.
3. Прохоров И.Ю., Акимов Г.Я. Технология и перспективы катодных электролитов на основе бета-глинозема. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2008. – №1. – С. 17-21.
4. Луханин М.В., Аввакумов Е.Г. и др. Влияние природы алюминийсодержащего соединения и механической активации на синтез муллита на основе каолина. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2006. – №2. – С. 61-64.
5. Седмале Г.П., Хмелев А.В., Шнерберг И.Э. Влияние дисперсности керамических порошков на свойства муллито-ZrO₂ керамики. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2010. – №2. – С. 41-45.
6. Косенко Н.Ф., Филатов Н.В. Кинетика разложения доломита в микроволновом поле. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2010. – №3. – С. 31-34.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Анциферова И.В., Кульметьева В.Б. и др. Ультрадисперсті алюминий оксиді ұнтақтары мен корунд керамикасының механикалық активациясы. // Отқатөзімділер және техникалық керамика. – 2008. – №1. – Б. 29-33.
2. Абишева А.К. и др. Периклаз үлгілерінің қышқылдармен және тұздармен алынған жоғары температураға төзімді материалдар беріктігін зерттеу. // III Халықаралық ЖОО-аралық ғылыми-практикалық конференция-курс ғылыми баяндамалар студенттер мен жас ғалымдардың «Инновациялық технологиялар мен озық шешімдер» еңбектері. – Бишкек, 2015 (19-20 мая). – №2(9). – С. 175-177.
3. Прохоров И.Ю., Акимов Г.Я. Бета-глинозем негізіндегі катодты электролиттер технологиясы мен болашағы. // Отқатөзімділер және техникалық керамика. – 2008. – №1. – Б. 17-21.

4. Луханин М.В., Аввакумов Е.Г. и др. Каолин негізіндегі муллит синтезіне алюминий құрамды қосылыстар табиғаты мен механикалық белсендендірудің әсері. // *Отқатөзімділер және техникалық керамика.* – 2006. – №2. – Б. 61-64.
5. Седмале Г.П., Хмелев А.В., Шнерберг И.Э. Керамикалық ұнтақ дисперстілігінің муллит- ZrO_2 қасиеттеріне әсері. // *Отқа төзімділер және техникалық керамика.* – 2010. – №2. – Б. 41-45.
6. Косенко Н.Ф., Филатов Н.В. Микротолқынды өрісте доломиттің ыдырау кинетикасы. // *Отқа төзімділер және техникалық керамика.* – 2010. – №3. – Б. 31-34.

REFERENCES

1. Kulmitieva V.B., et al. Mechanical activation, ultra-dispersive aluminium oxide powders and corundum ceramic properties. // *Fireproofs and technical ceramics.* – 2008. – №1. – P. 29-33.
2. Abisheva A.K., et al. Strength study of periclase samples with acid and their salts to produce high temperature materials. // *Processings III International inter-university scientific and practical conference-competition scientific reports of students and young scientists «Innovative technologies and advanced solutions».* – Bishkek, 2015 (May 19-20). – №2(9). – P. 175-177.
3. Prokhorov I.Y., Akimov G.Y. Technology and prospects of cathode electrolytes based on beta-alumina. // *Fireproofs and technical ceramics.* – 2008. – №1. – P. 17-21.
4. Luhanin M.V., Avvakumov E.G., et al. The influence of the nature of aluminium-containing compound and mechanical activation on the synthesis of mullite based on kaolin. // *Fireproofs and technical ceramics.* – 2006. – №2. – P. 61-64.
5. Sedmale G.P., Khmelev A.V., Schnerberg I.E. Effect of the dispersal of ceramic powders on the properties of mullite- ZrO_2 ceramics. // *Fireproofs and technical ceramics.* – 2010. – №2. – P. 41-45.
6. Kosenko N.F., Filatov N.V. Kinetics of dolomite decomposition in the microwave field. // *Fireproofs and technical ceramics.* – 2010. – №3. – P. 31-34.

Сведения об авторах:

Абишева А.К., канд. хим. наук, доцент, ассистент-профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (г. Алматы, Казахстан), abisheva.ak@mail.ru
Мельдешов А.А., д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и экология» Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (г. Алматы, Казахстан), a.meldeshov@mail.ru
Муташева Г.С., канд. техн. наук, ассистент-профессор, кафедра «Безопасность жизнедеятельности и экология» Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (г. Алматы, Казахстан), mutasheva@mail.ru
Оңгарбаева Ж.А., магистр естественных наук, ассистент-преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология» Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева (г. Алматы, Казахстан), jadira_555@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Абишева А.К., химия ғылымдарының кандидаты, доцент, ассистент-профессор, «Өмір тіршілік қауіпсіздігі және экология» кафедрасы, М. Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы (Алматы қ., Қазақстан), abisheva.ak@mail.ru
Мельдешов А.Ә., химия ғылымдарының докторы, профессор, «Өмір тіршілік қауіпсіздігі және экология» кафедрасы менгерушісі, М. Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы (Алматы қ., Қазақстан), a.meldeshov@mail.ru
Муташева Г.С., техника ғылымдарының кандидаты, ассистент-профессор «Өмір тіршілік қауіпсіздігі және экология» кафедрасы, М. Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы (Алматы қ., Қазақстан), mutasheva@mail.ru
Оңгарбаева Ж.А., жаратылыстану ғылымдарының магистрі, ассистент-оқытушы «Өмір тіршілік қауіпсіздігі және экология» кафедрасы, М. Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы (Алматы қ., Қазақстан), jadira_555@mail.ru

Information about the authors:

Abisheva A.K., PhD in Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Life Safety and Ecology at the Kazakh Academy of Transport and Communications by M. Tynyshbayev (Almaty, Kazakhstan), abisheva.ak@mail.ru
Meldeshov A.A., Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department of Life Safety and Ecology at the Kazakh Academy of Transport and Communications by M. Tynyshbayev (Almaty, Kazakhstan), a.meldeshov@mail.ru
Mutasheva G.S., PhD of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of Life Safety and Ecology at the Kazakh Academy of Transport and Communications by M. Tynyshbayev (Almaty, Kazakhstan), mutasheva@mail.ru
Ongarbayeva J.A., Master of Science, Assistant Lecturer of the Department of Life Safety and Ecology at the Kazakh Academy of Transport and Communications by M. Tynyshbayev (Almaty, Kazakhstan), jadira_555@mail.ru



www.amm.kz

AMM CONGRESS

18-19 июня 2020
Нур-Султан, Казахстан

ФОРУМ • ВЫСТАВКА • ЦЕРЕМОНИЯ НАГРАЖДЕНИЯ «ЗОЛОТОЙ ГЕФЕСТ»
+7 727 258 34 34

miningmetals
CENTRAL ASIA

Connecting your business to the world

26th Central Asian International
Mining Exploration
& Mining Equipment Exhibition

16-18 September 2020
Almaty, Kazakhstan

www.miningworld.kz



Код МРНТИ 38.49.19

A.T. Aitkaliyeva, A.A. Bekbotayeva

Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan)

FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE KARSHYGA COPPER ORE DEPOSIT

Abstract. This article discusses the features of the geological structure of the Karshyga copper ore deposit. The deposit belongs to copper-pyrrhic high-temperature deposits in anthophyllite-chlorite zones. It is confined to a flexural bend in a band of alternating crystalline shales and amphibolites. The Karshyga deposit is located within metamorphic rocks of presumably proterozoic age, represented by the interbedding of gneisses and amphibolites of different mineral composition. There are two sections on the area of the field – the Central and North-Eastern. The article also highlights and describes the characteristic data on the morphology of ore bodies, their internal structure and material composition, and the technological properties of the Karshyga deposit ores.

Key words: Karshyga deposit, copper-pyrrhic deposit, pyrrhotite, chalcopyrite, anthophyllite-chlorite zones, schists, amphibolites.

Қаршыға мыс кенорнының геологиялық құрылысының ерекшеліктері

Аңдатпа. Бұл мақалада Қаршыға мыс кенорны геологиялық құрылысының ерекшеліктері қарастырылады. Кенорны антофиллит-хлорит белдеміндегі жоғарғы температуралы, мыс-колчеданды кенорындар қатарына жатады. Ол кристалды тақтатастар мен амфиболиттердің кезектесу жолында флексуралық иілуге ұштастырылған. Қаршыға кенорны минералды құрамы бойынша әр түрлі гнейстер мен амфиболиттермен ұсынылған, шамамен протерозой жасты метаморфтық таужыныстар шегінде орналасқан. Кенорнының аумағында екі учаске бөлінген – Орталық және Солтүстік-Шығыс. Сонымен қатар, Қаршыға кенорнының морфологиясы, олардың ішкі құрылымы мен минералдық құрамы, сондай-ақ кенорнындағы тотыққан және сульфидті кендердің технологиялық қасиеттері туралы анықтамалар сипатталған.

Түйінді сөздер: Қаршыға кенорны, мыс-колчеданды кенорны, пирротин, халькопирит, антофиллит-хлорит аймақтары, тақтатастар, амфиболиттер.

Особенности геологического строения медно-рудного месторождения Каршыга

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности геологического строения медно-рудного месторождения Каршыга. Месторождение относится к медно-колчеданным высокотемпературным месторождениям в антофиллит-хлоритовых зонах. Оно приурочено к флексуральному изгибу в полосе чередования кристаллических сланцев и амфиболитов. Каршыгинское месторождение расположено в пределах метаморфических пород предположительно протерозойского возраста, представленных переслаиванием различных по минеральному составу гнейсов и амфиболитов. На площади месторождения выделены два участка – Центральный и Северо-Восточный. Также в статье выделяются и описываются характерные данные о морфологии рудных тел, их внутреннем строении и вещественном составе, технологических свойствах руд месторождения Каршыга.

Ключевые слова: месторождение Каршыга, медно-колчеданное месторождение, пирротин, халькопирит, антофиллит-хлоритовые зоны, сланцы, амфиболиты.

Introduction

The Republic of Kazakhstan is one of the world's most important provinces on reserves of copper. In Kazakhstan, there are large deposits of copper, as well as mining companies and steel mills. Extraction of copper ore and copper production are carried out in the fields of central and eastern Kazakhstan [1]. The Karshyga ore deposit is located in the Kurchum district of the East Kazakhstan region. The Karshyga deposit belongs to the pyrite-copper high-temperature deposits in the anthophyllite-chlorite zones. It is confined to flexural bending in the alternating band of crystalline schists and amphibolites. Ore bodies are localized in the contact of amphibolites and schists. Two independent deposits are distinguished at the field – Central and North-Eastern. The main estimated mineral reserves (about 60% of ore) are confined to the central site.

General information. Geological characteristics of the district

The territory of the ore district is located in the southeastern part of the Kurchum-Kaljir block, which is a main part of the Irtysh-Fuyun zone of the Greater Altai [2]. The Irtysh-Fuyun zone, according to recent studies, is a linear lamellar-folded structure of the suture type along the Irtysh deep fault – a segment of one of the largest lineaments of the Kazakhstan-Okhotsk belt. It can be traced by a strip with a width from the first to tens of kilometers at a distance of about 1000 km from the Rubtsovsk region to Fuyun and beyond. Its internal structure is determined

by the combination of individual hard blocks of ancient rocks, the largest of which is Kurchum-Kaldzhirsky, with younger rocks of the Lower and Middle Paleozoic, turned into schist of vestment¹.

The Kurchum-Kaljir block is located in the axial part and has the shape of a prism about 100 km long and 25 km wide. In the northwest it is cut off by granites of the Kalba complex, and in the southeast it wedges out. Some researchers think that this block is a fragment of the Altai-Mongolian microcontinent and, as a result, has a specific history of geological development [3].

The described block is composed of a complex of highly metamorphosed rocks, which are divided into three stratum:

- lower, represented by mica gneisses up to 2 km thick;
- middle, composed by interbedding of micaceous, amphibole-micaceous gneisses and amphibolites with a thickness of up to 1800 m;
- upper, also composed of mica gneisses, up to 1200 m thick.

The thicknesses of the lower and upper strata are incomplete, since some of their sections are cut off by faults. Protorecks were sedimentary deposits with horizons of the main volcanic rocks, mafic and ultramafic bodies, which were later metamorphosed in amphibolite and epidote-amphibolite facies. The temperature conditions for the development of metamorphism, calculated from garnet and biotite, are estimated at 510–660°C. According to Nazarov, Stucevsky and others (1982), the ore zones of the Karshyga

¹Sherba G.N., Bespayev H.A., Dyachkov B.A. et al. Big Altai (geology and metallogeny). – Almaty, 2000. – Book 2: Metallogeny. – 400 pages. (russian)

deposit are located in the transition region of the cordierite and biotite zones, which corresponds approximately to the boundary of the amphibolite and epidote-amphibolite facies of metamorphism.

The complex of highly metamorphosed rocks is bordered by green schists of the Tekon suit (S_2-D_1), represented by sericite-chlorite-quartz, carbonate-chlorite-quartz, less often chlorite-biotite-quartz differences formed from terrigenous deposits, since relict structures of sedimentary rocks are often preserved. The relation between these rock complexes are universally tectonic [3].

Stratigraphy

Stratigraphically, the region is represented by Middle Upper Ordovician-Silurian sediments completely metamorphosed. Three strata are distinguished lithologically:

- the lower stratum ($O_{2,3}-Sa$) is represented by sharply prevailing metamorphic rocks with thicknesses of about 1700 m;
- the middle stratum ($O_{2,3}-Sb$) is distinguished by a significant increase in the composition of crystalline schists of amphibole-containing differences and para-amphibolites with low-power marble lenses with a thickness of 1-2 m. The total thickness of the average thickness is about 2600 m.
- the upper stratum ($O_{2,3}-Sc$) is represented by crystalline micaceous schists with a total thickness of about 5400 m.

Above lies the Lower Devonian sediments, which form the wings of the Kurchum-Kalzhir anticlinorium in the northwest and southeast. Lithologically, the Devonian sediments are represented by sericite-chlorite-feldspar, chlorite-feldspar-quartz, actinolite-epidote-feldspar-quartz, chlorite-carbonate-feldspar-quartz micro-crystalline schists, among which there are a relics of siltstones, clay schists, sandstones. The thickness of metamorphosed rocks is 5600 m. The middle section of the Devonian is represented by a clay-siltstone section, taking into account sandstones up to 10-15%. Weak fame is characteristic: the rock and the presence of lens limestones, the amount of which increases from bottom to top along the section. At the base of the suite, horizontal basal ones are represented, represented by a roughly clastic result with a predominance of coarse-grained sandstones interbedded with gravelites and conglomerates. According to the content of sand and lens suites, it is divided into lower and upper suites. The total thickness of the deposits of the Pugachev suit is 3000-3250 m.

Cenozoic

The Paleogene system is represented by deposits of variegated terrigenous deposits of the Paleocene, boulder-pebble deposits of the Eocene-Oligocene. The total thickness of the Lower-Middle cenozoic sediments is about 25-50 m. The Quaternary system in the area are widespread. In the intermontane depressions, they cover most of their areas, and also form terraces and floodplains of rivers.

Magmatism

In the area of the Karshyga field, several intrusive complexes can be noted:

- **The hyperbasite-gabbro-diabase (Bakharev) complex** ($v\beta C_1$) consisting of ultramafic and mafic rocks forms extended belts formed by narrow consonant ribbon-like bodies. As a result of metamorphism, intrusive rocks are transformed into amphibolites and amphibole schists. The

age of the rocks of the hyperbasite-gabbro-diabase complex is determined as Early Carboniferous.

- **The Irtysh gabbro-diorite-plagiogranite series** (C_n) forms a belt elongated in the meridional direction. This includes the intrusions of the Karoysky massif, the Bakai group of intrusions, the Bes-Bugu and Sary-Tau massifs. The series contains complexes: gabbro-diorite, tonalite-plagiogranite, granosyenite-granite.

1. The formation of rocks of the *gabbro-diorite complex* occurred in two phases.

- The first phase is represented by fine-grained gabbro-norites, norite-diabases, diabase porphyrites, accompanied by an oppressed vein series, which is represented by schlieren and vein-like segregations of coarse-grained and pegmatoid gabbro-gabbro-diabase. The rocks of the first phase compose a small ethmolite in the northern part of the Bes-Bugu massif and are present in the Sary-Tau intrusive massif.

- The rocks of the second phase are more widespread and are mapped as a part of all intrusions of the submeridional belt. Differentiation processes led to the formation of a wide range of rocks from anorthosites, allyvalites to gabbros, amphibole diorites, quartz diorites. The most complete differentiation has been established in the northwestern part of the Bes-Bugu massif, where two «horizons» are distinguished by the stratification character (alternation of gabbro, olivine gabbro, gabbro-norite, peridotite, allyvalite, anorthosite and the weak «diorite» is characterized by a second differentiation, quartz diorites, gabbro-diorites).

The vein series is represented by gabbro, gabbro-pegmatites, olivine gabbro-diabases, gabbro-norites.

2. *Tonalite-plagiogranite complex* combines a diverse composition and origin of the association of sodium granitoids. Two morphogenetic groups were distinguished. intrusive-magmatic and high-alumina metatectic granites.

- The first group combines the main and additional intrusions, vein and explosive formations in the Sary-Tau massif, as well as a number of small bodies of granitoids in the Bes-Bugu massif. Petrographically, the rocks are represented by small-, medium-, and uneven-grained amphibole and biotite-amphibole tonalites, plagiogranites, plagiogranodiorites, adamellites, veins and dykes of aplites, plagiogranite-porphyrines, tonalite-porphyrines, and small breccia and porcidiformes and diabase porphyrites.

- The group of metatectic granites is represented by biotite and amphibole-biotite potassium feldsparized plagiogranite-, diorite- and granite-gneisses that make up the Kos-Kain massif and small bodies northwest of the village of Prirechnoe.

3. The *granosyenite-granite complex* is considered as the final stage in the formation of the Irtysh series. The rocks of this complex are widespread in the South-South-West of the region (West-Karoysky massif, Bakai massif group), in the North they form the central and western parts of the Sary-Tau massif, in the Bes-Bugu massif they form a number of small often hollow lying bodies. Petrographically, these are biotite and biotite-hornblende granites, adamellites, granosyenites, rarely granophyres. Granitoids of the granosyenite-granite complex are characterized by a high content of potassium feldspar. The

The chemical composition of the main ore minerals of the Karshyga deposit

Table 1

Каршыга кенорнының негізгі кен минералдарының химиялық құрамы

Кесте 1

Химический состав основных рудных минералов Каршыгинского месторождения

Таблица 1

Minerals	The average content of elements, %										
	Cu	Co	Se	Ni	Ag	Cd	S	Fe	Mn	Au	As
pyrite-I	1,20	0,11	0,008	0,018	0,0006	0,013	50,36	44,43	0,001	0	0
pyrite-II	0,22	0,19	0,004	0,0025	0,0005	0,002	53,59	46,12	0,003	0	0
pyrite-III	0,06	0,35	0,013	0,0085	0,0005	0,007	52,42	46,95	0,001	0,001	0
pyrrhotite	0,27	0,08	0,015	0,002	0,0022	0,009	39,89	59,28	0,002	0	0
chalcopyrite	34,65	0,02	0,028	0,0002	0,0013	0,005	34,44	30,31	0,002	0	0
sphalerite	1,08	0,11	0	0,085	0,0799	0,367	32,54	4,36	0,077	0	0
magnetite	0,06	0,01	0	0	0	0	0,15	62,77	0,001	0	0

vein series is represented by veins of granites, similar in composition to mother, dykes of felsitic quartz porphyry, aplitic and pegmatoid granites. The rocks are characterized by a leucocratic appearance and the presence of muscovite and tourmaline in the composition.

Late Carboniferous complex of small intrusions and dikes of variegated composition (γPC_3). Within the work area, dike belts in the Batpak-Bulak massif and Bakai dike belt are assigned to this complex. The composition of the dikes is very peculiar. Among them, plagiogranites, plagioclase and plagiogranite porphyries predominate. Extremely diverse species are less common and are represented by diorite porphyrites and granite porphyries. The thickness of dikes ranges from 1 to 10 m with a length of sometimes up to tens of kilometers.

Kalbin intrusive complex (γP_1). The granitoids of this complex in the region compose two intrusive massifs – Karoysky in the south and Dzhandy-Karagaysky in the north. Endocontact rocks (small-, medium-grained biotite and amphibole-biotite granites and granodiorites) are distinguished in the complex; rocks of the main formation stage (medium- and coarse-grained porphyritic biotite granites, granodiorites, plagiogranites); rocks of additional intrusions (fine-grained biotite granites); vein rocks (aplitic leucocratic granites, aplites, aplite-pegmatites).

Tectonic

Structurally, the area of operations is located in the nuclear part of the Kurchum-Kalzhirsky horst-anticlinorium, which is the oldest structure in the southeast of the Irtysh shear zone [4]. The Irtysh zone of collapse is separated from the youngest Hercynian structures by deep, long-living faults: in the North-East – Irtysh-Markakolsky, in the South-West – Kalba-Narymsky.

The internal structure of the horst anticlinorium is characterized by the predominance of simple first-order brachyiform folds in its central part. The axes of these folds have a sub-latitudinal and latitudinal strike, their width is 5-6 km, the rock fall on the wings is 15°-30°-30°. An increase in the angles of incidence is observed with the distance from the core folds. Fragments of such folds in the region are

observed northwest of the Bes-Bugu massif and east of it in the watershed part of the Berektas River and the Kalzhir River.

To the southeast, towards the wedging out of the block of crystalline schists, and in the northeast and southwest, when approaching deep faults, the nature of folding changes. Linear folds prevail here with north-western and partially inherited sub-latitudinal axial strike.

The folding of higher orders, manifested at various stages of tectonic development of the region complicates and often completely obscures the primary structures. Among these folds, near-fault folds of drawing, folds of dressing due to the manifestation of magmatic activity, folds of the flow, micro-folding, and layering stand out [5].

The regional processes of the Hercynian tectonic stage are associated with schist rocks with steep, up to vertical, angles of incidence.

Deep faults at the borders of the horst-anticlinorium are the most ancient discontinuous violations of the region. These are wide zones stretching for hundreds of kilometers, controlling structures with a different history of geological development.

