

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 «Казпочта»,
ТОО «Эврика-Пресс»,
ТОО «Агентство «Евразия пресс»

Подписано в печать **25.02.2020 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** Усть-Каменогорский металлургический комплекс «Казцинк» снижает объемы выбросов в атмосферу [®]
- Минерально-сырьевые ресурсы*
- 6** *Есенгараев Е.К., Баимбетов Б.С., Мамяченко С.В., Суримбаев Б.Н.*
Изучение вещественного состава золотосодержащей руды месторождения Сари Гунай
- Развитие горнопромышленного комплекса*
- 12** *Битимбаев М.Ж., Кузьмин С.Л., Тюрбит А.Н., Акмалова О.А.*
Разработка нового способа транспортирования горной массы в глубоких карьерах
- Гидрогеология*
- 18** *Азарков Н.Б., Волков Ю.И.*
Технология проектирования систем осушения и гидрогеологические исследования
- Геотехнология*
- 25** *Семенов Е.В., Медведева О.А., Татарко Л.Г.*
Оценка параметров и режимов работы с повышенной концентрацией гидросмеси для технологий подводной добычи россыпей
- Геодезия*
- 33** *Рахымбердина М.Е., Тогузова М.М., Тунгушбаева З.К., Касымов Д.К.*
Пайдалы қазбалардың кен орындарын картографиялауда Жерді қашықтықтан зондтау мәліметтерін пайдалануға талдау
- 40** *Нурпеисова М.Б., Мынгжасаров Б.*
Геодезические работы при строительстве Северо-Каспийского морского канала с причальными сооружениями
- Геомеханика*
- 44** *Ананин А.И., Нуршайыкова Г.Т., Абдрашева З.Ж., Камзина М.Е.*
Малеев кенорны тау жыныстарының тау соққыларына бейімділігін бағалау
- Энергетика в промышленности*
- 45** *Бекбаев А.Б., Еркинов Г.Е., Касымбекова А.М.*
Изучение возможности использования возобновляемых источников энергии для энергоснабжения отдаленных комплексов горной промышленности
- 54** Требования к оформлению статей

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

Уважаемые коллеги!

Дорогие читатели!

Когда-то в школе в первом классе мы учили стихотворение, которое было посвящено месяцам года, где были строки: «В феврале, в феврале много снега на дворе...». Алматы в этом году прожил «сиротскую» зиму – без морозов, со значительно меньшими тратами на отопление. Правда, невозможно понять логику действий наших коммунальных служб, потому что полностью отсутствует регулирование отопительной системы и нет понятия о режиме экономии. Но мои рассуждения на другую тему – что такое снег и дождь, откуда они появляются и куда исчезают, каковы последствия осадков, что нас ожидает, поскольку мы с вами оказались на планете Земля в тот период ее существования, когда обеспечение ее потребности водой становится проблемой, важность которой возрастает с каждым годом.

На самом деле, теоретически, при рациональном использовании водные ресурсы неисчерпаемы, так как в целом ресурсы пресных вод для питья составляют около 30000 тыс. км³, или 2% от всех запасов гидросферы, из которых следует исключить 24000 тыс. км³ неиспользуемых вод полярных ледников, т.е. доступными для использования будут около 6000 тыс. км³, или 6000×10^{12} м³ пресных вод. Активность водообмена пресных вод составляет около 330 лет. Если исходить из этих данных, распределенных на балансовую оценку ресурсов пресных вод по регионам (Европа, Азия, Африка, Северная и Южная Америки, Австралия с Океанией, СНГ), то годовая обеспеченность на душу населения при общем населении Земли 8 млрд человек составит на 2020 год примерно 5687,5 м³, в том числе в СНГ – 10000 м³. Если принять суточную потребность питьевой воды на 1 человека 150 литров (0,15 м³), на год человеку требуется с учетом 10% потерь 60 м³. Вроде бы, все в порядке. Но мы сейчас воочию убеждаемся, что многие страны страдают из-за нехватки воды, в том числе и в нашей стране ощущается острый недостаток качественной питьевой воды, особенно в сельской местности, где до сих пор отсутствует централизованное водоснабжение. Так что, как во всем мире, так и в Казахстане главную водную проблему создает сам человек, который в своей повседневной хозяйственной деятельности не думает, в первую очередь, о себе, о своем здоровье, а продолжает решать сиюминутные задачи с откладыванием качественной стороны дела на потом, продолжая надеяться на «авось».

От водного шестикомпонентного баланса $R = U + S$; $W = P - S = E + U$; $P = U + S + E$, где U – подземный сток в реки из зоны активного водообмена земной коры; S – поверхностный (паводочный) сток; W – валовое увлажнение территории (ресурсы почвенной влаги); R – речной сток; P – атмосферные осадки; E – испарение, никуда не денешься, поэтому следует изменить отношение человека (в т. ч. в лице государства, в первую очередь) к своим нуждам. Есть много проблем, каждая из которых имеет свои решения, причем они лежат на поверхности, стоит только потратить время и выполнить.

Давайте вместе будем думать о будущих поколениях конкретно, каждодневными делами, оставив в сторону досужие разговоры! Вот такие мысли приходят в голову, глядя в окно на игры природы.