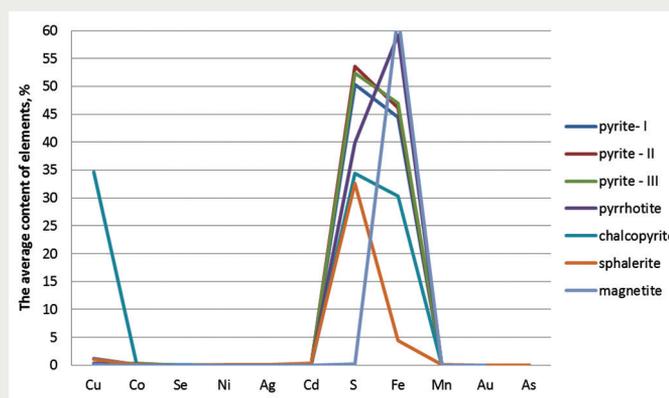


Figure 1. The chemical composition of the main ore minerals of the Karshyga deposit.

Сурет 1. Қаршыга кен орнының негізгі кен минералдарының химиялық құрамы.

Рис. 1. Химический состав основных рудных минералов месторождения Каршыга.

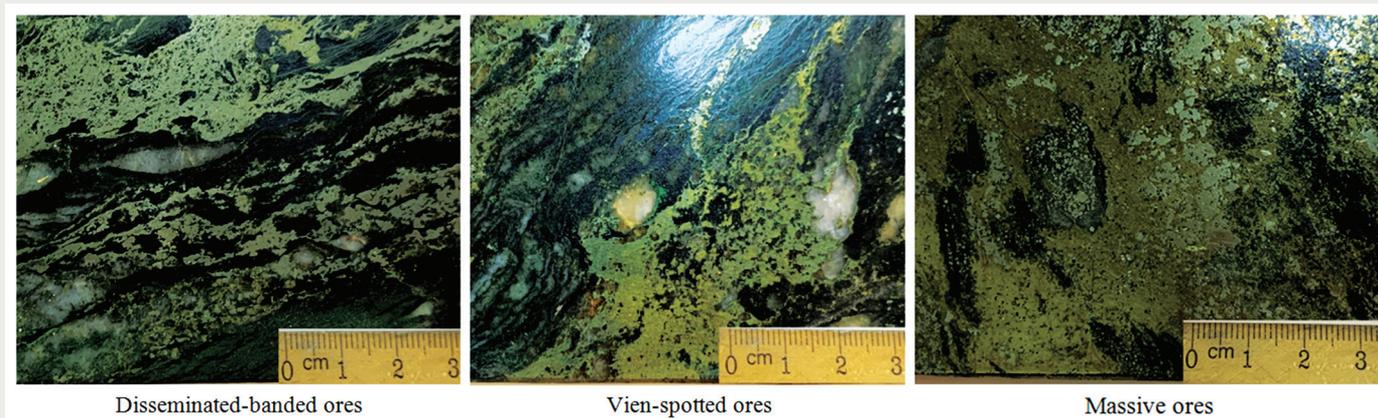


Figure 2. Types of ores of the North East body.

Сурет 2. Солтүстік-Шығыс кен шоғырының кен денелер түрлері.

Рис. 2. Типы руд Северо-Восточной залежи.

Inside the horst-anticlinorium, feathering faults of the north-western direction are recorded, which control the distribution of various facies of rocks (Prirechensky, Orta-Terektinsky). With the young Alpine movements, block movement is associated with the renewal of existing faults and the formation of tectonic ledges in the relief.

Minerals

The work area is located within the southeastern part of the Irtysh structural-metallogenic zone. The deposits, ore occurrences, and mineralization points of iron, nickel, copper, zinc, rare metals, and gold are known here. The main beneficial ingredients are copper and nickel. Hydrothermal deposits are most widespread. Among them are the Karshyga deposit, the Bereza ore occurrence, and a number of mineralization points.

The Karshyga deposit belongs to the pyrite-copper high-temperature deposits in the antophyllite-chlorite zones [6]. It is confined to flexural bending in the alternating band of crystalline schists and amphibolites. Ore bodies are localized in the contact of amphibolites and schists. Two independent deposits are distinguished at the field – Central and North-Eastern.

Brief geological characteristics of the Karshynginsky ore deposit

The Karshyngskoe deposit is located within metamorphic rocks of the supposedly Proterozoic age, represented by interbedding of gneisses and amphibolites of different mineral composition². Two areas were allocated on the deposit area – Central and North-Eastern. The main estimated mineral reserves (about 60% of ore) are confined to the Central site. The Central site is characterized by the confinement of ore bodies to interbedded gneisses at intervals of amphibolites and their location near the hanging side of the amphibolite horizon, or in the lying side of gneisses above the amphibolite horizon.

The ore bodies themselves have a ribbon-like shape, the dimensions along the strike significantly exceed the dimensions of the dip (ratio on average 1: 20-80) and thickness (average within 5-7 m). In total, 7 ore bodies for sulfide ores, 4 ore bodies for oxidized ores and a number of small

lenses are distinguished in the Central section. Most of the reserves of oxidized and sulfide ores are concentrated in one ore body – №1, which is traced along the strike at 1300 m. The ore reserves in this ore body are 82% for oxidized and 83,7% for sulfide ores from all calculated for the site.

In the Northeastern section, two ore bodies are outlined – №11, №12, which are confined to the gneiss horizon, located between two amphibolite horizons. The uppermost amphibolite horizon, located on the deposit area, is located in the roof. In the soil, there is a horizon of intensely epidotized amphibolites, which is relief-forming for positive relief forms on the territory of the North-Eastern section. The main ore reserves are in ore body №11 – 94,5% of all calculated on the site. Along the strike, the ore body is traced at 800 m. The horizontal width of the gneiss ore-bearing horizon is on average 50 m, but to the northwest, its width on the horizontal plane increases to 200 m.

The fall of rocks of the geological section within the entire deposit to the northeast, in the northwestern part of the gently sloping – from 40° to 50°, to the southeast twists to 60-80°. Ore bodies occur similarly to a geological section.

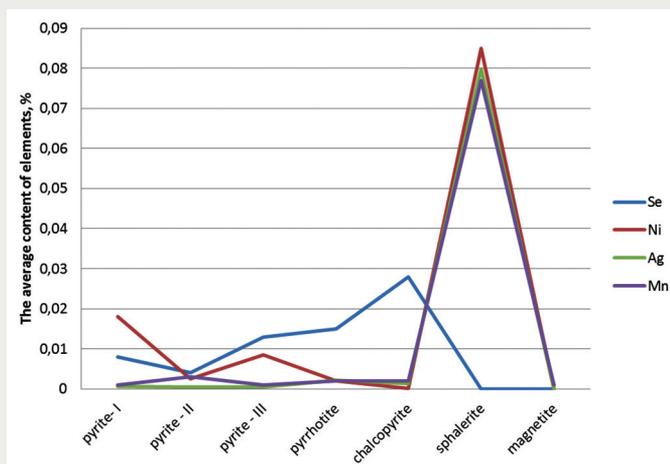


Figure 3. The relation of silver with ore minerals.

Сурет 3. Күмістің кен минералдарына қатынасы.

Рис. 3. Соотношение серебра к рудным минералам.

²Safirova E. Minerals Yearbook: The Mineral Industry of Kazakhstan. – 2012. – Vol. III. – 243 p. books.google.com. (english)

The field has a distinct vertical zonality. From top to bottom, zones are distinguished – oxidation, secondary sulfide enrichment and primary sulfide ores³. The depth of the oxidation zone ranges from 19-45 m, on average – 30 m. The thickness of the secondary sulfide enrichment zone does not exceed two meters.

Geological exploration has established that the industrial ores of the deposit are represented by two natural types – oxidized and primary. In oxidized ores, copper is mainly in the form of chrysocolla (75-85%), in a smaller amount – in the form of carbonates (malachite and azurite) – 15-25%.

The composition of primary sulfide ores is quite simple. The main minerals are pyrite (at least three generations), chalcopyrite, pyrrhotite, to a lesser extent – sphalerite [7]. This is probably due to the significant degree of transformation of the ores of the Karshyga ore deposit as a result of a later regional metamorphism of the epidote-amphibolite facies, as a result of which the primary composition underwent significant changes in the direction of simplification. At the same time, the structural and texture features of ores, on the contrary, have become more diverse, which is also associated with the redistribution of ore material during metamorphism and deformation of the host rocks.

Pyrrhotite is quite widely developed in the ores of the Central deposit, especially in their continuous (massive) differences, which actually served as the first researchers the basis for classifying the Karshyga deposit as a copper-pyrrhotite mineral type. This conclusion was made on the basis of a study of thin sections and thin sections taken from the core of four wells drilled in 1950 (№32, №33, №35 and №37) and from deep piles. In the course of mineralogical studies 2007-2009 studied a much more representative material, selected from various places throughout the field. As a result, it was found that pyrrhotite is mainly developed in massive sulfide ores of the Central body of the deposit, while it is practically absent in the North-Eastern body, but a significant amount of magnetite is observed in the ores of the North-Eastern body. In addition, unlike the Central body, in which sphalerite is observed in small quantities, in the North-Eastern body it forms grains and nests up to 1,5 mm in size. This is fully consistent with chemical analysis data.

The ores of the Northeast body are characterized by the distribution of secondary copper minerals – bornite and chalcocite, which replace chalcopyrite. According to the phase analysis, the amount of secondary copper sulfides in ores of the North-Eastern body is about 25-30%, in the Central – 10-16%.

Primary ores are represented by a single sulfide pyrite-copper type of ores, for which a unified technological scheme for the enrichment and extraction of copper has been developed.

In accordance with the Methodology for the study of rare dispersed elements in polymetallic ores (A. Litvinovich, 1961), a study was carried out of incidental components in the ores of the Karshyga deposit. For this purpose, all core and furrow samples were analyzed except Cu for 10 more components (Pb, Zn, Au, Ag, Co, Cd, Mo, Ni, As and Fe). In addition, to determine the carrier minerals of individual chemical elements (Co, Se, Ni, Ag, Cd, Au, As), a chemical composition of the main ore minerals of the deposit was determined 231 on a Camebax-Micro X-ray spectral analyzer.

Conclusion

An analysis of the geological structure of the Karshyga deposit shows that copper mineralization is associated with gneisses, amphibolites of the Proterozoic age. The ore bodies themselves have a ribbon-like shape, with an average thickness of 5-7 m. In the central area, 7 ore bodies are distinguished for sulfide ores and 4 for oxidized ores. Mineralization in the northeastern section is represented by two horizons of amphibolites containing 2 ore bodies. The field has a distinct vertical zonality. From top to bottom, zones are distinguished – oxidation, secondary sulfide enrichment and primary sulfide ores. The depth of the oxidation zone ranges from 19-45 m, on average – 30 m. The thickness of the secondary sulfide enrichment zone does not exceed two meters. Ore minerals are represented by pyrite (at least three generations), chalcopyrite, pyrrhotite, to a lesser extent – sphalerite. The average silver content rises from pyrite I-II to pyrrhotite, sphalerite. In oxidized ores, copper is mainly in the form of chrysocolla (75-85%), in a smaller amount – in the form of carbonates (malachite and azurite) – 15-25%.

REFERENCE

1. Baibatsha A., Arshamov Ya., Bekbotayeva A., Baratov R. *Geology of the main industrial types of copper ore deposits in Kazakhstan. International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM)*. – Sofia, 2017. – Vol. 17. Iss. 1.1. – P. 231-238. (english)
2. Gaskov I.V. *Features of magmatim-related metallogeny of Gorny Altai and Rudny Altai. // Geology and Geophysics*. – 2018 (August). – Vol. 59. – Issue 8. – P. 1010-1021(english)
3. Vladimirov A.G., Kruk N.N., Polyansky O.P., Vladimirov V.G., Babin G.A., Rudnev S.N., Annikova I.Yu., Travin A.V., Savinykh Ya.V., Palessky S.V. *Correlation of Hercynian deformations, sedimentation, and magmatism of the Altai collision system as a reflection of plate and plume tectonics*. – 2005. – P. 182-215. (russian)
4. Savinskiy I.A. *Composition and isotopic characteristic of gneiss-granit of the Chechek Dome structure (Irtysh Shear Zone, East Kazakhstan)*. // *Lithosphere (Russia)*. – 2016. – P. 81-90. (russian)

³Baibatsha A.B. *Models of non-ferrous metal deposits*. – Almaty: KazNTU, 2012. – 448 p.(russian)

5. Buslov M.M. Tectonics and geodynamics of the Central Asian Foldbelt: the role of Late Paleozoic large-amplitude strike-slip faults. // *Russian Geology and Geophysics*. – 2011 (January). – Vol. 52. – Issue 1. – P. 52-71. (english)
6. Lobanova K.V., Gaskov I.V. The Karchiga copper massive sulfide deposit in the high-grade metamorphosed rocks of the Kurchum block: geologic structure, formation, and metamorphism (Rudny Altai). // *Russian Geology and Geophysics*. – 2012 (January). – Vol. 53. – Issue 1. – P. 77-91. (english)
7. Chekalin V.M., D'yachkov B.A. Rudny Altai base-metal belt: Localization of massive sulfide mineralization. // *Geology of Ore Deposits*. – 2013-Springer. – Vol. 55. – P. 438-454. (english)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Байбатша Ә., Аршамов Я., Бекботаева А., Баратов Р. Қазақстанның мыс кен орындарының негізгі өнеркәсіптік типтерінің геологиясы. // Халықаралық Пәнаралық Ғылыми Геоконференция (SGEM). – 2017. – Көлемі 17. – Б. 231-238. (ағылш.)
2. Гасков И.В. Горный Алтай мен Кенді Алтайдың металлогениясымен байланысты магматизмнің ерекшеліктері. // Геология және геофизика. – 2018 (тамыз). – Т. 59. – Шығ. 8. – Б. 1010-1021. (ағылш.)
3. Владимиров А.Г., Крук Н.Н., Полянский О.П., Владимиров В.Г., Бабин Г.А., Руднев С.Н., Анникова И.Ю., Травин А.В., Савиных Я.В., Палесский С.В. Алтай коллизиялық жүйесінің герциналдық деформациялар, шөгінді жинақталу және магматизмінің корреляциясы плейт – және плюмтектониканың көрінісі ретінде. – 2005. – Б. 182-215. (орыс.)
4. Савинский И.А. Шешек күмбез құрылымы гнейс-граниттерінің заттық құрамы мен изотоптық сипаттамалары (Ертіс сығылу аймағы, Шығыс Қазақстан). // Литосфера. – 2016. – Б. 81-90. (орыс.)
5. Буслов М.М. Орта Азиялық қатпарлы белдемнің тектоникасы және геодинамикасы: кеш палеозойлық ірі амплитудалық соққы-жылжымалы жарылымдардың рөлі. // Ресейлік Геология және геофизика. – 2011 (Қаңтар). – Т. 52. – Шығ. 1. – Б. 52-71. (ағылш.)
6. Лобанова К.В., Гасков И.В. Каршыға мыс-массивті сульфидті кенорны Күршім блогының жоғары сортты метаморфталған таужыныстарындағы: геологиялық құрылымы, қалыптасуы және метаморфизмі (Рудный Алтай). // Ресей геологиясы және геофизикасы. – 2012 (Қаңтар). – Т. 53. – Шығ. 1. – Б. 77-91. (ағылш.)
7. Чекалин В.М., Дьячков Б.А. Рудный Алтайдың негізгі металдар белдеуі: массивті сульфидті кенденуді оқшаулау. // Кен орындарының геологиясы. – 2013-Springer. – Б. 438-454. (ағылш.)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Байбатша А., Аршамов Я., Бекботаева А., Баратов Р. Геология основных промышленных типов меднорудных месторождений Казахстана. // Международная междисциплинарная научная геоконференция (SGEM). – Sofia, 2017. – Iss. 1.1. – Вып. 17. – С. 231-238. (англ.)
2. Гасков И.В. Особенности магматизма, связанного с металлогенией Горного Алтая и Рудного Алтая. // Геология и геофизика. – 2017 (август). – Т. 59. – Вып. 8. – С. 1010-1021. (англ.)
3. Владимиров А.Г., Крук Н.Н., Полянский О.П., Владимиров В.Г., Бабин Г.А., Руднев С.Н., Анникова И.Ю., Травин А.В., Савиных Я.В., Палесский С.В. Корреляция герцинских деформаций, осадконакопления и магматизма алтайской коллизионной системы как отражение плейт- и плюмтектоники. – 2005. – С. 182-215 (рус.)
4. Савинский И.А. Вещественный состав и изотопные характеристики гнейсогранитов Чечекской купольной структуры (Иртышская зона смятия, Восточный Казахстан). // Литосфера. – 2016. – С. 81-90. (рус.)
5. Буслов М.М. Тектоника и геодинамика Среднеазиатского складчатого пояса: роль Позднепалеозойских крупноамплитудных ударно-скользящих разломов. // Российская Геология и геофизика. – 2011 (январь). – Т. 52. Вып. 1. – С. 52-71. (англ.)
6. Лобанова К.В., Гасков И.В. Карчигинское медно-массивное сульфидное месторождение в высокосортных метаморфизованных породах Курчумского блока: геологическое строение, формирование и метаморфизм (Рудный Алтай). // Российская геология и геофизика. – 2012 (январь). – Т. 53. – Вып. 1. – С. 77-91. (англ.)
7. Чекалин В.М., Дьячков Б.А. Рудный Алтайский пояс основных металлов: локализация массивного сульфидного оруденения. // Геология рудных месторождений. – 2013-Springer. – С. 438-454. (англ.)

Information about authors:

Aitkaliyeva A.T., first-year Undergraduate Specialty «Geology and Exploration of the Solid Mineral Deposits» of the Institute of Geology, Oil and Mining after K. Turysov of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), ay.aitkaliyeva@satbayev.university
Bekbotaeva A.A., PhD, Associate Professor and Head at the Department «Geological Survey, Prospecting and Exploration of Mineral Deposits» of the Institute of Geology, Oil and Mining after K. Turysov of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), a.bekbotaeva@mail.ru

Авторлар туралы ақпарат:

Айтқалиева А.Т., «Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетінің – Satbayev University» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының Қ. Тұрысов атындағы «Геология, мұнай және тау-кен ісі институты», «Геология және қатты пайдалы қазбалар кенорындарын барлау» мамандығының 1-курс магистранты (Алматы қ., Қазақстан), ay.aitkaliyeva@satbayev.university

Бекботаева А.А., PhD, доцент және «Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университетінің – Satbayev University» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының (Алматы қ., Қазақстан) Қ. Тұрысов атындағы «Геология, мұнай және тау-кен ісі институты» геологиялық түсіру, пайдалы қазба кенорындарын іздеу және бөлімінің бастығы, a.bekbotaeva@satbayev.university

Сведения об авторах:

Айтқалиева А.Т., Магистрант 1-го курса по специальности «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» Института геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова Некоммерческого акционерного общества «Казакский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), ay.aitkaliyeva@satbayev.university

Бекботаева А.А., PhD, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» Института геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова Некоммерческого акционерного общества «Казакский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), a.bekbotaeva@mail.ru


**ME FITSYSTEM.**

Офис тел.: +1-763-201-1879
 Моб. тел.: +1-778-875-7525
 Email: russia@meglobal.com
www.me-elecmetal.com

**ПОСЕТИТЕ НАШ СТЕНД C5037 НА ВЫСТАВКЕ
 «MINING WORLD RUSSIA 2020»
 А21-23 АПРЕЛЯ 2020
 МОСКВА, МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»**

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ И ДОКАЗАННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

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

ИЗНАШИВАЕМЫЕ ДЕТАЛИ ДЛЯ МЕЛЬНИЦ

Инновационные решения футеровки для мельниц полусамоизмельчения, самоизмельчения, шаровых и стержневых

- Стальные
- Резиновые
- Композитные

МЕЛЮЩИЕ ТЕЛА

Кованные мелющие шары высочайшего качества для мельниц полусамоизмельчения, самоизмельчения, шаровых и стержневых

- ME Super SAG®: 4" to 6.25"
- ME Ultra Grind®: 1.5" to 4"
- ME Performa® II: 0.88" to 4.0"

ИЗНОСОСТОЙКИЕ БРОНИ ДЛЯ ДРОБИЛОК

Изнашиваемые детали для первичного, вторичного и третичного дробления

- Гиравационные дробилки
- Щековые дробилки
- Конусные дробилки

Код МРНТИ 89.57.45

Б.Б. Садықов, А.А. Алтаева

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

SAR ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ ӘДІСІМЕН WISMUT (ГЕРМАНИЯ) УРАН КЕН ОРНЫНЫҢ ЖЕР БЕТІНІҢ ЖЫЛЖУЫН БАҚЫЛАУ

Андатпа. Бұл мақалада WISMUT (Германия) уран кен орнында жер бетінің жылжуы мен деформациялануын бақылау қарастырылған. Бақылау объектісі ретінде GPS қолданумен салынған және жер үсті геодезиялық әдістермен бақыланатын бұрыштық шағылдырғыштар желісін пайдаланады. Мұндай ауытқуларды бақылау үшін D-INSAR жүкті әдісі қолданылады, өйткені бұл әдіс деформацияның ықтимал аймақтарын жедел анықтауға мүмкіндік береді және адам факторларын қолдануды талап етпейді. Сонымен қатар, мақалада бұрыштық шағылдырғыштар арасындағы нүктелердің салыстырмалы ығысуын анықтау үшін деректерді бағалау схемасы қарастырылған. Нәтижесінде GPS және D-INSAR әдістерімен өлшенетін бұрыштық шағылдырғыштардың ығысуы бойынша салыстырмалы талдау келтірілген.

Түйінді сөздер: бұрыштық шағылдырғыш, деформация, өндіру ауданы, уран кенорны, жер бетінің жылжуы, жаһандық позициялау жүйесі, дифференциал интерферометрия әдісі, мониторинг, тірек желісі, радарлық деректері.

Мониторинг смещений поверхности месторождения полезных ископаемых методом SAR интерферометрии

Аннотация. В данной статье рассмотрены наблюдения за сдвижением и деформациями земной поверхности на урановом месторождении WISMUT (Германия). В качестве объекта наблюдения используют сеть угловых отражателей, которая построена с применением GPS и контролируется наземными геодезическими методами. Для наблюдения за такими смещениями используют современный метод D-INSAR, так как данный метод позволяет оперативно выявлять возможные зоны деформаций и не требует человеческих ресурсов. Также в статье рассмотрена схема оценки данных для обнаружения относительных смещений точек между угловыми отражателями. Приведен сравнительный анализ по смещению измеряемых угловых отражателей методами GPS и D-INSAR.

Ключевые слова: угловой отражатель, деформация, район добычи, урановое месторождение, смещение земной поверхности, глобальная позиционная система, метод дифференциальной интерферометрии, мониторинг, опорная сеть, радарные данные.

Monitoring of surface displacements in mining areas by SAR interferometry

Abstract. This article describes observations of the earth's surface displacement and deformations at the WISMUT uranium Deposit (Germany). As an object of observation, a network of angle reflectors is used, which is built using GPS and controlled by ground-based geodetic methods. To observe such displacements, the d-INSAR method is used, since this method allows you to quickly identify possible deformation zones and does not require the use of human factors. Also, the article discusses the scheme of assessment data to detect the relative displacement of points between the corner cube reflectors. As a result, a comparative analysis of the displacement of the measured angular reflectors by GPS and D-INSAR methods is presented.

Key words: angle reflector, deformation, mining area, uranium Deposit, earth surface displacement, global positioning system, differential interferometry method, monitoring, reference network, radar data.

Кіріспе

Қазіргі уақытта өлшенетін бұрыштық шағылдырғыштарды орнынан ауыстыру бойынша эксперименттер жүргізілуде. Бұл мақалада жобаның жағдайы және оның алғашқы нәтижелері берілген.

WISMUT (Германия) уран кен орнында 1995 жылдың қыркүйегінде GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) басшылығымен жер үсті деформацияларды бақылау үшін SAR (INSAR) интерферометриясын қолдану жөніндегі жоба басталған болатын¹.

Зерттеу әдістері

Жоба аясында радиолокациялық интерферометрия көмегімен жылжу аймақтарының бақылауы арқылы, далалық жұмыстардың эксперименттері үшін тұрақты бұрыштық шағылдырғыш (БШ) желісіне толық қол жетті [1-3]. Желі ауданы 15×6 км² құрады.

Жақтарының ұзындығы 1,50 м барлық бұрыштық шағылдырғышға (БШ) көлемі $2,5 \times 2,5 \times 0,8$ м³ бетон платформаларда орнатылды. Олар 1 мм-ге дейінгі дәлдікпен жер үсті GPS пункттерінің үстінде орнатылған, бұл (БШ) шыңы мен жер үсті пунктін біртүтік сызықта екенін білдіреді. (БШ) айналдыруға болады, бұл ERS-1/2 төмен түсетін немесе жоғары түсетін орбиталарға бағдарлануға мүмкіндік береді. Айналу

осі жоғарғы және жер үсті пунктпен анықталатын тік сызықпен сәйкес келеді. (БШ) негізі бетон негізіне (БШ)-ның Жел бойынша жылжуы мүмкін болмайтын-дай етіп бекітіледі. Шағылдырғыштар антенна үшін ілгіші бар орталықтандырушы адаптерді пайдалана отырып, жердегі пункт үстінен белгілі бір биіктікте GPS өлшеу жүргізу үшін жойылуы мүмкін. (БШ) пункттері кемінде 1 м абсолютті дәлдікті қамтамасыз ету үшін Геодинамика (IGS), Потсдам және Ветцелу бойынша халықаралық GPS қызметінің станцияларына байланыстырылған. Бұл GFS/DAF, Оберпфaffenхофен жасалған ERS-1/2 үшін ESA спутниктік орбитасының дәлдігімен салыстырылады. Бұрыштық шағылдырғыштар арасындағы координаттар айырмасы 5 мм шегінде бақыланады. INSAR барлық есептері ITTF, Халықаралық жер үсті координаттар жүйесінде орындалады.

Wismut маркалы әдістері БШ/GPS нүктелерін геодезиялық желілерге біріктірді. Бұл шағылдырғыш бетон платформасының тұрақтылығын қосымша бақылауды қамтамасыз етеді. БШ орталық пункттері үнемі бос болғандықтан, эксцентрлер әрбір платформаның 3 бұрышында орналасқан. Тік жылжулар немесе көлбеу әсерлері сияқты шағын қозғалыстар жоғары

¹Prati, C., Rocca, F., Monti Guarnieri, A. SAR Interferometry Experiments with ERS-1. // Proceedings First ERS-1. – 1993.

Кесте 1

GFZ және DJO алынған бұрыштық шағылыстырғыштардың нәтижелерін GPS «шынайы» нәтижелерімен салыстыру

Таблица 1

Сравнение результатов угловых отражателей, полученных в GFZ и DJO, с «истинными» результатами GPS

Table 1

Comparison of angle reflectors obtained in GFZ and DJO with «true» GPS results

Станция	GPS-Биіктігі	DJO INSAR биіктігі	Айырмашылық (DJO-GPS)	GFZ INSAR биіктігі	Айырмашылық (GFZ-GPS)
УО1	306,33 м	306,33 м	/	306,33 м	/
УО2	296,09 м	294,48 м	1,61 м	296,41 м	+ 0,32 м
УО3	335,79 м	334,99 м	0,80 м	334,36 м	1,43 м
УО4	328,36 м	331,20 м	+ 2,84 м	325,87 м	2,49 м
УО9	379,72 м	381,12 м	+ 1,40 м	370,31 м	9,41 м

дәлдікті нивелирлеу арқылы анықталады. Орталық пен эксцентрлер арасындағы биіктіктердің айырмашылығы нивелирлеу жолымен бір рет анықталады, ал Гаусс-Крюгер координаттарының айырмасы қашықтықты қарапайым өлшеу жолымен алынды²⁻⁴ [4].

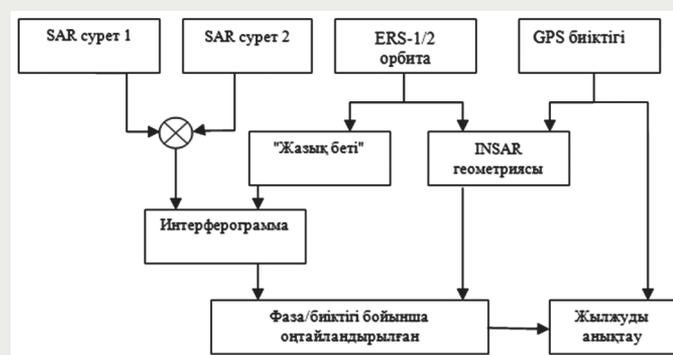
БШ желісіндегі пункттердің аз көріністі қозғалысын анықтау бойынша жұмысты жалғастыру үшін мұрағаттық радарлық ERS 1/2 спутнигінің суретерін қолдану туралы шешім қабылданды (1 сурет). SAR SLC суреттерінің және тиісті дәл орбиталық деректердің жұбынан түзетілген интерферограмманың «жазық беті» алынады. Интерферограмма фазаларын биіктік мәніне түрлендіру үшін суреттің дәл геометриясын білу қажет. Бұл орбитаның деректерінен және радиолокациялық суретте түсірілген GPS биіктігінен алынған [5, 6]. Түрлендіру интерферограмманы тұрақты БШ биіктігіне теңестіру үшін орындалады. Келесі кезеңде өлшеу БШ фазасының мәндері зерттеледі. Олар GPS биіктігі бойынша есептелген фаза мәндеріне сәйкес келуі керек. Айырмашылық БШ қозғалысын анықтауға арналған шара болып табылады.

Бірінші экспериментте ERS-1/2 деректер жұбы 8.2 алынды және 9.2.1996 базалық желінің ұзындығы 142 м. Сол уақытта 5 УО қол жетімді болды. Мақсаты 4 БШ биіктігін анықтау тұрақты БШ-ға қатысты белгіленген биіктікте. 1-кестеде GFZ және DJO алынған нәтижелерді GPS «шынайы» нәтижелерімен салыстыру келтірілген. DJO 3 м арасында өте жақсы келісімге жетті. GFS нәтижесі БШ 9 пункті үшін 10 м бір үлкен айырмашылықты көрсетеді. 10 м дәлдігі фаза бойынша 50° немесе толқын ұзындығы бойынша 4 мм қателікке сәйкес келеді. БШ тік жылжуы тек 4 мм жағдайынан 10 м дұрыс емес интерпретацияға әкеліп соқтыратынын ескере отырып, жалпы нәтиже қанағаттанарлық.

Нәтиже

Бірінші эксперимент нәтижесінде радар деректерін талдауға 4.1.1996 ж. SLC бейнесі енгізілді. Осы

суретті алғаннан кейін ERS-1 БШ 2 позициясы диапазон бағытында 2 см-ге жылжыды. Келесі мақсат-осы диапазонның қозғалысын анықтау. Сәйкес интерферограмма (4.1./8.2.96, базалық сызық 272 м) оның көптеген бөліктерінде бұзылған, төмен когеренттілік жергілікті жер үшін, сондай-ақ БШ пункті үшін қандай да бір нәтиже алуға мүмкіндік бермеді. Себебі қоршаған ортаның әр түрлі жағдайларында екі дәуірде табуға болады. Деректерді жинау кезінде 4.1.1996 ж. (сағат 10:00). Ауа райы бұлтты Аспанмен, 95% салыстырмалы ылғалдылықпен және –7°C, жер беті қарсыз құрғақ болды. 8.2.1996 (9.2.1996 ұқсас) ауа райы бұлттар жоқ, 90% оп. ылғалдылығы және –14°C, беті қармен жабылған (шөптер көрінбейді). Бұл жағдайда БШ қозғалуды нүктелік анықтау үшін пайдалану мыналарға байланысты шектелуі



Сурет 1. Бұрыштық шағылдырғыштар арасындағы нүктелердің салыстырмалы жылжуын анықтау үшін деректерді бағалау стратегиясы. Рис. 1. Стратегия оценки данных для обнаружения относительных смещений точек между угловыми отражателями.

Figure 1. Assessment strategy data to detect the relative displacement of points between the corner cube reflectors.

²Jessica Michelle Wempen. Application of synthetic aperture radar interferometry for mine subsidence monitoring in the western United States. / Dissertation. – 2016. – Vol. 78-03(E). – Section B. – 220 p.

³Linlin Ge, Hsing-Chung Chang, Chris Rizos. Differential radar interferometry for mine subsidence monitoring. – Sydney, 2003.

⁴Shaochun Dong, Hongwei Yin, Suping Yao, Fei Zhang. Detecting surface subsidence in coal mining area based on DInSAR technique. – Nankin (China), 2013.

мүмкін: тропосферада радиолокатордың таралуын кідірту/немесе; жердің қоршаған бетінің қасиеттерінің өзгеруі және қар жамылғысының қабығымен жабылған, өсімдіктердің әсері.

Қорыта келгенде, бірінші нәтиже D-INSAR техникасының дәлдігінің шамасын көрсететінін анықтадық. Сантиметрлік дәлдік шегінде қозғалысын да анықтауға болады. Бірақ сипатталған нәтиже қолайлы қоршаған орта жағдайында алынады. 35 күндік ERS-1 қайталау циклінде алынған SLC суреттерінің

жұптарын бағалау ешқандай нәтиже бермеді. Бұл БШ радиолокациялық өлшеулері қоршаған ортаға байланысты емес екенінен түсінікті. Аздаған атмосфералық ауытқулары бар бейнелерді пайдалана отырып, қосымша эксперименттерде оның өзгермелі жағдайлары бар қоршаған жердің БШ бақылауына қаншалықты әсер ететінін бағалау қажет. УОның шағылысу қабілеті тегіс беті тазартылған, УО қоршаған неғұрлым кең аймақты қажет етер еді деп күтілгендей басым емес болуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Алтаева А.А., Шамганова Л.С., Жирнов А.А. Геоақпараттық технологияларды қолдана отырып, Орловск кенорны бетінің сандық моделін құру. // Тау-кен журналы. – 2019. – №4. – Б. 77-81. ISSN 0017-2278, IF 0.39. (орыс)
2. Кривенко А.А., Кашиников Ю.А. Жер бетіндегі деформациялық процестерді радарлық деректерді дифференциалды интерферометриялық өңдеу әдістерімен бақылау. // Тау-кен институтының жазбалары. – Санкт-Петербург, 2010. – Т.188. – Б. 225-228. (орыс)
3. Джунибекова В.Е., Курманов Б.К., Бибосынов А.Ж., Иванчукова А.В., Кирсанов А.В. Радарлық түсірілімнің деректерін пайдалана отырып жер бетінің ығысуын мониторингтеу. // Халықаралық конференция «Решетневские чтения». – 2013. – Б. 247-249. (орыс)
4. Milan Lazecký. Синтезделген апертурасы бар радиолокациялық интерферометрия көмегімен жер бедерінің өзгеруінің мониторингі. / Диссертациялық жұмыс. – Острава, 2011. – Б. 186-189. (ағылшын)
5. Jin Baek, Sang-Wan Kim. SAR-интерферометрияны пайдаланып көмір өндіру ауданында топырақтың шөгуін талдау. // Жерді Зерттеу Журналы. – 2008 (қаңтар). – №12(3). – Б. 277-284. (ағылшын)
6. Yaobin Sheng, Yunjia Wang, Linlin Ge, Chris Rizos. Дифференциалды радиолокациялық интерферометрия және оны жер асты көмір қазатын шөгінділер мониторингінде қолдану. – 2012 (мамыр). – Б. 85-90. (ағылшын)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алтаева А.А., Шамганова Л.С., Жирнов А.А. Создание цифровой модели поверхности Орловского месторождения с применением геоинформационных технологий. // Горный журнал. – 2019. – №4. – С. 77-81. ISSN 0017-2278, IF 0.39. (на русском языке)
2. Кривенко А.А., Кашиников Ю.А. Мониторинг деформационных процессов земной поверхности методами дифференциальной интерферометрической обработки радарных данных. // Записки Горного института. – Санкт-Петербург, 2010. – Т. 188. – С. 225-228. (на русском языке)
3. Джунибекова В.Е., Курманов Б.К., Бибосынов А.Ж., Иванчукова А.В., Кирсанов А.В. Мониторинг смещений земной поверхности с использованием данных радарной съемки. // Международная конференция «Решетневские чтения». – 2013. – С. 247-249. (на русском языке)
4. Milan Lazecký. Мониторинг изменений рельефа местности с использованием радиолокационной интерферометрии с синтезированной апертурой. / Тезисы диссертации. – Острава, 2011. – С. 186-189. (на английском языке)
5. Jin Baek, Sang-Wan Kim. Анализ оседания грунта в районе добычи угля с использованием SAR интерферометрии. // Журнал наук о Земле. – 2008 (январь). – №12(3). – С. 277-284. (на английском языке)
6. Yaobin Sheng, Yunjia Wang, Linlin Ge, Chris Rizos. Дифференциальная радиолокационная интерферометрия и ее применение в мониторинге проседания подземных угольных шахт. – 2012 (май). – С. 85-90. (на английском языке)

REFERENCE

1. Altaeva A.A., Shamganova L.S., Jirnov A.A. Creating a digital model of the surface of the Oryolsk field using geoinformation technologies. // Mining journal. – 2019. – №4. – P. 77-81. ISSN 0017-2278, IF 0.39. (Russian)

2. *Krivenko A.A., Kashnikov Iy.A. Monitoring of deformation processes of the earth's surface by methods of differential interferometric processing of radar data. // Notes of the Mining Institute. – Saint Petersburg, 2010. – Vol. 188. P. 225-228. (Russian)*
3. *Djýnisbekova V.E., Kýrmanov B.K., Bibosynov A.J., Ivanchýkova A.V., Kirsanov A.V. Monitoring of earth's surface displacements using radar data. // International conference «Reshetnev readings». – 2013. – P. 247-249. (Russian)*
4. *Milan Lazecký. Monitoring of Terrain Relief Changes using Synthetic Aperture Radar Interferometry. // Dissertation Thesis. – Ostrava, 2011. – P. 186-189. (English)*
5. *Jin Baek, Sang-Wan Kim. Analysis of ground subsidence in coal mining area using SAR interferometry. // Geosciences Journal. – 2008 (January). – №12(3). – P.277-284. (English)*
6. *Yaobin Sheng, Yunjia Wang, Linlin Ge, Chris Rizos. Differential radar interferometry and its application in monitoring underground coal mining-induced subsidence. – 2012 (May). – P. 85-90. (English)*

Авторлар туралы мәлімет:

Садықов Б.Б., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының докторанты (Алматы, Қазақстан), batyrkhan_sadykov@mail.ru

Алтаева А.А., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының докторанты (Алматы, Қазақстан), a.aselya_92@mail.ru

Сведения об авторах:

Садықов Б.Б., докторант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), batyrkhan_sadykov@mail.ru

Алтаева А.А., докторант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), a.aselya_92@mail.ru

Information about the authors:

Sadykov B.B., Doctoral Student at the Department of Surveying and geodesy at the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), batyrkhan_sadykov@mail.ru

Altayeva A.A., Doctoral Student at the Department of Surveying and geodesy at the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), a.aselya_92@mail.ru

ПОДПИСКА 2020

- Подписка по каталогу АО «КАЗПОЧТА» и через альтернативные агентства ТОО «ЭВРИКА-ПРЕСС», ТОО «Агентство «ЕВРАЗИЯ ПРЕСС».

Подписной индекс 75807

- Редакционная подписка. Оформляется с любого месяца как на печатную, так и на электронную версию. Стоимость годовой подписки – 30000 тенге с учетом НДС (печатная версия) и 12000 тенге с учетом НДС (электронная версия).

☎ +7 (727) 375-44-96

minmag.kz

Instagram @minmag.kz

✉ Yuliya.Bocharova@interrin.kz
Tatyana.Dolina@interrin.kz
Irina.Pashinina@interrin.kz



Код МРНТИ 52.01.85

Ә.С. Тұяқбай, Ж.М. Батыршаева, А.О. Оралбай, А.А. Оразғалиева

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

АҚЖАЛ КЕНОРНЫНЫҢ КАРКАСТЫҚ МОДЕЛУІН ҚҰРУДА MICROMINE БАҒДАРЛАМАСЫН ҚОЛДАНУ

Андапта. Мақалада Micromine бағдарламасының көмегімен Ақжал кенорындағы кен денесінің көлемді құрылымы сандық моделін құрастыру келтірілген. Сандық модель екі әдіспен қарастырылды: геологиялық және тау-кен параметрлері бойынша. Геологиялық параметрлеріне жатады: төтелдің тереңдігі, сілемнің жату элементтері және координаталары. Тау-кен параметрлеріне кемердің биіктігі, қиябеттің құлау бұрышы, кенорының тереңдігі жатады. Құрылған сандық модельдің көмегімен кенорынды өндіру барысында болашақта орындалатын амалдардың өзгеруіне биланысты, қандай ахуалдар болатынын көруге болады. Сонымен қатар бұл бағдарламада бұрғылап аттыру жұмыстарында қарастыра аламыз, аттыру жұмыстарына қанша жарылғыш зат салу керектігін есептеуге болады. Бұрғылап аттыру жұмыстары кезінде жарылғыштардың орналасуы ретінде жоспарлап алу мүмкіндігі бар.

Түйінді сөздер: геология, тау-кен ісі, Micromine бағдарламасы, кемер биіктігі, бұрғылап аттыру жұмыстары, жарылғыш заттар.

Программы Micromine при создании каркасной модели месторождения Ақжал

Аннотация. В статье представлена разработка цифровой модели трехмерной структуры рудного тела на месторождении Ақжал с использованием программы Micromine. Цифровая модель рассматривается двумя способами: по геологическим и горным параметрам. К геологическим параметрам относятся глубина залегания, элементы и координаты залежи. Параметры добычи включают в себя высоту арки, угол наклона склона, глубину резкости. С помощью созданной цифровой модели можно увидеть, какова будет ситуация при изменении будущих операций при разработке месторождения. Данная программа дает возможность рассмотреть операции бурения и взрывных работ и рассчитать, сколько взрывчатых веществ необходимо добавить при производстве взрыва. Наряду с этим можно запланировать расположение взрывчатых веществ во время буровых работ.

Ключевые слова: геология, горное дело, программа Micromine, высота уступа, буровзрывные работы, взрывчатые вещества.

Micromine programs for creating a frame model of the Akzhal field

Abstract. The article presents the development of a digital model of the three-dimensional structure of the ore body at the Akzhal deposit using the Micromine program. The numerical module is considered in two ways: by geological and mining parameters. Geological parameters include the depth of the deposit, elements and coordinates of the deposit. Production parameters include arch height, slope angle, and depth of field. With the help of the created digital model, you can see what the situation will be when changing future operations during the development of the field. This program allows to review drilling and blasting operations, and calculate how many explosives need to be added during the production of an explosion. In addition, the location of explosives during drilling operations can be planned.

Key words: geology, mining, Micromine program, ledge height, drilling and blasting operations, explosives.

Кіріспе

Қазіргі заманда жабдықтар мен бағдарламалардың жаңа заманау түрлерін қолдану көптеген өндірістік мәселелердің шешуін жылдамдатады. Аталған жағдай жалпы геологиялық барлау мен тау-кен өндірісінде өзекті деуге де болады. Бірақ, бұл мәліметтерді жинау барысында олардың сапасы туралы ұмытпау керек. Зерттеулер ақпаратқа негізделеді, ал ақпарат бастапқы мәліметтерден алынады. Зерттеулерде болатын қателер салдарынан қайта бастапқы мәліметтерді ескеру қажет, сонымен қатар ол қателерді түзетуге, уақытша және материалдық шығындарға әкеп соғады. Бастапқы мәліметтерді қалпына келтіру өте қымбатқа түседі, ал кейде мүмкін емес.

Үлкен көлемді бастапқы ақпаратты жинау бойынша жұмыстар сапасын бақылау әжептәуір қиын. Жобаның мәліметтер базасына геологиялық ақпараты енгізу үнемі бақылану қажет. Осындай мәселелерді шешу үшін Micromine

тау-кен – геологиялық ақпараттық жүйесін (ГАЗ) қолдану тура келеді. Micromine ақпараттық жүйесі мәліметтерді жинауға, сақтауға және өңдеуге біріңғай орта болып табылады.

Тәсілдер

Зерттеу нысаны Ақжал полиметалды кенорны Қарағанды облысының Шет ауданында, Балқаш қаласынан 130 шақырым қашықтықта орналасқан (1 сурет).

Кенорны ауданы Жоңғар – Балқаш геосинклинальды аумағының үш ірі құрылымдардың түйісуінде орналасқан.

Аталған ауданның күрделі тектоникалық құрылымы бірнеше кезең ішінде құрылған болатын. Оның ішінде бірнеше құрылымды атап кетуге болады. Эпикалендондық қатпарлы кешені екі құрылымдық қатпарға бөлінген.

Төменгі қабат ауданы бойынша франк андезит – тахиолиттік контрасттық бапталған формациялармен келтірілген. Вулканиктер өлшемі 4 × 2 км, қанаттарында

құлама бұрыштары 30-дан 75° бар кең қарапайым қатпарларды түзеді. Ал жоғарғы қабаты Ақжал-Ақсаран жаншылу аймағымен келтірілген, ол соңғы девондық субсілтілі – калий базальттар мен карбонатты сазды – тақтатасты және әктасты формацияларлы соңғы девондық – ерте таскөмірлі шөгінділерден құрылған¹.

Негізгі кен жыныстары кремне – сазды әктердің төменгі және жоғарғы деңгейликтерімен қоршалатын шыңтасты әктер болып табылады. Бұл жыныстар Ақжал антиклиналінің төбе бөлігін құрайды. Кенорын антиклиналінің төбе бөлігінде уату зонасымен ұштастырылған, сызықты созылған кенді бойлықты созылымды зоналар шегінде орналасқан.

Өндірістік кенге айналымы бар, кен зонасы 5 км қашықтықта байқалынады. Ол құламасы бойынша 550 м тереңдікке дейін барланған. Кен зонасының орташа қалыңдығы 15-20 м. Кенорынның кендік зонасы шартты үш участка – Батыс, Орталық және Шығыс деп бөлінген.

Маркшейдерское дело

Бірінші учаске өндірілген, Орталық пен Шығыс учаскелері қазіргі уақытта өндіріліп жатыр^{1,2}.

Орталық учаскесінің ұзындығы 2900 м-ге жуық, және Орталық

учаскенің ерекшелігі – массивті әктастар қабаты және ондағы кендену учаскенің шығыс, орталық және қиыр батыс бөліктерінде жер бетіне шығатыны. Массивті

әктастар қабаты батыс бағытында 15 градус бұрышпен 100 м-ге жуық тереңдікке біртіндеп түсіп, содан соң қайта жер бетіне жақындайды. Орталық учаскенің терең емес кендерін карьермен өндіріледі [1].

Сонымен қатар, қазіргі уақытта Орталық және Шығыс учаскелерінің жоғарғы кен денелерін өндіру штольнялар мен қосымша еңістер арқылы жүргізіледі. Штольнялар карьердің кемерлерінен жер асты кенішінің жоғарғы деңгейжиектерін қазып өндіру үшін арналған.

Micromine ақпараттық жүйесі бұл қазіргі заманауи тау-кен инженерлері, геологтар мен маркшейдерлерге арналған кәсіби қолданбалы бағдарламалық жиынтығы. Бағдарламалық жасақтама 1984 жылдан бастап австралиялық Micromine Pty Ltd компаниясымен жасалады. Тау-кен геологиялық ақпараттық жүйелер (ТГАЖ) геоақпараттық жүйелердің ерекше түріне жатады, кейбір кезде үшөлшемді геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) ретінде жіктеледі [2].

Бастапқы мәліметтер жұмысының бірінші кезеңінде Micromine бағдарламасымен Ақжал кенорнының математикалық моделі жасалынды. Мәліметтер базасы құрылып, Micromine бағдарламасына импортталған болатын. Аталған мәліметтер базасы үш негізгі файлдан тұрады, атап айтқанда төтел сағасының координаталары, төтелдер инклинометриясы және сынамауау мәліметтері (2 сурет). Мәліметтер базасы тексерілгеннен кейін, келесі жұмыс түзетілген мәліметтермен жүргізіледі [3].

Содан кейін төтел бойындағы координаталары есептеліп, кен денесі үлгісі жасалады. Құрылған интерпретацияланған сұлбалар негізінде кен денесінің каркастық моделі құрылады. Кенорынның құрылған моделінің негізінде кенішті өндіру бойынша нұсқаулықтар жобаланған (3 сурет).

Кен денесін және оны өндіру бойынша карьерді моделдеу кезінде Micromine бағдарламасын қолдану көптеген мүмкін болатын



Сурет 1. Ақжал кенорны.
Рис. 1. Месторождение Ақжал.
Figure 1. Akzhal deposit.

скважина	x	y	z	глубина	код	азимут	угол	номер блока	горизонт	дата съемки
1	5852	26480.301	22259.903	359.452	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
2	5853	26477.487	22258.879	359.335	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
3	5855	26474.12	22257.963	359.357	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
4	5854	26474.141	22254.956	359.222	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
5	5851	26478.754	22254.755	359.468	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
6	5849	26482.792	22254.265	359.653	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
7	5848	26483.601	22250.02	359.536	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
8	5850	26483.659	22257.758	359.895	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
9	5847	26488.224	22261.232	360.191	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
10	5846	26487.696	22258.18	360.043	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
11	5845	26487.494	22254.448	359.765	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
12	5844	26487.595	22250.43	359.571	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
13	5840	26491.486	22251.294	359.71	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
14	5841	26491.368	22254.938	359.948	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
15	5842	26491.577	22258.849	359.951	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
16	5837	26495.082	22258.88	360.166	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
17	5843	26491.392	22262.406	360.133	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
18	5838	26495.457	22259.238	359.999	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
19	5839	26495.149	22262.687	360.274	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
20	5834	26499.994	22259.07	360.202	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
21	5835	26499.936	22263.334	360.402	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
22	5830	26504.495	22258.88	360.416	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
23	5831	26504.151	22263.342	360.423	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
24	5836	26495.451	22252.371	359.903	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
25	5827	26507.372	22263.333	360.53	5	1	0 -90	1	355	3.01.2018
26	5832	26499.915	22252.15	360.017	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
27	5824	26508.454	22252.613	360.297	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
28	5828	26504.335	22251.905	360.062	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
29	5833	26499.923	22255.424	360.057	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
30	5829	26504.617	22254.746	360.258	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018
31	5825	26508.217	22255.591	360.327	5	2	0 -90	1	355	3.01.2018

Сурет 2. Төтел сағасының координаталары.
Рис. 2. Координаты устья скважин.
Figure 2. Wellhead coordinates.

¹Поречин А.А., Красиков В.Н. және басқа. Ақжал қорғасын-мырыш кен орнының 01.10.2008 ж. жағдай бойынша қорларды есептеу есебі.

²Agterberg F. Theoretical foundations, applications and future developments. – New York, 2014. – 553 p.

варианттарды жедел түрде сараптауға және олардың ішінен ең оңтайлысын таңдауға мүмкіндік береді. Ол үшін кеніш және де кенорынды өндіру көлемі есептелген (4 сурет).

Micromine бағдарламасы кенорынды бағалауға, жобалауға, оңтайландыруға және тау-кен жұмыстарын жоспарлауға арналған құралдар ұсынылып, кенорынды 3D – моделдеуге арналған кешенді

шешім болып табылады. Жүйе тұтынушыларға жобаға жан-жақты шолу жасауға мүмкіндік береді, осыған байланысты табысқа қол жеткізу мүмкіндіктерін арттыра отырып, пайдалы кен денесінің учаскелерін мұқият зерттейді [4].

Бағдарламаның масштабталатын және компонентті құрылымы қазіргі уақытта кәсіпорынға қажетті, Micromine бағдарламасы функционалын

таңдауға мүмкіндік беретін бірнеше модульдардан тұрады.

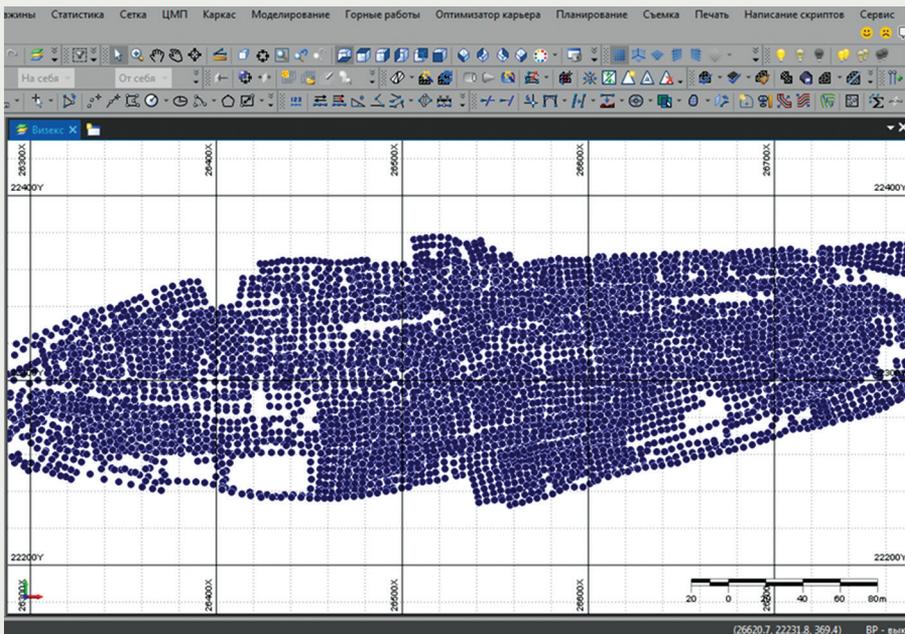
Барлық енгізілген деректер үшін кодтық сілтемелер жасалды. Ақпараттар автоматты түрде мәліметтер базасына жүктеледі. Төтелдедің тек бірақ рет ат берілді – ол қаланған кезде, ол автоматты түрде кесте ақпараттық сілтемеден алынады [4, 5].

Micromine бағдарламасында жасалынған жұмыстары автоматты түрде есеп беруді мәзіріне шығарамыз. Сонымен бірге, геологиялық сипаттаманы Micromine бағдарламасында импорттауға литологиялық кодтары бар кестелік форматта көрсетуге болады, бұл жиналған мәліметтерді жедел бағалауды жүргізуге және оған қажет болған жағдайда барлау жұмыстарының барысын түзетуге, бұрғылау көлемін оңтайландыруға мүмкіндік берді³ [5].

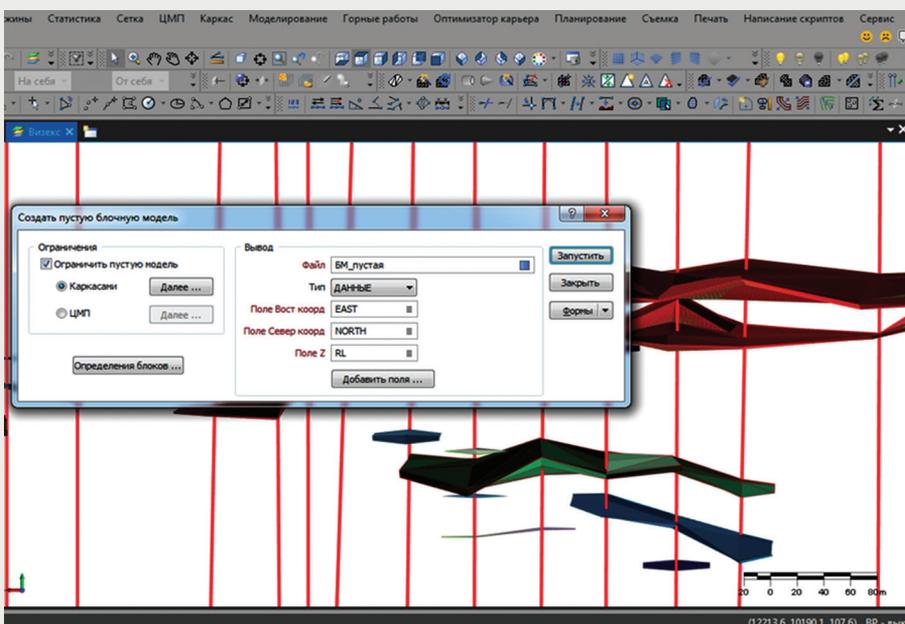
Бағдарламада бұрғылау паспортын құрастыру жобаланған ұңғымалар туралы мәліметтер базасынан басталады, бұл кейіннен қажет болған жағдайда бұрын жобаланған блоктың ұңғымаларын орналастыруға мүмкіндік береді (5 сурет). Деректер базасы кестесі – бұл бұрғылау аттыру жұмыстар қондырғыларының параметрлері туралы барлық қажетті ақпараттарды (ұңғыманың диаметрі, ұзындығы мен бағыты, ұңғыма координаттары, блок атауы, зарядтау және түзу ұзындығы және т.б.) сақтайды [6].

Позиционирлеу және мәліметтерді басқару жүйелерімен жабдықталған заманауи бұрғылау құралдары бұрғыланған төтелдердің орны мен нақты параметрлерін ғана беремейді, олар тау жыныстарының құрылымы және беріктік қасиеттері туралы ақпаратты да береді. Тау-кен – геологиялық ақпараттық жүйесінде осы ақпаратты келесіде жару жұмыстарын жобалау үшін қолдануға және визуализациялауға бір қатар құралдары бар [7].

Бұрғылап – жару жұмыстарының куәлігін жасағаннан кейін және нақты бұрғыланған төтелдердің координаттарын алғаннан кейін коммутация сеасын



**Сурет 3. Ақжал кенорынның кен денесінің үлгісі.
Рис. 3. Образец рудного тела месторождения Акжал.
Figure 3. Ore sample of Akzhal deposit.**



**Сурет 4. Кенорынның көлемін есептеу.
Рис. 4. Расчет объема месторождения.
Figure 4. Field Volume Calculation.**

Маркшейдерское дело

құруға және жарылғыш заттарды есептеуге кірісуге болады. Бағдарламада келесі шарттарды ескеріп, жарылғыш заттарды есептеудің бірнеше варианттары бар:

- көлемі немесе тоннаждан меншікті шығынын;
- оқтама немесе тығындының тұрақты ұзындығын.

Нәтижесінде әр төтелдің оқтама және тығынды аралықтары, жарылғыш заттардың саны берілген есеп беру (6 сурет), сондай-ақ әр ұңғыманың жарылғыш заттардың мөлшері көрсетіледі.

Micromine тау-кен – геологиялық ақпараттық жүйесі түрлі геологиялық нысандармен жұмысты қамтамасыз етеді, ал бұрғылап – жару жұмыстарын жоспарлау кезінде келесі жұмыстарды автоматтандыруға мүмкіндік береді:

- пайдалы кеннің қажетті компоненттерін тандаумен сынамалау мәліметтерін жүктеу, сондай-ақ қималар, блоктар, барлау типтері бойынша фильтрлеу;

- тау-кен қазбалар моделдерінде сынамалар координаттарын автоматты түрде есептеумен сынамалау мәліметтер базасын толықтыру. Маркшейдерлік түсіріс мәліметтері бойынша төтелдер сағасының координаттарын автоматты түрде енгізу;

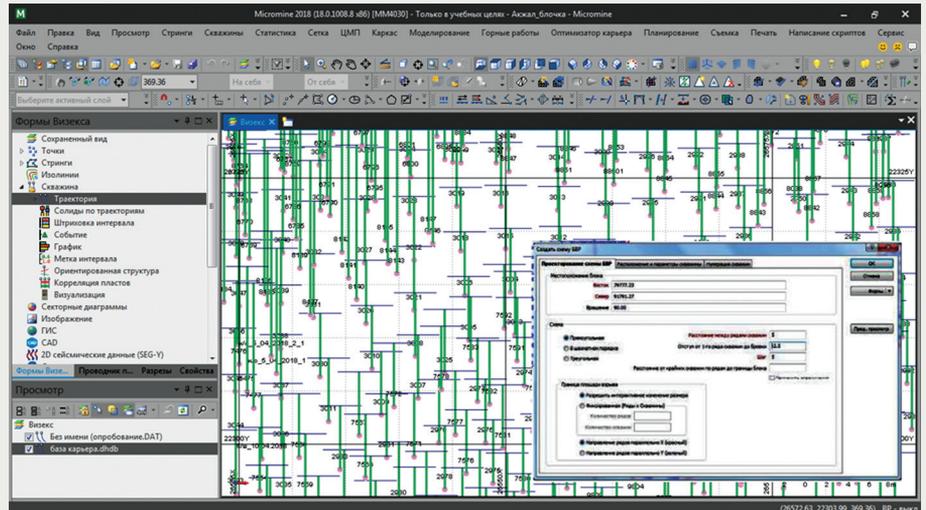
- сынама моделдерінің визуализациясы, оның ішінде: құрамының компоненттер мәндері келтірілген түсті аңызды рәсімдеу; төтелдер және олардың сағасының траекториясын, төтелдер/қазбалар атауын, сынама номерлерін, құрамының мәндерін немесе сынамаларды және олардың жиынтығының басқада сипатамаларын көрсету;

- қималарды құрып, барлау сызықтарының моделдерін қалыптастыру;

- пайдалы кеннің айқындалған кондициялық аралықтары мен компоненттер құрамы бойынша тақта тәрзді денелердің моделдерін құру;

- пайдалы кеннің компоненттер құрамының изосызықтарын құру;

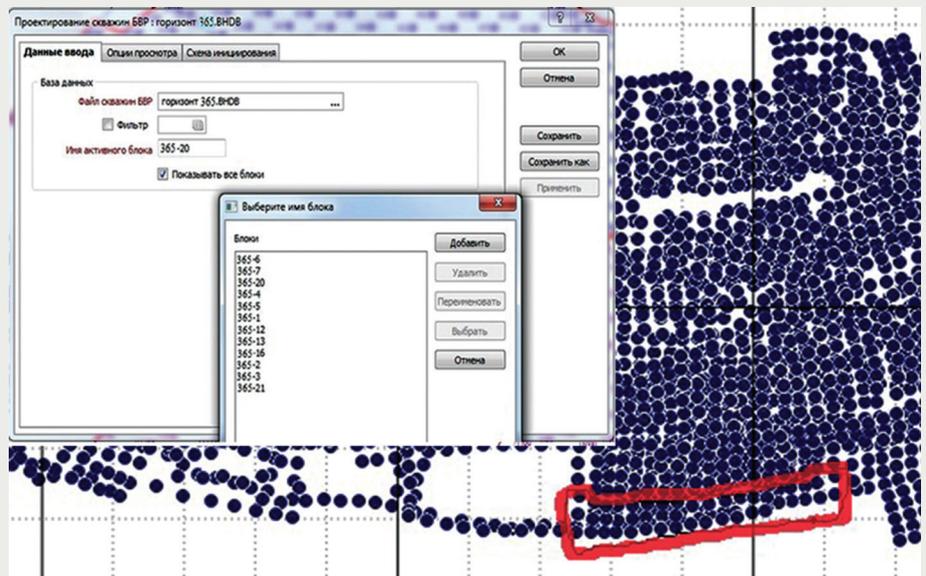
- модель шекараларында блок өлшемдерін кішірейту мүмкіндігімен геологиялық (кен) денесінің блоктық моделін құру;



Сурет 5. Жобаланылатын төтелдердің берілістер негізінде көрсету.

Рис. 5. Обзор проектируемых скважин на основе данных.

Figure 5. Overview of design wells based on data.



Сурет 6. Бұрғылап аттыру жұмыстарындағы төтелдерді редактірлеу мен жоспарлау.

Рис. 6. Редактирование и планирование скважин бурения.

Figure 16. Editing and planning of well drilling.

- геологиялық денелерді блоктық құрылымын көрсетіп, қималарды қалыптастыру [8].

Сөйтіп, қортындылай келе жобалауға заманауи тәсілдерді қолдану бұрғылап – жару жұмыстарды жүргізу тиімділігі мен сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Micromine бағдарламасы көптеген варианттарды сараптауға мүмкіндік береді, бірақ қазірсі уақытта біз екі вариантты сараптады.

Кенорынды өндіру параметрлерін түрлендіру арқылы экономикалық қатынаста ең тиімдісін іздеуді жалғастыруға ұйғарылды.

Бүгінгі таңда арнайы тау-кен-геологиялық бағдарламалық кешендер мүмкіндіктерімен таныс емес тау-кен өндіруші кәсіпорын жоқ деуге болады. Түрлі компаниялар геологтар, маркшейдерлер, кеншілер және басқа да мамандарға кейбір мәселелерді шешу үшін қажетті еңбек және уақыт шығындарын едәуір оңтайландыратын

³Wang S., Hagan P.C., Cao C. *Advances in rock-support and geotechnical Engineering*. – Boston, 2016. – 410 p.

түрлі бағдарламалық кешендер ұсынады. Кенорынды барлау кезінде ақпараттың үлкен көлемі жиналады: барлау қазбаларының геологиялық

құжаттары, сынамалау мәліметтері, геофизикалық, геохимиялық зерттеулер нәтижелері және т. б. Келесіде геологиялық карталарды,

қималарды, әр деңгейжиік пландарын, кен денелерінің проекцияларын құру және басқа да мәселелерді шешу мақсатында ақпарат өңделеді.

ПАЙДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Тұяқбай Ә.С., Сатбергенова А.К., Естаева А.Р. Тау-кен өнеркәсібіндегі санық технология. // Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «4.0 Индустрия жағдайында минералдық және техногендік шикізатты ұтымды пайдалану». – Алматы, 2019 (14-15 наурыз). – Б. 469-473.
2. Курцев Б.В., Верчеба А.А., Жданов А.В. Кәсіпорындарда ГАЗ жиынтығын тиімді қолдану. // XXI ғасыр жер қойнауы. – 2011. – Б. 15-18.
3. Тұяқбай Ә.С., Сатбергенова А.К., Игемберлина М.Б., Копбаев К. Кеніштердің жұмысын тиімді және бақылауларын жоғарлату. // Геодезия, маркшейдерлік іспен геотехникадағы сандық технологиялар: Халықаралық маркшейдерлер форумының Еңбектері. – Қарағанды, 2019 (19-20 сәуір). – Б. 222-226.
4. Басаргин А.А. Мicromine геоақпараттық жүйесін қолдана отырып кен орындарының үшөлшемді геологиялық модельдерін құру әдістемесі. // Интерэкспо ГЕО-Сібір-2015: «Геодезия, геоақпарат, картография, маркшейдерия» XI Халықаралық ғылыми конференция. – Новосібір, 2015 (13-25 сәуір). – Т. 1. – Б. 15-20.
5. Melikulov A.D., Salyatova K.D., Gasanova N.Y., Rumi D.F. Жерасты құрылысы кезінде тау жыныстарын тиімді және қауіпсіз жарылыспен бұзу жағдайларына талдау № // Поляк ғылыми журналы. – 2019. – №15. – Т. 1. – Б. 47-51.
6. Басаргин А.А. Заманауи технологиялардың көмегімен пайдалы қазбалар кен орындарының сандық үлгілерін құру. // СМГА хабаршы. – 2014. – Шығ. 1(25). – Б. 34-40.
7. Осипов В.Л. Мicromine бағдарламасындағы аралықтарын кен денесінің қорларын есептеп анықтау. // Тау-кен ғылымы мен технологиялары. – 2018. – №2. – Б. 23-31.
8. Шевкун Е.Б., Лецинский А.В., Галимьянов А.А. Жоғары кенжардағыр жарылыс ұңғмаларын біріктіру. // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық хабаршысы. – 2015. – №4. – Б. 331-336.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тұяқбай Ә.С., Сатбергенова А.К., Естаева А.Р. Цифровые технологии в горнодобывающей промышленности. // Международная научно-практическая конференция «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0». – Алматы, 2019 (14-15 марта). – С. 469-473.
2. Курцев Б.В., Верчеба А.А., Жданов А.В. Эффективность применения комплексных ГГИС на предприятии. // Недропользование-XXI век. – 2011. – С. 15-18.
3. Тұяқбай Ә.С., Сатбергенова А.К., Игемберлина М.Б., Копбаев К. Мониторинг и повышение эффективности работы карьеров. // Труды Международного форума маркшейдеров «Цифровые технологии в геодезии, маркшейдерии и геомеханике». – Караганда, 2019 (19-20 апреля). – С. 222-226.
4. Басаргин А.А. Методика создания трехмерных геологических моделей месторождений с использованием геоинформационной системы Мicromine. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015: XI Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск, 2015 (13-25 апреля). – Т. 1. – С. 15-20.
5. Melikulov A.D., Salyatova K.D., Gasanova N.Y., Rumi D.F. Анализ условий эффективного и безопасного взрывного разрушения горных пород при строительстве подземных сооружений. // Польский научный журнал. – 2019. – №15. – Т. 1. – С. 47-51.
6. Басаргин А.А. Создание цифровых моделей месторождений полезных ископаемых с применением современных технологий. // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1(25). – С. 34-40.
7. Осипов В.Л. Определение рудных интервалов при подсчете запасов в программе Мicromine. // Горные науки и технологии. – 2018. – №2. – С. 23-31.
8. Шевкун Е.Б., Лецинский А.В., Галимьянов А.А. Короткая комбинированная забойка взрывных скважин высокой запирающей способности. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – №4. – С. 331-336.

REFERENCE

1. *Tuyakbay A.S., Satbersenova A.K., Yestayeva A.R. In the mining industry digital technology. // International scientific and practical conference «Rational use of mineral and man-made raw materials in the conditions of Industry 4.0». – Almaty, 2019 (March 14-15). – P. 469-473.*
2. *Kurtsev B.V., Verceba A.A., Zhdanov A.V. The effectiveness of the use of integrated GIS at the enterprise. // Subsoil use-XXI century. – 2011. – P. 15-18.*
3. *Tuyakbay A.S., Satbergenova A.K., Igemberlina M.B., Kopbaev K. Monitoring and improving the efficiency of quarries. // Proceedings of the international forum of surveyors «Digital technologies in geodesy, surveying and geotechnics». – Karaganda, 2019 (April 19-20). – P. 222-226.*
4. *Basargin A.A. Methodology for creating three-dimensional geological models of deposits using the Micromine geographic information system. // Interexpo GEO-Siberia-2015: XI International Scientific Conference «Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Mine Surveying». – Novosibirsk, – 2015 (13–25 April). – Vol. 1. – P. 15-20.*
5. *Melikulov A.D., Salyamova K.D., Gasanova N.Y., Rumi D.F. Rumi D.F. Analysis of the conditions of effective and safe explosive destruction of rocks during the construction of underground facilities // Polish journal of science. – 2019. – №15. – Vol. 1. – P. 47-51.*
6. *Basargin A.A. Creation of digital models of mineral deposits using modern technologies. // SSGA messenger. – 2014. – Vol. 1(25). – P. 34-40.*
7. *Osipov V.L. Determination of ore intervals in calculating reserves in the Micromine program. // Mining science and technology. – 2018. – №2. – P. 23-31.*
8. *Shevkun E.B., Leshchinsky A.V., Galimyanov A.A. Short combined stemming of blasting holes with high shut-off ability. // Mining Information and Analytical Bulletin. – 2015. – №4. – P. 331-336.*

Авторлар туралы мәлімет:

Тұяқбай Ә.С., Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті», «Пайдалы қазбалар кен орындарын өңдеу» кафедрасының PhD докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан), assem_jan@mail.ru

Батыршаева Ж.М., «Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті», «Пайдалы қазбалар кен орындарын өңдеу» кафедрасының PhD докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан), cara-bm@mail.ru

Оралбай А.О., «Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті», «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан), oralbay.aldiyar@mail.ru

Оразғалиева А.А., «Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті», «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан), oralbay.aldiyar@mail.ru

Сведения об авторах:

Тұяқбай Ә.С., PhD докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), assem_jan@mail.ru

Батыршаева Ж.М., PhD докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), cara-bm@mail.ru

Оралбай А.О., магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), oralbay.aldiyar@mail.ru

Оразғалиева А.А., магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), oralbay.aldiyar@mail.ru

Information about the authors:

Tuyakbai A.S., PhD Doctoral Student of the Department of Development of Mineral Deposits of the Karaganda State Technical University (Karaganda, Kazakhstan), assem_jan@mail.ru

Batyrshayeva Zh.M., PhD Doctoral Student of the Department of Development of Mineral Deposits of the Karaganda State Technical University (Karaganda, Kazakhstan), cara-bm@mail.ru

Oralbay A.O., Master Student of the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Karaganda State Technical University (Karaganda, Kazakhstan), oralbay.aldiyar@mail.ru

Orazgaliyeva A.A., Master Student of the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Karaganda State Technical University (Karaganda, Kazakhstan), oralbay.aldiyar@mail.ru



a Hyve event

MiningWorld Russia

24-я Международная выставка
машин и оборудования
для добычи, обогащения
и транспортировки
полезных ископаемых

Забронируйте стенд
miningworld.ru



20–22 октября 2020
Москва, Крокус Экспо



Код МРНТИ 52.13.04

Р.О. Нурлыбаев

Институт горного дела им. Д.А. Кунаева – филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан»
(г. Алматы, Казахстан)

ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОСЕДАНИЙ ПОДРАБОТАННОЙ ТОЛЩИ ПОРОД, ХАРАКТЕРНЫХ УСЛОВИЯМ РАЗРАБОТКИ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация. В статье на примере разработки мощных и сближенных рудных залежей камерно-столбовой системой в условиях Жезказганского месторождения изучены закономерные особенности сдвижения и оседания пород над выработанным пространством. Установлены взаимовлияющие факторы и их совокупность, обуславливающая процесс и механизм оседания пород над образовавшимися пустотами. При оценке и прогнозировании зоны возможного оседания подработанной ослабленной породной толщи в качестве главного критерия для расчета взят коэффициент разрыхления пород, предопределяющий величину, т. е. высоту зоны разрыхления в зависимости от суммарной мощности вынудой залежи и от других влияющих факторов. Это позволит заранее предупредить катастрофические явления в виде обрушений вплоть до земной поверхности, имевших и имеющих место в мировой практике добычи твердых полезных ископаемых.

Ключевые слова: мощные и сближенные рудные залежи, камерно-столбовая система разработки, междукамерный целик, ярусная отработка, панель, горное давление, напряженно-деформированное состояние, разрушение, обрушение, разрыхление, сдвижение, оседание пород.

Жезқазған кенорындарын қазып алу жағдайларына тән қазымдалған тау жыныстар қыртысының шөгу заңдылықтар ерекшеліктерін зерттеу

Аңдатпа. Мақалада Жезқазған кенорыны мысалында оның қалың және бір-біріне жақындасқан кен шоғырларын камералы-діңгекті қазу жүйесі жағдайында кеністік қазбасының, яғни қазымдалған панелдердің үстіндегі тау жыныстарының жылжу және шөгу заңдылық ерекшеліктері зерттелген. Пайда болған қуыстардың төбелеріндегі тау жыныстарының шөгу процесіне және механизміне өзара және бірігіп әсер ететін факторлар анықталған. Кеуленіп босансыған тау жыныстар қыртысында болуы мүмкін шөгу аймағын бағалап болжауда, оның мөлшерін, яғни биіктігін қазбалап алынатын барлық кен шоғырларының қалыңдығымен және басқада әсер ететін факторлармен байланыстылығын табу үшін, есепке тау жыныстардың қоспсу коэффициенті басты көрсеткіш ретінде алынған. Бұл пайдалы қатты кен қазбаларын өндіруде орын алатын катастрофиялық жағдайларға тән, тау жыныстарының жер бетіне дейін опырылуын алдын-ала ескертеді.

Түйінді сөздер: қалың және бір-біріне жақындасқан кен шоғырлары, камералы-діңгекті жүйе, камерааралық кен тірек, ярусты қазбалау, панель, тау қысымы, кернеулі-деформациялану жағдайы, қирау, опырылу, қоспсу, жылжу, тау жыныстарының шөгуі.

Analysis of the peculiarities of the sediments of the breeds over the exploited panels under the chamber-post system for the development of powerful and approximate ore deposits

Abstract. In the article by the example of developing powerful and close ore deposits by a chamber-pillar system in the conditions of the Zhezkazgan deposit, the regular features of the movement and subsidence of rocks over the worked-out space are studied, like waste panels. Mutually influencing factors and their combination, which determine the process and mechanism of subsidence of rocks over the formed voids, are established. When assessing and predicting the zone of possible subsidence of the undermined weakened rock mass, the coefficient of rock loosening, which determines the value, i.e., the height of the zone of loosening, depending on the total thickness of the excavated deposit and other influencing factors, was taken as the main criterion (indicator) for the calculation. This will allow you to prevent in advance catastrophic phenomena in the form of collapses inclusive up to the earth's surface, which have occurred and are taking place in the world practice of mining solid minerals.

Key words: powerful and close ore deposits, chamber-pillar development system, inter-chamber pillar, longline mining, panel, mountain pressure, stress-strain state, destruction, collapse, loosening, shift, sedimentation of rocks.

Введение

При разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ТПИ) подземным способом одним из самых изучаемых вопросов является исследование процессов сдвижения и оседания пород над выработанным пространством. Этой теме посвящены труды многих отечественных и зарубежных авторов – ученых и специалистов, у которых разные подходы и методы исследования. Они, всесторонне изучая аспекты данного вопроса на базе теоретических, экспериментальных исследований, натуральных наблюдений, выдвигали и предлагали свои версии и методологию, развивающие теоретические и практические основы изучаемой темы.

Проведенные исследования сдвижений пород в самых различных условиях в зависимости от ряда факторов, прежде всего, степени и объема подработанности толщи горного массива и полученные при этом результаты указывают на их достоверность и научную обоснованность. Среди исследований наибольший научный интерес представляют работы ряда авторов¹⁻⁵ [1-7].

В результате образованных подземных пустот в окрестностях горных выработок породный массив претерпевает физические изменения, вызванные напряженно-деформированным состоянием (НДС) разрабатываемого горного массива. При этом происходящие необратимые нарушения естественного природного

¹Кандыбаева Ж.М. Закономерности сдвижения горных пород в массиве. – М.: Наука, 1968. – 108 с.

²Фисенко Г.Л. Пределные состояния горных пород вокруг выработок. – М.: Недра, 1976. – 272 с.

³Боложин Ж.А., Клиновицкий Ф.И. Геомеханические условия охраны подготовительных выработок при отработке угольных пластов. – М.: Наука, 1982. – 26 с.

⁴Борщ-Компаниец В.И., Макаров А.Б. Горное давление при отработке мощных пологих рудных залежей. – М.: Недра, 1986. – 271 с.

⁵Нурпеисова М.Б. Сдвижение горных работ при подземной разработке месторождений: учеб. пособие. // КазНИТУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы: Горная книга, 2018. – 287 с.

состояния и относительного равновесия толщи массива, сопровождаемая по цепной реакции разрушением и обрушением, приводят к сдвигению пород и, как следствие, оседанию земной поверхности в зависимости от масштабы происходящих геомеханических процессов, обусловленных целым рядом факторов. Поэтому изучение данной проблемы в целях обеспечения безопасности и эффективности добычи полезных ископаемых не теряет своей актуальности и имеет первостепенное значение как в теоретическом, так и практическом планах. Рассмотренные в данной работе зоны ослабления, обрушения подработанных пород малыми и крупными блоками, в различной степени разрыхлением разрушенной зоны и подбутовкой целой части кровли, в зависимости от литологических, структурных и прочностных особенностей толщи, приводят к различным видам влияния горного давления на породы приконтурных участков выработок, где наблюдаются зоны отжима, за ними – зона опорного давления, где имеют место значительные напряженные состояния сильно сжатых пород.

Методы исследования

Для решения рассматриваемых вопросов и проблем использован комплексный метод исследования, включающий изучение структурных особенностей подработанной толщи, свойств и поведения разрабатываемого горного массива, а также его НДС в зависимости от степени подработанности пород и других влияющих факторов; анализ геолого-маркшейдерской документации по профильным линиям, т. е. вертикальных разрезов по отработанным участкам; прогнозный расчет предполагаемой высоты зоны разрыхления и оседания пород; сравнительный анализ и оценку полученных результатов.

Результаты исследований и их обсуждение

Вдоль весьма прочных на сжатие нагруженных γH и монолитных пород приконтурной части очистных выработок зона отжима не образуется, однако породы могут находиться под большими сжимающими нагрузками вдоль γH , что вызывает «стреляние» (резкие отколы кусков пород в сторону выработки). Прочные породы, находящиеся в состоянии сжатия с боков, сверху и снизу, весьма редко образуют вертикальные трещины. Эти причины обуславливают формирование зоны опорного давления в прочных породах в непосредственной близости к контуру выработки.

В случае проведения очистных выработок по слабым на сжатие вдоль γH породам, например, по угольным пластам, в приконтурных частях очистных выработок образуются значительные зоны отжима и опорного давления, которые наблюдались при исследовании сдвижений подработанных горных пород Карагандинского угольного бассейна¹.

В связи с тем, что ставились задачи в том числе обоснования горного давления на одиночные горизонтальные и вертикальные выработки, а также на их крепи, более подробно рассмотрены вопросы: какие возмущения в состоянии вмещающих пород вносят одиночные выработки; каковы состояния приконтурной зоны выработок в зависимости от прочностных и других характеристик горных пород, глубины заложения

выработок? Правильные ответы на эти вопросы в значительной степени будут способствовать эффективному креплению и охране одиночных подземных выработок.

Признавая очевидный факт, что одиночные подземные выработки значительно меньше нарушают состояние вмещающих пород по сравнению с очистными, имеющими протяженные поперечные и продольные размеры, учитывая выводы о зонах ослабления, разрыхления, подбутовки, отжима и опорного давления, можно сделать заключение, что справедливым и правильным является применение теории сводообразования М.М. Протодьяконова (старшего) при расчетах горного давления на крепи одиночных выработок не только мелкого, но и глубокого заложения, с чем совпадают обоснованные утверждения многих исследователей.

В результате проведения подземных горных выработок во вмещающих породах идет процесс нарушения установившегося НДС. При этом выработка полностью может оказаться в однородной и однотипной среде, т. е. литологически в конкретной разновидности породы, или в многослойной и многокомпонентной среде. В этих случаях среда может оказаться нарушенной трещинами, смятиями, сдвигами, поверхностями скольжения и включениями отдельных линз и других форм неоднородности.

Все отмеченные случаи вмещающей подземную выработку среды обуславливают различным образом давление на саму выработку и ее крепление. При этом параметры выработок одиночных подготовительных, а также очистных (добычных выработок при применении различной системы разработки залежи) неадекватным образом влияют на изменения НДС вмещающей среды, на формирование зоны ослабления и зоны разрыхления пород вокруг выработок. Эти различные влияния выработок на состояние вмещающих пород (с охватом геологического строения, структурных особенностей и сочетаний литологических типов горных пород) достаточно подробно рассмотрены многими авторами.

Например, в работах^{2,3} приведены расчетные формулы коэффициента разрыхления K_p горных пород вокруг подземных выработок, которые позволяют выразить высоту зоны разрыхления H_p через поперечные размеры выработки или через вынимаемую мощность m залежи и K_p в следующем виде:

$$H_p = m / (K_p - 1). \quad (1)$$

Аналогично формуле (1) в монографии⁵ приведено выражение для расчета высоты разрыхленной зоны:

$$H_p = \xi' m k_u / (K_p - 1), \quad (2)$$

где ξ' – коэффициент формы обрушения, равный 1,5 и 1, соответственно, для параболического свода и прямоугольного обрушения;

k_u – коэффициент извлечения полезного ископаемого из недр, равный 0,9.

Ввиду того, что для прогнозных расчетов высоты разрушенной зоны (зоны разрыхления), вызванной проведением выработки, нецелесообразно учитывать такие факторы, как форма обрушения и коэффициент извлечения ископаемого из недр, была использована формула (1) для расчета H_p ослабляемых участков горных пород

зоной разрыхления вокруг подземных выработок. При расчетах (на примере Жезказганского месторождения⁴) коэффициент разрыхления принимался равным 1,4.

Метод прогнозного расчета высоты зоны обрушения пород заключается в том, что в расчете учитываются все мощности отработанных залежей, которые дают суммарную мощность $\sum m_p$, входящую в расчетную формулу (1). При этом значения высоты зоны разрыхленных пород H_p вычисляются с некоторым коэффициентом запаса n ввиду неучтенности объемов, занимаемых междуканнерными целиками (МКЦ). Этот метод позволяет находить на конкретном разрезе участка высоту зоны разрушения вдоль любой вертикали, и, соединив их концы, получить кривую, огибающую границы раздела зоны разрыхления от одновременно оседающих пород.

Согласно проведенным исследованиям, для прогнозных расчетов ожидаемой высоты зоны разрушения подработанных слоев толщи пород были взяты вертикальные разрезы отдельных участков шахты Покро по двум профильным линиям (№19 и №36), а также разрез участка шахты 42-47-51 по профильной линии №13, 14-14-бис Жезказганского месторождения. Выполненные расчеты по указанным профильным линиям показывают, при каких условиях зона разрыхления достигла или не достигла бы, насколько не достигла бы дневной поверхности на участках, в зависимости от целого ряда влияющих факторов, отмеченных выше, в том числе горно-геологических, горнотехнических и, в целом, геомеханических ситуаций, специфичных для каждого конкретного участка.

Из полученных результатов следует, что по профильной линии №19 на участке разреза, ослабленном из-за разрушения МКЦ, зона разрыхления, рассчитанная по формуле (1), распространяется только до определенных верхних горизонтов, не достигая дневной поверхности. С учетом заниженного коэффициента запаса прочности практически в два раза в результате разрушения МКЦ высота зоны разрыхления достигла бы дневной поверхности в центральной части данного участка.

На участке разреза по профильной линии №36 так же, как и в первом случае, наблюдается повышенная зона разрыхления пород над настилающимися панелями и наиболее высокими МКЦ при условии разрушения всех МКЦ. Несмотря на снижение коэффициента запаса в 3 раза, высота зоны разрыхления не достигнет отметки выше средних горизонтов. Это, помимо прочего, объясняется тем, что при залегающих в кровле мощных слоях серых и красных песчаников, разрушенные породы подбутовывают вышележащую толщу уже на указанных горизонтах, останавливая процесс дальнейшего смещения пород. Медленные оседания пород при таких условиях могут происходить на участке только по причине дальнейшей усадки и уплотнений пород в зоне разрушения.

В третьем примере (разрез участка шахты 42-47-51 по профильной линии №13, 14-14-бис) также наблюдается аналогичная картина, характерная только для данного участка. Рудные тела обрабатывались четырьмя слоями панелей, расположенных одна над

другой на разных расстояниях. Слои пород кровли состоят из серых и красных песчаников.

В этих условиях, без учета объемов МКЦ, расчетным путем полученная граница раздела разрушенной зоны от подбутованной толщи показывает, что резкие оседания пород не достигают дневной поверхности. Разрушения слоев пород заканчиваются подбутовкой вышележащей толщи на горизонте, ближе к дневной поверхности. На ней могут происходить лишь медленные и длительные вертикальные смещения, вызванные усадкой разрушенных пород.

Таким образом, если сравнить происходящее по трем разрезам, то можно увидеть, что на участке шахты 42-47-51 оседание земной поверхности будет происходить более интенсивно, чем на участках шахты Покро, т. к. граница зоны разрыхления пород расположена ближе к дневной поверхности вследствие многоярусной отработки залежей и других особенностей участка.

Изучение структурных особенностей подработанной толщи на участках Южно-Жезказганского и Восточно-Жезказганского рудников показывает, что на юге преобладают в кровле красные алевролиты и аргиллиты, которые склонны оседать без расслоений, а на участках Восточно-Жезказганского рудника залегают труднообрушаемые слои серых и красных песчаников. При этом толща, состоящая из слабых пород, после подработки работает на сдвиг вдоль контура зависания. В этом случае, низкие прочностные показатели аргиллитов и алевролитов, увлажненность, трещиноватость и другие факторы сильно способствуют резкому опусканию всей подработанной толщи без каких-либо заметных разрыхлений. Такое оседание толщи наблюдалось на шахтах Южно-Жезказганского рудника (например, обрушения с выходом на дневную поверхность на шахтах 44 и 45).

Для оседания слабых пород подработанного массива без расслоений в результате сдвига по контуру ослабленного участка характерным является еще и то, что такие участки имели незначительную глубину разработки залежи большой мощности. Схематически оседание такой подработанной толщи показано на рис. 1: часть разреза участка шахты Покро, где подработанный массив в основном состоит из крепких серых ($\sigma_{сжс} = 100-110$ МПа) и красных ($\sigma_{сжс} = 80-90$ МПа) песчаников, которые обрушаются крупными блоками с шагом обрушения в пределах от 10 м до 80 м. Обрушение слоев пород носит стадийный характер (снизу вверх), что обуславливает развороты, доходящие до 90°, взаимодействующих шарнирно или зацементированных одним концом блоков пород. Этому способствуют значительные по высоте выработанные пространства. При ведении очистных работ на большой глубине с обрушением мощных слоев крепких пород кровли может происходить такая подбутовка неразрушенной зоны, которая окажется прочнее и устойчивее, чем система, состоящая из подработанной толщи и МКЦ.

На рис. 2 схематически отражены изложенные факторы, ведущие к значительному разрыхлению обрушенных пород, способствующих быстрой подбутовке неразрушенной зоны.

Таблица 1

Результаты расчета высоты зоны разрыхления пород над выработанным пространством

Кестел

Тау жыныстарының қазымдық кеңістіктен жоғарыда қопсу аймағының биіктігін есептеу нәтижелері

Table 1

The results of calculating the height of the zone of loosening of rocks over the developed space

$\Sigma m, \text{ м}$	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	K_p
Высота зоны разрыхления $H_p, \text{ м}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	1,05
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	400	1,10
	13	27	40	53	67	80	93	107	120	133	147	160	173	187	200	1,15
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	1,2
	7	13	20	27	33	40	47	53	60	67	73	80	87	93	100	1,3
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	1,4
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	1,5
	3	7	10	13	17	20	23	27	30	33	37	40	43	47	50	1,6
	3	6	9	11	14	17	20	23	26	29	31	34	37	40	43	1,7
	3	5	8	10	13	15	18	20	23	25	28	30	33	35	38	1,8
	2	4	7	9	11	13	16	18	20	22	24	27	29	31	33	1,9
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	2,0
	2	4	5	7	9	11	13	15	16	18	20	22	24	25	27	2,1

Рассмотрен типичный пример разработки мощной залежи двумя слоями с оставлением рудного моста между соосно оформленными МКЦ и рудной коркой над верхними МКЦ, соответствующей случаю залегания в непосредственной кровле слабых, а в почве – весьма прочных пород. При расчете введены ограничения: глубина разработки залежи более 100 м, основная кровля состоит из мощных и прочных слоев песчаников, суммарный объем подземных пустот недостаточен для выхода зоны обрушения на дневную поверхность. При этих ограничениях обрушение подработанной толщи происходит следующим образом (рис. 2).

Некоторые целики нижнего и верхнего яруса разрушаются, часть целиков верхней панели внедряются в слабую непосредственную кровлю после разрушения рудной корки и при дальнейшем опускании пород встречают прочные слои основной кровли. Разрушение МКЦ нижней панели вызывает обрушение рудного моста на блоки с размерами, соизмеримыми с высотой МКЦ. Крупные блоки рудного моста при опускании на почву выработки занимают различные положения. Их развороты вокруг шарниров и точек заземлений могут колебаться в пределах от 0° до 90° . Таким же разворотам подвергаются блоки слоев пород основной кровли, причем значительному развороту крупных блоков способствует большая высота разработки. При таких обрушениях рудного моста и слоев пород основной кровли (только в зоне разрушения) отыщется множество наклонно или вертикально расположенных блоков, которые фактически могут обладать многократно большей несущей способностью по сравнению с МКЦ. Параллельно осуществляется естественный процесс разрыхления обрушенных пород, который, противодействуя совместно с блоками

пород опускающейся толще, гасит смещения кровли. При этом высота зоны разрушения получается меньше глубины разработки H , что обуславливает расположение границ обрушенных и подбученных пород на значительной глубине от дневной поверхности.

Были выполнены расчеты высоты зоны разрыхления пород над выработанным пространством в зависимости от суммарной мощности Σm_i вынудой залежи и от коэффициента разрыхления K_p . Результаты расчетов сведены в табл.1. Графическое отображение расчетных результатов, приведенное на рис. 3, показывает, что высота зоны разрыхления подработанных пород зависит от мощности Σm_i вынимаемых пород и от коэффициента разрыхления K_p . Причем Σm_i влияет

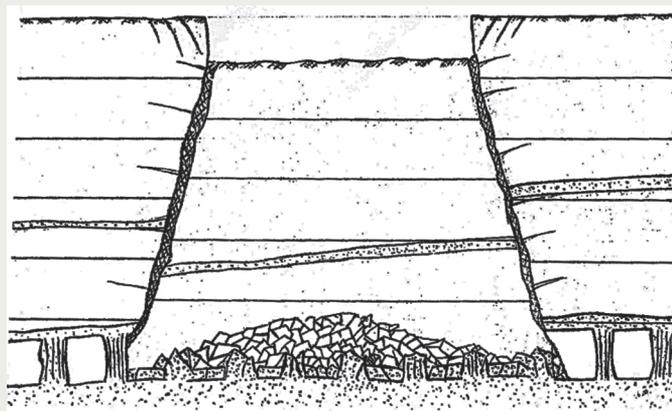


Рис. 1. Схема характерного оседания подработанной толщи, состоящей из слабых пород.
Сурет 1. Осал тау жыныстарынан тұратын қазымдалған қыртысына тән шөгу сызбасы.
Figure 1. Scheme of the characteristic subsidence of the undermined stratum, consisting of weak rocks.

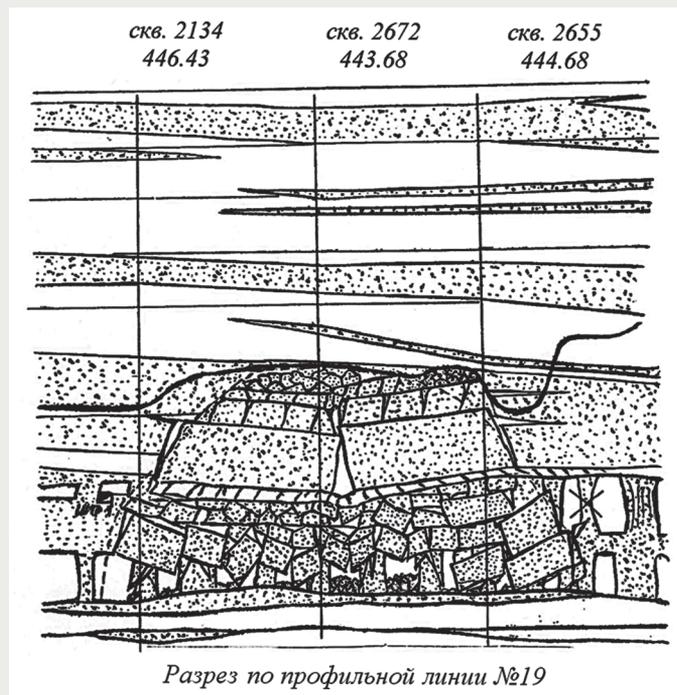


Рис. 2. Схема типичного крупноблочного обрушения крепких слоев пород подработанной толщи.

Сурет 2. Қазымдалған қыртыстағы қатты тау жыныстар қабаттарының үлкенблоқты опырылуының тіптік сызбасы.

Figure 2. Scheme of a typical large-block collapse of strong rock layers of the undermined stratum.

на величину зоны разрыхления в большей степени при малых коэффициентах разрыхления пород, а при больших значениях коэффициента разрыхления – в меньшей степени. То есть, при значительной суммарной разрабатываемой мощности залежи и больших коэффициентах разрыхления, что свойственно труднообрушаемым мощным слоевым структурам пород кровли, образующим блоки разрушения с длиной, приблизительно равной мощности слоев, расчетные зоны ослабленных подрыхленных пород распространяются лишь до 30-40 м над выработками. Лежащая выше на 30-40 м толща кровли после наступления ее полной подбутовки крупными блоками крепких труднообрушаемых пород получает прочную опору и в последующем показывает минимальные оседания пород всей подработанной зоны, включая и дневную поверхность.

Закключение

Таким образом, выполненный анализ процесса и механизма оседаний пород в результате подработки слоев толщи горного массива камерно-столбовой системой и при этом выявление изменчивости геомеханической ситуации в условиях разработки мощных и сближенных рудных залежей на шахтах и рудниках Жезказганского месторождения позволили сделать следующие выводы.

Выводы

1. На примере трех различных по горно-геологическим и горнотехническим характеристикам

участках разных шахт по конкретным геолого-маркшейдерским разрезам расчетным путем получены прогнозируемые границы между разрыхленной и согласованно оседающей зонами пород с установлением, соответственно, смещенной границы между зонами при снижении коэффициента запаса прочности в случае разрушения МКЦ.

2. Полученные расчетные границы и высота зоны разрыхленных пород свидетельствуют о том, что при подработке толщи массива, обладающего различными характеристиками и параметрами рудных тел (залежей) и пород, под действием совокупности влияющих факторов происходят сложные геомеханические процессы, сопровождаемые по цепной реакции в различной форме и масштабе в зависимости от степени влияния того или иного фактора.

3. Продолжительность и объемы оседания пород зависят от характера и интенсивности протекаемых геомеханических процессов, обусловленных горно-геологическими и горнотехническими характеристиками, специфичными для того или иного разрабатываемого участка. Основными из них, влияющими на особенности оседания пород над выработками при камерно-столбовой системе разработки мощных и сближенных залежей Жезказганского и аналогичных ему месторождений, являются, прежде всего, природные и техногенные факторы: мощность рудных тел, условия их залегания, отдаленность друг от друга и от дневной поверхности, структурно-литологический состав и свойства вмещающих пород и руд, их прочностные показатели, многоярусность схемы отработки и принятые ее параметры, а также другие всевозможные сопутствующие и способствующие оседанию пород условия.

4. Своевременная оценка и прогнозирование состояния и поведения подработанной толщи пород по предложенному методу расчетов позволяют

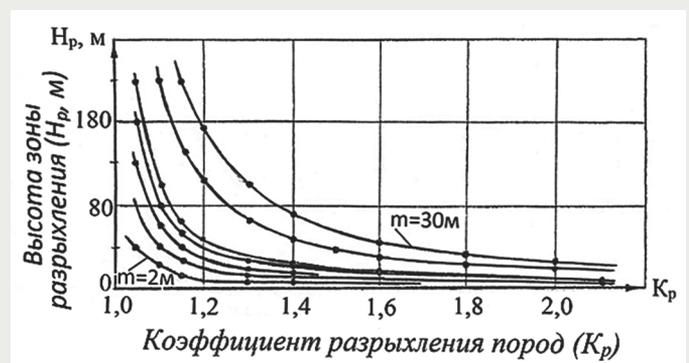


Рис. 3. Зависимость зоны оседания подработанной ослабленной породной толщи от степени разрыхления пород и разрабатываемой мощности залежи.

Сурет 3. Қазымдалған осал тау жыныстар қыртысының шөгү аймағының жыныстардың көпсу дәрежесімен және қазылатын кен шоғырының қалыңдығымен байланысы.

Figure 3. Dependence of the subsidence zone of the undermined weakened rock stratum on the degree of loosening of the rocks and the developed reservoir power.

предупредить возможное оседание пород, включительно до земной поверхности, что даст возможность принять соответствующие меры, направленные на обеспечение безопасности, предотвращающей

катастрофические явления в виде обрушений с выходом на дневную поверхность, нередко имевших и имеющих место в мировой практике при подземной добыче твердых полезных ископаемых.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Наумова К.С. Оценка процесса сдвижения налегающей толщи пород при отработке рудного тела №5 Октябрьского месторождения. // Междунар. научно-практ. конф. «50 лет Российской научной школе комплексного освоения недр Земли». – М., 2017 (13-16 ноября). – С. 109-113.
2. Cheng Jinwei, Zhao Gang, Li Siyuan. Прогнозная модель сдвижения подземных горных выработок с учетом влияния основного пласта. // Инженерно-геологические изыскания. – 2018. – Вып. 36. – №1. – Р. 621-640.
3. Кутепов Ю.И., Гусев В.Н., Кутепов Ю.Ю., Боргер Е.Б. Изучение сдвижения горных пород на шахте им. А.Д. Рубана в Кузбассе. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. – №11. – Спец. выпуск 48. – С. 132-141.
4. Кулибаба С.Б. Положение границ зоны полных сдвижений в массиве над выработанным пространством. // Маркшейдерия и недропользование. – 2018. – №4. – С. 31-33.
5. Barbato James, Hebblewhite Bruce, Mitra Rudrajit, Mills Ken et al. Разработка методов прогнозирования деформаций на поверхности при добыче угля длинными лавами. // Труды института горного дела и металлургии, раздел А: Технология добычи полезных ископаемых. – 2018. – Вып. 127. – №2. – С. 103-114.
6. Должиков П.Н., Прокопова М.В., Хамиддулина Н.В. Натурные исследования провалов над горными выработками закрытых шахт. // Известия Тульского государственного университета: Серия наук о Земле. – 2018. – №4. – С.3-11.
7. Li Ming-yu. Прогнозирование и оценка поверхностных деформаций в выработанном пространстве подземных горных работ. // Геологические и экологические опасности. – Dizhi Zhaihai yu huanj-ingbaohu: Prezerv. – 2018. – Вып. 29. – №3. – С. 99-103.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Наумова К.С. №5 Октябрьский кен орынының кенін қазбалауда құлама жыныстар қыртысының жылжу процесін бағалау. // Халықаралық ғылыми-практикалық конф. «Ресейдің жер қойнауын кешенді игеру ғылыми мектебіне 50 жыл». – М. – 2017 (13-16 қараша). – Б. 109-113.
2. Jinwei, Zhao Gang, Li Siyuan. Негізгі қабаттың әсерін ескере отырып, жер асты тау-кен қазбаларының жылжуының болжамды үлгісі. // Инженерлік-геологиялық іздестірулер. – 2018. – Шығ. 36. – №1. – Б. 621-640.
3. Кутепов Ю.И., Гусев В.Н., Кутепов Ю.Ю., Боргер Е.Б. Кузбаста А.Д. Рубан атындағы шахтадағы тау жыныстарының жылжуын зерттеу. // Тау кен ақпаратының аналитикалық бюллетені. – 2018. – №11. – Арнайы шығарылым 48. – Б. 132-141.
4. Кулибаба С.Б. Қазымдалған кеңістік үстіндегі толық жылжыған аймақтың шегерасының жағдайы. // Маркшейдерия және жер қойнауын пайдалану. – 2018. – №4. – Б. 31-33.
5. Barbato James, Hebblewhite Bruce, Mitra Rudrajit, Mills Ken et al. Ұзын лавалармен көмір өндіруде беткейлік деформацияны болжау әдістерін жасау. // Тау-кен металлургия институтының еңбектері, А секциясы: Тау-кен технологиялары. – 2018. – Шығ. 127. – №2. – Б. 103-114.
6. Должиков П.Н., Прокопова М.В., Хамиддулина Н.В. Жабық шахталардың қазбалар үстіндегі ойықтарын натуралды зерттеу. // Тула мемлекеттік университет хабаршысы: Сер. Жер туралы ғылым. – 2018. – №4. – Б. 3-11.
7. Li Ming-yu. Жерасты тау-кен жұмыстарының дамыған кеңістігіндегі болжау және бағалау. // Геологиялық және экологиялық қауіптер.– Dizhi Zhaihai yu huanj-ingbaohu: Prezerv. – 2018. – Шығ. 29. – №3. – Б. 99-103.

REFERENCES

1. Naumova K.S. Assessment of the process of displacement of the overlying rock thickness during mining of the ore body №5 of the Oktyabrsky Deposit. // International Scientific and practice confrence «50 years of the Russian scientific school of integrated development of the earth's interior». – Moscow, 2017 (November 13-16). – P. 109-113.
2. Cheng Jinwei, Zhao Gang, Li Siyuan. Predikting Underground Stata Movements Model with Considering Key Strata Effekts. // Geotechnical and Geology Engeneering. – 2018. – Vol. 36. – №1. – P. 621-640.

3. Kutepov Y.I., Gusev V.N., Kutepov Y.Y., Berger E.B. Studying the movement of rocks at the mine after A.D. Ruban in Kuzbass. // Mining information and analytical Bulletin. – 2018. – №11. – Special issue 48. – P. 132-141.
4. Kulibaba S.B. The position of the boundaries of the zone of complete shifts in the array above the developed space. // Mine surveying and subsurface use. – 2018. – №4. – P. 31-33.
5. Barbato James, Hebblewhite Bruce, Mitra Rudrajit, Mills Ken et al. Development of predictive methods for strain at the surface due to longwall coal mining. // Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section A: Mining Technology. – 2018. – Vol. 127. – №2. – P. 103-114.
6. Dolzhikov P.N., Prokopova M.V., Khamidullina N.V. Full-scale studies of sinkholes over the mine workings of closed mines. // News of the Tula State University: Series of the Sciences about the Earth. – 2018. – №4. – P. 3-11.
7. Li Ming-yu. Prediction and evaluation of surface deformation in mined out area of underground mining. // Geological and Environmental Hazards. – Dizhi Zaihai yu huanj-ingbaohu: Prezerv. – 2018. – Vol. 29. – №3. – P. 99-103.

Сведения об авторе:

Нурлыбаев Р.О., канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории взрывных работ Института горного дела имени Д. А. Кунаева – филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан), Nurlybayev.Rymbek@mail.ru

Автор туралы мәлімет:

Нурлыбаев Р.О., техника ғылымдарының кандидаты, Д.А. Қонаев атындағы таукен істері институтының жарлыс жұмыстары лабораториясының жетекші ғылыми қызметкері, аталған институт – Республикалық мемлекеттік мекемесінің филиалы «Минералды шикізатты кешенді қайта өңдеу Қазақстан Республикалық ұлттық орталығы» (Алматы қаласы, Қазақстан), Nurlybayev.Rymbek@mail.ru

Information about the author:

Nurlybayev R.O., Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of Blasting Laboratory, Branch of the Republican State Enterprise «National Center for Complex Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan» of the Mining Institute named after Kunayev D.A. (Almaty, Kazakhstan), Nurlybayev.Rymbek@mail.ru



Зиракс - производство, маркетинг и продажа специализированных химических продуктов и решений на их основе

UniPel™ кальций хлористый гранулированный

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЮ И БОРЬБЕ СО СМЕРЗАНИЕМ

Пылеподавление на карьерах, местах проведения работ, на дорогах и при погрузке-выгрузке продукции

- Снижение капитальных затрат по ремонту техники
- Увеличение скорости и объемов переработки продукции
- Благоприятные условия труда

Борьба со смерзанием

- Защита угля, руды и других сыпучих материалов от смерзания
- Увеличение скорости и объемов переработки продукции
- Снижение затрат на хранение и перевалку
- Снижение капитальных затрат
- Снижение потерь продукции



Приглашаем посетить наш стенд на выставке «Уголь России и Майнинг» с 04-07 июня 2019 г. Кемеровская область, г. Новокузнецк, ул. Автотранспортная, 51, выставочный комплекс «Кузбасская ярмарка», Павильон 4, стенд 4 В26.



Код МРНТИ 52.45.17

Ш.А. Телков¹, Б.С. Корабаев¹, А.А. Амирхан³¹Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),³Карагандинский государственный технический университет (г. Караганда, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАВИТАЦИОННОЙ ОБОГАТИМОСТИ МОНОБАРИТОВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ УЛЬКЕНСАЙ

Аннотация. Статья посвящена преимуществу гравитационного способа получения баритовых концентратов по сравнению с флотационным. В качестве примера авторами были выполнены исследования обогатимости монобаритовой руды месторождения Улькенсай с целью определения возможности получения гравитационных баритовых концентратов. Изученный гранулометрический состав показал, что наибольшее содержание сульфата бария сосредоточено в крупных классах, что, в свою очередь, подтверждает возможность обогащения данной руды гравитационными методами. Результаты проведенного фракционного анализа позволяют классифицировать руду как легкообогащаемую, а высокая плотность разделения дает возможность применения отсадочных машин. Разработка технологии гравитационного обогащения монобаритовой руды является актуальной: получение отечественных утяжелителей позволит исключить логистические затраты на расходные материалы при бурении нефти, что повысит ее конкурентоспособность.

Ключевые слова: гравитационное обогащение, месторождение Улькенсай, ситовой анализ, барит, фракционный анализ, гранулометрический состав, технология, обогатимость, класс крупности, концентрат.

Улькенсай кен орнының монобарит кенінің гравитациялық байытылғыштығын зерттеу

Андатпа. Мақала флотациялық тәсілмен салыстырғанда гравитациялық тәсілмен алынған барит концентраттарының артықшылығына арналған. Мысал ретінде авторлар гравитациялық барит концентраттарын алу мүмкіндігін анықтау мақсатында Улькенсай кен орнының монобарит кенінің байытылғыштығына зерттеу жүргізді. Зерделенген гранулометриялық құрам барий сульфатының айтарлықтай құрамы ірі кластарда шоғырланғанын көрсетті, ал бұл өз кезегінде аталған кенді гравитациялық тәсілмен байытуға болатынын дәлелдейді. Жүргізілген фракциялық талдау нәтижелері кенді жеңіл байытылатын кен ретінде жіктеуге болатынын дәлелдейді, ал бұлдің жоғары тығыздылығы тұндыру машиналарын пайдалану мүмкіндігін көрсетеді. Монобарит кенін гравитациялық байыту технологиясын әзірлеу өзекті болып табылады, ал отандық ауырлатқыштарды алу мұнайды бұрғылау кезінде шығыс материалдарына кететін логистикалық шығындарды болдырмауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: гравитациялық байыту, Улькенсай кен орны, электік талдау, барит, фракциялық талдау, гранулометриялық құрам, технология, байытылғыштық, ірілік класы, концентрат.

Analysis of gravity method of beneficiation for mono barite ore of Ulkensai deposit

Abstract. The paper describes advantages of barite concentrates produced using gravity method as compared to flotation. For illustrative purposes, the authors studied beneficiation characteristics of Ulkensai deposit mono barite ore with an aim to determine possibilities of barite concentrates production using gravity method. The particle size distribution analysis has shown that the largest amount of barium sulfate is concentrated in coarse grains, which, in its turn, proves the possibility of Ulkensai deposit ore beneficiation using gravity methods. The results of specific gravity analysis evidence that the ore can be classified as easily beneficiated one; and high partition density verifies application of jolting machines. Development of gravity method for mono barite ore beneficiation is relevant today since domestic production of weighing materials will reduce transportation costs for oil drilling consumables which will increase its competitive capacity.

Key words: gravity method of beneficiation, Ulkensai deposit, particle size analysis, specific gravity analysis, barite, particle size distribution, process, beneficiation ability, grain size category, concentrate.

Введение

На развитие современной экономики оказывают влияние многие факторы, основным из которых является промышленность. Один из важных экономических показателей – ценообразование нефти, поскольку бюджет многих стран строится на его основе¹. Если рассмотреть технологию добычи нефти поэтапно, то можно сказать, что самым сложным и дорогостоящим является процесс бурения скважин. При бурении нефтяных скважин в качестве утяжелителя буровых растворов используют в основном барит, т. к. он идеально подходит в связи с высокой его плотностью, низкой абразивностью и рядом других свойств².

Минерально-сырьевую базу барита составляют два главных промышленно-генетических типа месторождений – мономинеральные баритовые и комплексные баритосодержащие полиметаллические месторождения.

Среди первых выделяются баритовые стратиформные (осадочные), жильные (гидротермальные) и остаточные (коры выветривания); среди вторых известны барит-полиметаллические, барит-колчеданно-полиметаллические, а также прочие типы³.

Казахстан является обладателем крупнейших запасов барита ($\approx 30\%$) общемировых запасов, большая часть из которых ($\approx 80\%$) представлена барит-сульфидными рудами, 20% – собственно баритовыми⁴. Основные запасы барита сосредоточены в Центральном Казахстане (72%), меньше ($23,6\%$) – в Южном и всего $4,3\%$ – в Восточном⁵. В Центральном Казахстане в Атасуйском и Каркаралинском рудных районах находятся монобаритовые месторождения – Бестюбе, Кентюбе, Жуманай; в Южном Казахстане также монобаритовые месторождения – Чиганак, Ансай, Улькенсай, Баритовое. В Восточном Казахстане запасы барита

¹Ильичева Т.М., Попкова Е.Б., Сайлыбаева А.Н., Шегебаева Г.С. Основы экономики. Казахстан в современном мире. – Алматы: Достижения молодых, 2011. – 148 с.

²Булатов А.И., Проселков Ю.М., Шаманов С.А. Техника и технология бурения нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 2003. – 620 с.

³Ахманов Г.Г., Васильев Н.Г. Минеральное сырье. Барит. – Москва, 1997. – 54 с.

⁴Казахстан. Национальная энциклопедия. – Алматы: Казахская энциклопедия, 2005. – 47 с.

⁵<http://www.infomine.ru/research/9/483>.

Таблица 1

Результаты мокрого ситового анализа руды, дробленной до 40 мм

Кесте 1

40 мм дейін ұсатылған кенді ылғалды электік талдау нәтижелері

Table 1

Wet-Sieve Analysis Overview for Ore Crushed to 40 mm

Классы крупности, мм	Выход, %			Содержание $BaSO_4$, %
	частный	суммарный по (+)	суммарный по (-)	
- 40 + 20	30,32	30,32	100,0	67,07
- 20 + 10	21,30	51,62	69,68	56,05
- 10 + 5	15,16	66,78	48,38	51,60
- 5 + 2,5	10,44	77,22	33,22	45,38
- 2,5 + 1,25	4,05	81,27	22,78	44,45
- 1,25 + 0,63	3,37	84,64	18,73	40,82
- 0,63 + 0,315	2,83	87,47	15,36	45,14
- 0,315 + 0,10	3,19	90,66	12,53	47,47
- 0,10 + 0,0	9,43	100,0	9,34	25,75
Руда	100,0	-	-	53,20

представлены исключительно колчеданно-полиметаллическими месторождениями.

Переработка баритовых руд осуществляется флотационным и гравитационным методами обогащения⁶.

Флотационные баритовые концентраты характеризуются наличием на их поверхности остатков флотационных реагентов, усиливающих гидрофобные свойства минералов барита, которые проявляют вспенивающие свойства и понижают плотность бурового раствора, что, соответственно, увеличивает его расход. Для снятия с поверхности зерен барита адсорбированных реагентов требуется дополнительная их обработка специальными реагентами⁷.

Баритовые концентраты, полученные при обогащении руд гравитационным способом, обладают природной гидрофильностью и, в отличие от флотационных концентратов, не влияют на реологические свойства буровых растворов, не требуют дополнительной обработки и позволяют снизить расходы [1]. В связи с этим в настоящее время в качестве утяжелителей для буровых растворов в основном используются гравитационные баритовые концентраты⁸.

Методы исследования

С целью определения возможности получения гравитационных баритовых концентратов авторами была исследована на обогатимость монобаритовая руда месторождения Улькенсай.

Минеральный состав руд: главный – барит, второстепенные – кварц, пирит, псиломелан. Барит массивный, сероватый, разнозернистый. При среднем содержании барита 43% запасы его составляют 1218 тыс. т. Месторождение может служить дополнительной сырьевой базой для обогатительных предприятий.

Исследуемую пробу руды подвергали дроблению до крупности 40 мм. Гранулометрический состав руды, дробленной до 40 мм, с распределением сульфата бария по классам крупности приведен в табл. 1.

Обсуждение результатов

Гранулометрический состав исследуемой пробы показал, что в руде со средним содержанием барита 51-53% имеется наличие глинистых фракций, что требует предварительной классификации исходной руды.

Результаты ситового анализа показали, что распределение содержания сульфата бария по классам крупности неравномерное. Наиболее высокое содержание барита наблюдается в крупных фракциях, что указывает на целесообразность применения гравитационных методов обогащения.

С целью определения гравитационной обогатимости был выполнен фракционный анализ различных классов крупности (табл. 2).

Результаты фракционного анализа показали, что для получения качественных баритовых концентратов оптимальная плотность разделения составляет 3850-4000 кг/м³ и руду можно отнести к категории легкообогатимой. Также из результатов следует, что в данном случае существует возможность выделения около 30% концентратных фракций с высокими технологическими показателями (табл. 3).

Заключение

Полученные результаты исследований показали, что разработка технологии гравитационного обогащения монобаритовой руды месторождения Улькенсай является актуальной, а получение отечественных утяжелителей позволит исключить логистические затраты на расходные материалы при бурении нефти,

⁶Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. – М.: МГТУ, 2010. – Том 2. «Технология обогащения полезных ископаемых». – 178 с.

⁷Хан Г.А., Габриелова Л.И., Власова Н.С. Флотационные реагенты и их применение. – М.: Недра, 2012. – 98 с.

⁸Бабаян Э.В., Мойса Н.Ю. Буровые растворы. – Москва – Вологда, 2019. – 65 с.

Таблица 2

Распределение сульфата бария по фракциям плотности и классам

Кесте 2

Барий сульфатын тығыздық фракциялары және кластары бойынша бөлу

Table 2

Distribution of Barium Sulfate as per Specific Gravity Fraction and Grade

Плотность разделения, кг/м ³	Выход, % от		Содержание BaSO ₄ , %	Распределение, % от		Класс крупности, мм
	класса	руды		класса	руды	
- 2800	20,50	6,22	6,26	1,91	0,73	40-20
2800-3000	4,65	1,41	37,10	2,56	0,98	
3000-4000	36,35	11,02	79,88	43,30	16,55	
+ 4000	38,50	11,67	91,0	52,23	19,96	
Итого	100,0	30,32	67,07	100,0	38,22	
- 2800	28,43	6,06	5,78	2,94	0,66	20-10
2800-3000	8,26	1,76	28,34	4,19	0,94	
3000-4000	33,22	7,07	74,16	43,94	9,86	
+ 4000	30,09	6,41	91,20	48,93	10,98	
Итого	100,0	21,30	56,05	100,0	22,44	
- 2800	29,88	4,53	4,30	2,52	0,37	10-5
2800-3000	13,01	1,97	21,64	5,44	0,80	
3000-4000	29,88	4,53	72,94	42,24	6,21	
+ 4000	27,23	4,13	94,36	49,80	7,32	
Итого	100,0	15,16	51,60	100,0	14,70	
- 2800	34,05	3,55	4,08	3,03	0,27	5-2,5
2800-3000	14,86	1,55	18,49	6,07	0,54	
3000-4000	26,09	2,72	68,50	39,33	3,50	
+ 4000	25,0	2,62	93,28	51,57	4,59	
Итого	100,0	10,44	45,38	100,0	8,90	
- 2800	41,60	1,69	7,16	6,80	0,23	2,5-1,25
2800-3000	5,88	0,24	20,58	2,66	0,09	
3000-4000	26,26	1,06	60,30	35,50	1,20	
+ 4000	26,26	1,06	93,46	55,04	1,86	
Итого	100,0	4,05	44,45	100,0	3,38	
- 2800	45,09	1,52	7,58	8,49	0,22	1,25 + 0,63
2800-3000	7,10	0,24	20,44	3,47	0,09	
3000-4000	23,80	0,80	55,82	32,43	0,84	
+ 4000	24,01	0,81	94,44	55,61	1,44	
Итого	100,0	3,37	40,82	100,0	2,59	
- 2800	39,40	1,12	7,84	7,08	0,17	0,63-0,315
2800-3000	7,88	0,22	23,04	4,17	0,10	
3000-4000	21,47	0,61	53,46	25,42	0,61	
+ 4000	31,25	0,88	92,38	63,33	1,52	
Итого	100,0	2,83	45,14	100,0	2,40	
- 2800	34,15	0,88	4,90	2,81	0,08	0,315-0,10
2800-3000	6,34	0,16	33,72	3,51	0,10	
3000-4000	24,88	0,89	36,86	21,75	0,62	
+ 4000	34,63	1,26	86,44	71,93	2,05	
Итого	100,0	3,19	47,47	100,0	2,85	
- 2800	28,20	25,57	5,66	2,86	2,73	Суммарный класс - 40 + 0,1 мм
2800-3000	8,33	7,55	25,65	3,81	3,64	
3000-4000	31,66	28,70	73,01	41,25	39,39	
+ 4000	31,81	28,84	91,76	52,08	49,72	
Итого	100,0	90,66	56,03	100,0	95,48	
Класс 0,1 + 0,0 мм	-	9,34	25,75	-	4,52	0,10 + 0,0
Руда	-	100,0	53,20	-	100,0	40 + 0,0

Таблица 3

Концентратные фракции с плотностью более 4000 кг/м³

Кесте 3

Тыгыздыгы 4000 кг/м³ астам концентратты фракциялар

Table 3

Concentrate Fractions with density above 4000 kg/m³

Концентратные фракции классов крупности, мм	Плотность фракции, кг/м ³	Количество водорастворимых солей, %	Водорастворимые соли кальция, %
40-20	4260	0,34	0,018
20-10	4300	0,31	0,019
10-5	4350	0,38	0,021
5-2,5	4340	0,34	0,016
2,5-1,25	4348	0,28	0,014
1,25-0,63	4370	0,22	0,021
0,63-0,315	4300	0,25	0,012
0,315-0,10	4180	0,26	0,018

что повысит ее конкурентоспособность. Также в последнее время все большее распространение получает атомная энергетика, а поскольку барит используется

как радиозащитный материал, то сфера применения безвредного по сравнению со свинцом радиочита расширяет сферу применения барита⁹.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Махаматхожаев Д.Р., Махмутов М.С., Мелибаев Ж.М., Абдурахмонов Х.Б. Получение модифицированного барита на основе баритовой руды месторождения Сарибулак Республики Узбекистан. // Молодой ученый. – 2017. – №10(144). – С. 66-70.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Махаматхожаев Д.Р., Махмутов М.С., Мелибаев Ж.М., Абдурахмонов Х.Б. Сарыбулак кен орнының барит кенінің негізінде модификацияланған барит алу, Өзбекстан Республикасы. // Жас ғалым. – 2017. – №10(144). – Б. 66-70.

REFERENCE

1. Makhmatkhozhayev D.R., Makhmutov M.S., Melibayev Zh.M., Abdurakhmonov Kh.B. Production of modified barite from barium ore of Saribulak Deposit, Republic of Uzbekistan. // Young Scientist. – 2017. – №10(144). – P. 66-70.

Сведения об авторах:

Телков Ш.А., канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), s.telkov@satbayev.university

Корабаев Б.С., магистрант кафедры «Металлургии и обогащение полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), b.korabayev@stud.satbayev.university

Амирхан А.А., магистр техн. наук, преподаватель кафедры «Химия и химические технологии» Карагандинского государственного технического университета (г. Караганда, Казахстан), argyn-alma@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Телков Ш.А., техникалық ғылымдар кандидаты, доцент, Satbayev University («Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» ұлттық акционерлік қоғамы) «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан), s.telkov@satbayev.university

Корабаев Б.С., Satbayev University («Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» ұлттық акционерлік қоғамы) «Металлургия және пайдалы қазбаларды байыту» кафедрасының магистранты (Алматы қ., Қазақстан), b.korabayev@stud.satbayev.university

Амирхан А.А., техникалық ғылымдар магистрі, Караганды мемлекеттік техникалық университеті «Химия және химиялық технологиялар» кафедрасының оқытушысы (Караганды қ., Қазақстан), argyn-alma@mail.ru

Information about the authors:

Shamil A. Telkov, Candidate of Sciences Engineering, Docent of the Metallurgy and Mineral Processing Department, at the Satbayev University (Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev National Joint Stock Company) (Almaty, Kazakhstan), s.telkov@satbayev.university

Beisen S. Korabayev, Undergraduate of the Metallurgy and Mineral Processing Department at the Satbayev University (Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev National Joint Stock Company)(Almaty, Kazakhstan), b.korabayev@stud.satbayev.university

Alma A. Amirkhan, Master of Engineering, Chemistry and Chemical Engineering Department Instructor at the Karaganda State Technical University (Karaganda, Kazakhstan), argyn-alma@mail.ru

⁹Дубровский В.Б. Радиационная стойкость строительных материалов. – М.: Государственное издательство строительной литературы, 1977. – 280 с.

Код МРНТИ 52.47.19

Т.Д. Карманов, Б.З. Калиев, Т.А. Куандыков

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

Аннотация. В статье изложен материал для ознакомления с новым методом бурения с применением специальных технологии и оборудования, испытанного на буровых компаниях АО «Волковгеология», который при широком внедрении в производство может дать значимый экономический эффект за счет сокращения количества ремонтно-восстановительных работ и повышения дебета технологических скважин урановой промышленности. Проблема колюматации прифилтровой зоны скважины, образованной в результате закупорки пор и трещин коллектора пласта, которая снижает его проницаемость, решена авторами за счет применения принципа эрлифта, повышения устойчивости стенок скважины и предотвращения поглощения промывочной жидкости пластом, создания естественной циркуляции промывочного агента и быстрой очистки от выбуренной породы забоя скважины.

Ключевые слова: колюматация, технологическая скважина, эрлифт, призабойная зона пласта, бурение, рудный горизонт, урановая руда, забой, ремонтно-восстановительные работы, промывочная жидкость.

Технологиялық ұңғымаларды жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарына шығындарды төмендету тәсілі

Аңдатпа. Мақалада Волковгеология АҚ бұрғылау ұйымдарында сыналған арнайы жабдықтар мен технологияны қолдану арқылы бұрғылаудың жаңа әдісімен таныстыру мақсатында материал баяндалады, бұл әдісті өндіріске кеңінен енгізген жағдайда уран өнеркәсібінің технологиялық ұңғымаларының дебетін жоғарылату мен жөндеу және қалпына келтіру жұмыстарын азайту арқылы айтарлықтай экономикалық әсер беруі мүмкін. Қабат коллекторының кеуектері мен жарықтарының бітелуі қабаттың өтімділігін төмендетіп, ұңғыманың сүзгілік аймағында колюматация (бітелу) мәселесінің пайда болуына алып келеді, бұл мәселені шешуге авторлар эрлифт принципін қолдану, ұңғыма қабырғаларының тұрақтылығын жоғарылату және шаю сұйықтығы қабатқа сіңіп кетуін болдырмау, шаю агентінің табиғи алмасуын және ұңғыма түбін бұрғыланған жыныстардан жылдам тазартылуын ұйымдастыру әдістерін қарастырады.

Түйінді сөздер: колюматация, технологиялық ұңғыма, эрлифт, қабаттың түп маңы аймағы, бұрғылау, кен көкжиегі, уран кені, түп, жөндеу-қалпына келтіру жұмыстары, жуу сұйықтығы.

Method for reducing the cost of repair and restoration work of technological wells

Abstract. The article presents material for familiarizing a new drilling method using special equipment and technology tested on drilling companies of JSC «Volkovgeologiya», which, when widely implemented in production, can give a significant economic effect by reducing the number of repair and restoration works and increasing the debit of technological wells of the uranium industry. The problem of clogging filter zone of the well, resulting from a blockage of the pores and cracks of the collector layer, which reduces its permeability, the authors solved through the application of the principle of the airlift enhance the stability of the borehole walls and prevent the absorption of wash liquid reservoir, creating natural circulation of the flushing agent and fast cleaning of cuttings from the bottom hole.

Key words: colmatation, technological well, airlift, bottom-hole formation zone, drilling, ore horizon, uranium ore, face, repair and restoration work, washing liquid.

Введение

На протяжении 60 лет способ добычи урана методом подземно-скважинного выщелачивания (ПСВ) является основным и составляет 50% мирового производства урана. Метод ПСВ, в сравнении с традиционными способами, обеспечивает более низкую стоимость добычи, оказывает меньшее негативное влияние на окружающую среду и обеспечивает высокие показатели в сфере безопасности производства и охраны труда. Процессы вскрытия продуктивного пласта и его освоения при сооружении технологических скважин подземного выщелачивания урана являются решающими для получения высокопроизводительной и долговечной технологической скважины. Применение оптимальной технологии в процессе проведения этих работ значительно повышают эффективность бурения таких скважин. Основным условием повышения эффективности буровых работ является применение таких методов вскрытия и освоения продуктивного пласта, которые обеспечивают сохранение естественной его пористости и проницаемости или способствуют их увеличению в призабойной части скважины¹.

Вскрытие продуктивного пласта – технологический процесс, при котором в пласте образуется выработка для раствора приемной части скважины. Освоение пласта – технологические операции, обеспечивающие

оборудование раствора приемной части скважины и восстановление естественной водоотдачи пласта или искусственное увеличение ее для достижения максимального дебита скважины. При освоении пласта колюматация происходит постепенно и заключается в зарастании пор и трещин в прифилтровой зоне (ПФЗ) скважин и ячеек фильтров продуктами химических реакций и механическими осадками – песком, глиной и т.д. Для восстановления проницаемости (ПФЗ) и самих фильтров проводят достаточно трудоемкие ремонтно-восстановительные работы (РВР), от которых в значительной мере зависят и срок службы скважины, и ее производительность.

Вопросам устранения колюматационных процессов в призабойной зоне скважин (ПЗС) посвящен ряд исследований. Однако эти исследования касались нефтедобычных скважин, поэтому весьма актуальное значение имеют исследования и разработка средств и технологии, способных обеспечить эффективное восстановление дебита технологических скважин при добыче урана.

Методы и исследования

Современный уровень развития буровой техники и технологии бурения позволяет совмещать технологические операции по вскрытию и освоению продуктивных пластов, при этом часто достигается положительный эффект. Решающим фактором при выборе способов

¹Язиков В.Г., Рогов Е.И., Забазнов В.Л., Рогов А.Е. Геотехнология металлов. – Алматы, 2005. – 497 с.

вскрытия и освоения продуктивного пласта является характеристика устойчивости пород, слагающих вскрываемые пласты. Неустойчивые пласты, обычно сложенные рыхлыми песками или подобными горными породами, весьма склонны к обрушению и деформациям при вскрытии их скважиной. Структура скелета пористого коллектора таких пород может разрушаться при воздействии бурового породоразрушающего инструмента, а также под влиянием на продуктивный пласт гидродинамического и гидростатического давления, в 1,5-2 раза превышающих пластовое. Это приводит к переукладке зерен песка, его уплотнению и снижению проницаемости пласта².

При этом происходит закупорка пор и трещин коллектора пласта, снижающая его проницаемость. Основным фактором, снижающим проницаемость пласта, является кольматация, которая проявляется в проникновении в поры и трещины пласта шлама, выбуренной породы, дисперсной фазы (глинистых частиц), фильтра промывочной жидкости и образовании слабопроницаемой глинистой корки на стенках скважины. Кольматация – процесс искусственного проникновения частиц в поры и трещины горных пород.

Анализ многолетнего применения глинистых растворов для вскрытия водоносных пластов показывает, что проникновение раствора и шлама в пласт снижает проницаемость и водоотдачу пласта в 10-20 раз и требует дорогостоящих и длительных мероприятий по разглинизации в период освоения скважины.

Перспективным направлением в таких условиях является бурение скважин с обратной промывкой. В настоящее время разработан ряд механизмов для обратной промывки при бурении скважин: эрлифтные насосы, погружные поршневые насосы, устройства, преобразующие прямой поток промывочной жидкости в призабойной зоне в обратный и т. д. Однако, отсутствие обоснованных рекомендаций по выбору параметров механизмов для обратной промывки и целый ряд конструктивных недостатков сдерживает широкое практическое применение этого способа бурения.

В процессе подготовки скважины к эксплуатации при обработке зоны продуктивного пласта растворами серной или соляной кислот восстановление проницаемости продуктивных пластов производится путем промывки закольматированной прифильтовой зоны растворами кислот, перевода продуктов кольматации в раствор и выноса его на поверхность.

При этом способе бурения в качестве промывочной жидкости может быть использован малоглинистый раствор, который поступает в забой по бурильным трубам, а образовавшаяся в процессе бурения пульпа поднимается на поверхность по зазору между стенками скважины и бурильными трубами с помощью эрлифта.

Вскрытие водоносных пластов с обратной промывкой дает наибольший эффект по сравнению с другими методами, при этом сохраняются естественные условия пористости и проницаемости пласта. Наличие столба

жидкости в скважине обеспечивает необходимую устойчивость стенок скважины. В процессе вскрытия продуктивных пластов вследствие всасывания пульпы с забоя скважины сохраняются их естественные условия пористости и проницаемости. Из всех современных способов этот способ позволяет вскрывать продуктивные пласты скважинами большого диаметра (до 500 мм и более).

Для его реализации проектной командой выполнены многочисленные гидравлические расчеты циркуляции промывочной жидкости в разных возможных вариантах бурения технологических скважин с учетом производственных условий компании АО «Волковгеология». По результатам гидравлических расчетов и стендовых испытаний разработана методика бурения и представлена конструкция оснастки для реализации проектной технологии с сохранением первоначальных фильтрационных свойств рудоносного горизонта. На основе исследовательских изысканий и анализа закономерностей падения дебита технологических скважин был предложен эрлифтный способ проходки рудной зоны, который дает значимый эффект за счет сокращения количества ремонтно-восстановительных работ и средств, затрачиваемых на проведение этих работ. Принципиальная схема бурения рудной зоны эрлифтным способом для добычи урановой руды методом подземного скважинного выщелачивания приведена на рис. 1.

Для работы эрлифта в межтрубное пространство двойных бурильных колонн до смесителя подается сжатый воздух от компрессора, при этом смеситель располагается на расчетной глубине бурящейся скважины. Промывочная жидкость от зумфа по каналу внутренней трубы двойной бурильной колонны и дальше по внутреннему каналу одинарной бурильной колонны СБТ-63,5 с помощью бурового насоса подается на забой. Давление компрессора, необходимое для пуска эрлифта в работу, должно быть:

$$P_{\text{нук}} = \rho g h (1 + d_e^2 / D_{\text{н}}^2), \quad (1)$$

где $P_{\text{нук}}$ – давление компрессора, необходимое для пуска эрлифта, Па;
 ρ – плотность рабочей жидкости, кг/м³;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 h – геометрическое погружение смесителя, м;
 d_e – внутренний диаметр воздухопровода, м;
 $D_{\text{н}}$ – диаметр подъемной трубы, м.

Рабочее давление эрлифта определяется по формуле:

$$P_{\text{раб}} = \rho g [h - (\rho_n / \rho - 1)(H_m - h)] - \Delta P_{\text{н.о.}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{раб}}$ – рабочее давление эрлифта, Па;
 ρ_n – плотность пульпы, кг/м³;
 H_m – высота столба жидкости, м;
 $\Delta P_{\text{н.о.}}$ – потери давления в соединениях и трубах, Па.

В учебном пособии³ приведены формулы, по которым оценивается необходимый расход воздуха для обеспечения заданной производительности эрлифта.

Создание и поддержание в кольцевом пространстве между стенками скважины и бурильной колонны давления воздуха из указанного соотношения достигается конструкцией смесителя. Используемый при реализации способа смеситель представляет собой патрубок, в боковой стенке которого имеются радиальные сквозные просверленные отверстия определенных диаметров. Суммарная

²Маковей Н. Гидравлика бурения. – Москва: Недра, 1986. – 536 с.

³Гейер В. Г., Козыряцкий Д. О., Ващенко В. С., Антонов Я. К. Эрлифтные установки: учебное пособие. – Донецк: ДПИ, 1982. – 64 с.

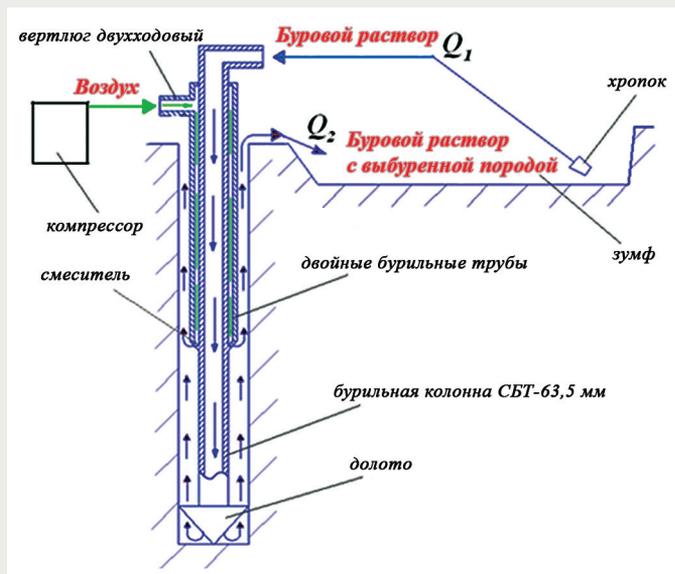


Рис. 1. Принципиальная схема эрлифтного бурения.
Сурет 1. Эрлифттік бұрғылаудың принциптік сұлбасы.
Figure 1. Schematic diagram of air-lift drilling.

площадь радиальных отверстий смесителя определяется по формулам, указанным в учебном пособии³.

Глубина спуска двойных буровых труб определяется по результатам гидравлических расчетов (рис. 2). Общая глубина двух буровых колонн (двойная ТБДС-89 + СБТ-63,5 мм) должна доходить до отметки выше рудоносного горизонта на 5-7 м. Эта глубинная отметка скважины должна быть подготовлена по технологическому регламенту, согласованному с подрядной буровой компанией. Дальнейшее бурение ведется по специально разработанной технологии для каждой скважины в зависимости от геологических условий бурения.

В пространстве на уровне воздухосмесителя произойдет смешение (барботаж) воздуха и промывочной жидкости со шламом, удельный вес столба жидкости на некотором интервале облегчается, что приводит к движению этого столба на-гора. По закону о неразрывности сплошности жидкости нижерасположенные слои устремляются вслед за подвижным столбом; жидкость из зумфа с помощью бурового насоса через рукав, вертлюг двухходовый по центральному каналу буровой колонны начинает продвигаться к забою. Начинается циркуляция промывочного агента для очистки от выбуренной породы забоя скважины. Самое главное, при этом не создается избыточного давления промывочной жидкости на призабойную фильтрационную зону скважины вследствие компенсации противодействия подъема столба жидкости в пространстве между буровой колонной и стенками скважины эрлифтным подъемом⁴.

После восстановления циркуляции промывочной жидкости буровая колонна приводится во вращательное движение с помощью ротора (на схеме не показан), медленно опуская долото до забоя, начинают процесс бурения и проходку рудного интервала технологических

скважин [1]. При чрезмерной подаче воздуха может произойти суффозия песчаных стенок скважины, поэтому объем закачиваемой и обратной промывочной жидкости соблюдаются строго в равновесии [2]. Дальнейшая отработка технологии предлагаемого способа должна быть дополнена в ходе испытательных работ на производстве.

Результаты

До сегодняшнего дня все технологии, применяемые в других компаниях, были нацелены на решение задач повышения эффективности РВР на действующих скважинах, пробуренных традиционным методом.

Предлагаемый способ бурения технологических скважин был опробован на действующих технологических скважинах АО «Волковгеология» общей глубиной в среднем 300-500 м. Для внедрения эрлифтного способа бурения был проведен комплекс конструкторских, технических и технологических изменений применяемого бурового оборудования и циркуляционной системы. Результаты производственных испытаний полностью подтвердили научные и теоретические расчеты сохранения фильтрационных свойств призабойной зоны на уровне природного залегания рудоносного пласта. Результат выражается в снижении расходов на ремонтно-восстановительные работы на скважинах, повышении извлечения урановой руды.

Технология бурения технологических скважин эрлифтным способом показала, что увеличилась скорость бурения до 4-6 м/мин по рудной зоне, увеличилась скорость восходящего потока до 0,35-0,5 м/с, снизился коэффициент загрязнения рудного пласта при его вскрытии, снизился расход породоразрушающего инструмента, увеличилась производительность буровых работ, что, в итоге, положительно скажется на доходной части предприятия.

Обсуждение

При разведке месторождений полезных ископаемых бурение скважин является одним из основных видов работ. Значительная часть скважин проходится в сложных геолого-технических условиях: полное поглощение промывочной жидкости, неустойчивые горные породы, некondиционный выход керна, удаленность и, как следствие, затрудненное водоснабжение буровых агрегатов. Бурение в таких условиях значительно снижает технико-экономические показатели буровых работ из-за значительных затрат на снабжение буровых агрегатов промывочной жидкостью, увеличения расхода материалов для борьбы с поглощением промывочной жидкости, осложнений в скважинах, простоев и повторного перебуривания пластов полезного ископаемого.

Геотехнологические скважины бурят для подачи в скважину кислотных растворов под давлением с целью разбора горных пород гидродинамическим методом или растворения минералов полезного ископаемого.

Геотехнологические скважины делятся на два типа: закачные – через которые производят закачку выщелачивающих растворов, и откачные – для откачивания растворов, насыщенных полезным ископаемым. Оба

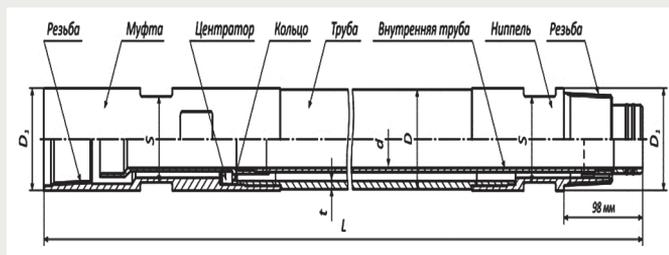
⁴Nenes A., Assimacopoulos D., Markatos N., E. Mitsoulis Simulation of Airlift Pumps for Deep Water Wells. // Department of Chemical Engineering: National Technical University of Athens, GR-157 80. – Athens, Greece.

типа технологических скважин оборудуются фильтрами, устанавливаемыми в зонах продуктивных пластов.

Основной причиной снижения производительности геотехнологических откачных скважин является механическая и химическая кольматация фильтров и прифильтровой зоны пласта (ПЗП). Кольматирующим веществом для такого рода скважин обычно являются пластовый песок, глинистые частицы и продукты химических добавок. Заполнение фильтра механическими примесями происходит в течение всего периода эксплуатации скважин. Часть взвесей откачивается вместе с раствором, а часть, состоящая из крупных частиц, осаждается и накапливается в отстойнике, а затем в зоне фильтра. Если фильтрационные свойства рудоносного пласта первоначально занижены по причине применения прямой промывки бурения, то заполнение фильтра механическими взвесями будет происходить в течение всего периода эксплуатации скважин⁵ [3, 4].

Как показывают производственные результаты и их анализ, при уменьшении дебита группы скважин на 50% работа их останавливается на 3-5 суток, соответственно производятся РВР. Стоимость потерь с учетом всех расходов составляет порядка 650000-950000 тенге за один РВР. В течение года таких мероприятий может проводиться от 4 до 6. Применение предлагаемой технологии в два раза уменьшает проведение указанных работ, повышается производительность скважин. Применение эрлифтного способа бурения с сохранением первоначальных фильтрационных свойств рудоносного горизонта технологических скважин с депрессией на рудоносный горизонт приводит к снижению закольматированности и улучшению фильтрационных свойств рудоносного горизонта [5], которое осуществляется прямой подачей на забой промывочной жидкости, и сокращению количества инфильтрата, задавливаемого гидростатическим давлением столба промывочного раствора в призабойную зону, что позволит:

- снизить затраты на бурение и сооружение технологических скважин;
- улучшить качество сооружаемых технологических скважин за счет сокращения времени воздействия



**Рис. 2. Двойная бурильная труба ТБДС-89.
Сурет 1. Қос бұрғылау құбыры ТБДС-89.
Figure 1. Double drill pipe TBDS-89.**

промывочной жидкости на продуктивный горизонт и уменьшить кольматацию продуктивного горизонта;

- увеличить производительность бурения и сооружения технологических скважин;
- повысить производительность технологических скважин – дебитов скважин;
- поднять содержание урана в откачиваемых растворах из продуктивных горизонтов;
- увеличить сроки межремонтных циклов (МРЦ);
- сократить количество ремонтно-восстановительных работ на технологических скважинах;
- уменьшить затраты на проведение РВР.

Предлагаемая технология не требует полной переснастки всего парка бурового оборудования и специальных бурильных колонн, она может работать совместно с действующим оборудованием в интервале проходки рудоносного горизонта.

Заключение

Анализ рынка уранодобывающих предприятий показывает высокий потенциал для использования данной разработки. Ожидаемые показатели эффективности дают основание утверждать, что внедрение технологии отвечает всем требованиям, предъявляемым к рациональному использованию целевых ресурсов при сооружении технологических скважин. Методика бурения эрлифтным способом инновационная и прогрессивная, имеет огромные перспективы развития и внедрения на рынке буровых работ АО «НАК «Казатомпром» РК, а также аналогичных месторождений России, Узбекистана, Монголии, Китая и других стран.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кононенко А.П. Модель рабочего процесса эрлифта с кольцевой структурой водовоздушного потока. // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ», 2006. – №27. – С. 113-121.
2. Молдаши Д.Н., Асанов Н.С., Карманов Т.Д., Калиев Б.З., Мушрапилов А.А. Инновации в бурении АО «Волковгеология». // Ядерное общество Казахстана. – 2019. – № 3(51). – С. 78-89.
3. Малеев В.Б., Игнатов А.В. Работа эрлифта при постоянном расходе сжатого воздуха. // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». – 2008. – №7(135). – С. 108-113.
4. Yang F. Применение технологии газлифтного обратного циркуляционного бурения при бурении сверхглубоких геотермальных скважин [J]. // Городская Геология. – 2012. – Т.7. – №3. – С. 50-52.
5. Zhang Yo., Zhang J. Технические усовершенствования и применение технологии обратного циркуляционного бурения с воздушным подъемом к сверхглубокой геотермальной скважине [J]. // Инженерное искусство – 2014. – №73. – С. 243-251.

⁵Liu Guangzhi, etc. *Special Drilling Technologies*. // Shanghai Science and Technology Press, 2005.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кононенко А.П. Су ауа ағынының сақиналы құрылымы бар эрлифттің жұмыс процесінің моделі. // «ХПИ» Ұлттық техникалық университетінің хабаршысы. Ғылыми еңбектер жинағы. Серия: Заманауи технологиялардағы жаңа шешімдер. – Харьков: УТУ «ХПИ», 2006. – №27. – Б. 113-121.
2. Молдаши Д.Н., Асанов Н.С., Карманов Т.Д., Калиев Б.З., Мушрапилов А.А. «Волковгеология» АҚ. Инновациялық бұрғылау // Қазақстанның ядролық қоғамы. – 2019. – № 3(51). – Б 78-89.
3. Малеев В.Б., Игнатов А.В. Сығылған ауаның тұрақты шығыны кезінде эрлифт жұмысы. // ДонНТУ ғылыми еңбектері. «Тау-кен-геологиялық» сериясы. – 2008. – №7(135). – Б. 108-113.
4. Yang F. Аса терең геотермалды Ұңғымаларды бұрғылау кезінде газлифтті кері айналмалы бұрғылау технологиясын қолдану [Ж]. // Қалалық Геология. – 2012. – Т. 7. – №3. – Б. 50-52.
5. Zhang Yo., Zhang J. Жоғары терең геотермалды ұңғымаға ауамен көтерумен кері айналмалы бұрғылау технологиясын техникалық жетілдіру және қолдану [J]. // Инженерлік өнер. – 2014. – №73. – Б. 243-251.

REFERENCE

1. Kononenko A.P. Model of an airlift workflow with a circular structure of a water-air flow. // Bulletin of the National Technical University «Kharkov Politechnical Institute». Collection of proceedings. Series: New solutions in modern technologies. – Kharyuv: National Technical University «Kharkov Politechnical Institute». – 2006. – №27. – P. 113–121.
2. Moldashi D.N., Asanov N.S., Karmanov T.D., Kaliev B.Z., Mushrapilov A.A. Innovations in the drilling of JSC «Volkovgeologiya». // Nuclear Society of Kazakhstan. – 2019. – №3(51). – P. 78-89.
3. Maleev V.B., Ignatov A.V. Operation of the airlift with a constant flow of compressed air. // Scientific works of DonNTU. Series «Mining and geological». – 2008. – №7(135). – P. 108-113.
4. Yang F. Application of Gas-lift Reverse Circulation Drilling Technology in Ultra-deep Geothermal Well Drilling [J]. // Urban Geology. – 2012. – Vol. 7. – №3. – P. 50-52.
5. Zhang Yonga, Zhang Jianliang. Technical Improvements and Application of Air-lift Reverse Circulation Drilling Technology to Ultra-deep Geothermal Well [J]. // Procedia Engineering. – 2014. – №73. – P. 243-251.

Сведения об авторах:

Карманов Т.Д., канд. техн. наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), Karmanov@mail.ru

Калиев Б.З., канд. техн. наук, ассоциированный профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), bakaliev@mail.ru

Куандыков Т.А., PhD, лектор кафедры «Технологические машины и оборудование» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), tilepbay_87@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Карманов Т.Д., техника ғылымдарының кандидаты, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан), Karmanov@mail.ru

Калиев Б.З., техника ғылымдарының кандидаты, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан), bakaliev@mail.ru

Куандыков Т.А., PhD, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының лекторы (Алматы қ., Қазақстан), tilepbay_87@mail.ru

Information about the authors:

Karmanov T.D., Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Technological Machines and Equipment at the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), Karmanov@mail.ru

Kaliev B.Z., Candidate of Engineering, Associate Professor at the Department of Technological Machines and Equipment at the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), bakaliev@mail.ru

Kuandykov T.A., PhD, Lecturer at the Department of Technological Machines and equipment at the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), tilepbay_87@mail.ru

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ДЕПАРТАМЕНТА КОМИТЕТА ИНДУСТРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МИИР РК ПО КАРАГАНДИНСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧАСТИЕМ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

12 марта 2020 г. в Департаменте промышленной безопасности по Карагандинской области проведено техническое совещание на тему «Состояние гидротехнических сооружений и соблюдение законодательных актов РК по безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений опасных производственных объектов обогатительного производства по Карагандинской области (хвостохранилищ, шламонакопителей)» под председательством заместителя руководителя Департамента Жунусова Маргулана Алтановича.

Со вступительной речью выступил заместитель руководителя Департамента Жунусов Маргулан Алтанович. В своем выступлении он подчеркнул необходимость соблюдения руководителями организаций законодательных нормативно-правовых актов РК в области промышленной безопасности, акцентировал внимание на качестве локальных актов, разрабатываемых предприятиями, направленных на предотвращение аварий и производственного травматизма. Также он остановился на изменениях, внесенных в Закон РК «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан» в части вопросов состояния гидротехнических сооружений опасных производственных объектов обогатительного производства (хвостохранилищ, шламонакопителей).

С докладом выступил руководитель отдела государственного надзора в горнорудной и нерудной промышленности А.Т. Абылкасымов.

За истекший период 2019 г. Департаментом Комитета индустриального развития и промышленной безопасности по Карагандинской области были проверены опасные производственные объекты при переработке и обогащении полезных ископаемых, состояния хвостовых, шламовых хозяйств, технических устройств. Привлечены к административной ответственности юридические лица, а также материалы были переданы в экономический суд (КОФ, НОФ):

- ✓ 7 проверок по особому порядку (согласно графику проведения проверок);

- ✓ 2 внеплановые проверки (контроль исполнения предписаний).

В ходе проверок выявлено 962 нарушения. В ТОО «Корпорация Казахмыс» имеются проблемные вопросы по Нурказганской обогатительной фабрике, Жезказганским обогатительным фабрикам №1, №2, №3.

Нурказганская обогатительная фабрика:

- ✓ отклонение от проекта «Строительство дамб обвалования хвостохранилища обогатительной фабрики Нурказган филиала ТОО «Корпорация Казахмыс».

Хвостохранилище ЖОФ №1, №2:

- ✓ для надежного обеспечения оборотной водой обогатительных фабрик и предприятий промплощадок согласно проектной документации «Этап-2. Разработка проекта эксплуатации хвостохранилища Жезказганских обогатительных фабрик №1, 2 ТОО «Корпорация Казахмыс» ПО «ЖЦМ» на период эксплуатации 2015-2019 гг.» (далее – Проект) необходимо было построить

береговой водозабор со строительством нового водоприемного колодца №2 (ВК-2) и нового водосбросного коллектора; на данный момент проектные решения по надежной эксплуатации хвостохранилища не выполнены, кроме этого, произведено наращивание водоприемного колодца, что является нарушением проекта;

- ✓ не установлен преобразователь частоты в ПНС-1, согласно Проекту;

- ✓ в существующей компьютерной системе отсутствует контроль за работой системы оборотного водоснабжения, согласно Проекту;

- ✓ на выходящих трубопроводах отсутствуют расходомеры, согласно Проекту;

- ✓ для обеспечения более эффективного осуществления опорожнения аварийных бассейнов не установлен грунтовый самовсасывающий насос типа ППК 170/40, согласно Проекту;

- ✓ на северной и восточной стороне дамбы местами допускается сдувание пыли с обнаженной поверхности на проезжую часть; не приняты необходимые меры по пылеподавлению.

Хвостохранилище ЖОФ №3:

- ✓ допускается протечка фильтрата через тело дамбы непосредственно из хвостохранилища в районе водосбросного коллектора хвостохранилища.

На совещании с подробным отчетом о состоянии промышленной безопасности выступили руководители организаций.

По итогам проведенного Совета по соблюдению требований промышленной безопасности гидротехнических сооружений опасных производственных объектов обогатительного производства по Карагандинской области (хвостохранилищ, шламонакопителей) был составлен протокол с указанием рекомендаций и сроков их исполнения.



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, метаданные не должен превышать 8 печатных страниц;
- статьи (за исключением обзоров), должны содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике (см. п. 1), научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями, отраженными в п. 3;
- статья может быть представлена на казахском, русском или английском языке;
- в редакцию представляется окончательный, тщательно выверенный вариант статьи, исключающий необходимость постоянных доработок текста на этапах издательского процесса;
- перед отправкой статьи в редакцию журнала авторам необходимо проверить текст на предмет отсутствия плагиата с помощью специальной программы (например, www.text.ru);
- 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;
 - 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 (-й), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
 - аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация (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 подрисовочном 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 знаков.

✓ 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.



КАЗАХСТАН
2020

**XI ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ
МАЙНЕКС КАЗАХСТАН 2020**

10-12 ноября 2020
Нур-Султан, Казахстан

minexkazakhstan.com



Форум проводится в Казахстане с 2010-го года и является одним из наиболее представительных и авторитетных отраслевых мероприятий, организуемых в среднеазиатском регионе. Форум представляет ежегодную платформу для презентации ключевых изменений и важнейших проектов, реализуемых в горнодобывающей, геологической и горно-металлургической отраслях промышленности Казахстана и стран Центральной Азии.

МОСКВА – РОССИЯ

Minex Mining Forum LLC
Россия, 115419, г. Москва,
ул. Шаболовка, д. 34,
строение 5, помещение II, комната 3

+7 495 128 35 77
+7 915 482 92 84
ru@minexforum.com

НУР-СУЛТАН – КАЗАХСТАН

ТОО «Горный Форум»
Казахстан, 01000, г. Нур-Султан,
район Байконур, ул. Акжол, д. 24/2,
2 этаж, кабинет №4

+7 7172 696 836
+7 7172 911 395
kz@minexforum.com

ЛОНДОН – ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Advantix Ltd
35A Green Lane, Northwood
Middlesex, HA6 2PX
United Kingdom

+44 1923 822 861
uk@minexforum.com