УСТЬ-КАМЕНОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «КАЗЦИНКА» СНИЖАЕТ ОБЪЕМЫ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ

Крупнейшая компания области подвела итоги природоохранных мероприятий, реализованных в 2019 году. Объемы выброса диоксида серы удалось снизить на 600 тонн по сравнению с 2018 годом.

Снижение выбросов в атмосферу

Одним из ключевых направлений модернизации Усть-Каменогорского металлургического комплекса (УК МК) является проведение перспективных работ на установках сернокислотного завода, где перерабатываются отходящие газы производства. Так, в 2019 году завершён монтаж новой трубы установки «Хальдор Топсе». Сама труба, хоть и не является фильтром, но имеет очень важную функцию. Газ после многоступенчатой очистки в основных элементах установки очищается от диоксида серы на 96%, однако содержит минимальное количество загрязняющих веществ. Выброс газа на определенной высоте позволяет ему рассеиваться в атмосфере до безопасной концентрации, не достигая земли. Высота трубы подтверждается экспертными расчетами и осталась прежней – 102 метра.

Напомним, что оборудование приобрели и доставили на УК МК в 2018 году. В конце 2019 года специалисты демонтировали старую трубу. В настоящее время решается вопрос по ее экологичной переработке с применением вторичного использования. В общей сложности, работы по замене обошлись в 1,3 миллиарда тенге.

Действующие на УК МК технологии позволяют улавливать и утилизировать до 99,8% образуемой пыли. Тем не менее, в 2019 году начата работа по подбору вариантов модернизации оборудования для очистки запыленных газов. В 2020 году будет разработана техническая документация с последующей поэтапной заменой фильтров общей производительностью более 1 миллиона кубических метров в час. Согласно расчетам, это позволит снизить выбросы твердых веществ примерно на 10 тонн в год.

Снижение воздействия на воду

Водооборот на УК МК приближен к 99%. Однако и на этом в «Казцинке» останавливаться не намерены. В 2019 году смонтировано оборудование принципиально нового комплекса сооружений для тонкой доочистки той части воды, которая подлежит сбросу. Ее качество соответствует предельно-допустимой концентрации в водоемах рыбохозяйственного значения. Эти требования даже жестче, чем предъявляемые к питьевой воде. Сумма инвестиций в реализацию данного решения составляет около полутора миллиардов тенге.

Утилизация промышленных отходов

Промышленные отходы компания использует как техногенное сырье для получения продукции или

как материал для рекультивации выработанных шахтных пустот и карьеров. За годы работы инженеры «Казцинка» разработали технологии переработки практически всех видов различных остатков. Мышьяксодержащие отходы, технологии переработки которых пока не существует в мире, складываются в специально построенном хранилище на участке Балапан бывшего Семипалатинского испытательного полигона. В 2019 году туда был перевезен весь объем образованных мышьяксодержащих отходов. Сейчас на полигоне готовится вторая очередь хранилища, строятся две новые карты.

Озеленение

Традиционно в список природоохранных вошли и мероприятия по озеленению. Деревья и цветники украшают около 22 тысяч квадратных метров промышленной площадки и прилегающей территории. Каждую





**Главный специалист по экологии
Усть-Каменогорского металлургического
комплекса Кушнарев Вадим Юрьевич**



**Специалисты демонстрируют динамику
снижения выбросов**

весну работники УК МК проводят субботники с высадкой новых деревьев. Эта работа выстроена на системной основе, при этом сами металлурги охотно проявляют инициативу по озеленению территории.

Плата за эмиссии

В минувшем году только Усть-Каменогорский металлургический комплекс «Казцинк» заплатил 1,23 миллиарда тенге в государственный бюджет в качестве платы за эмиссии в окружающую среду. Эти платежи являются ежегодными и зависят от размера ставок, принятых в налоговом кодексе РК и размера МРП. В этой связи снижение объемов выбросов не уменьшает сумму, ежегодно перечисляемую в бюджет. Кроме того, на реализацию собственных природоохранных мероприятий на УК МК в 2019 году было направлено более 3 миллиардов тенге.

Перспективное развитие в охране окружающей среды

Говоря о планах на будущий год, следует отметить, что «Казцинк» заключил меморандум с министерством

экологии, геологии и природных ресурсов РК. Согласно этому документу, компания по своей инициативе станет первой в стране, где внедрят самые передовые технологии для снижения нагрузки на окружающую среду.

Весной этого года компания примет на производстве независимых экспертов, которые изучат, как работают заводы, исследуют все технологические цепочки и пределы. После этого начнется непосредственно поиск наилучших природоохранных технологий. Важно, что они должны быть применимы к местным реалиям, к составу сырья и климату. Предполагается, что в 2020 и 2021 годах – теоретическая часть, расчеты, а уже в 2022 году – начало внедрения. Ожидается, что новшества помогут снизить объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и сделать производство максимально эффективным. А работа над первым справочником наилучших доступных технологий позволит применить полученный опыт для создания других нормативных документов, от которых будет зависеть, как в будущем станут работать подобные предприятия Казахстана.



**Такеев Казтай Баязиевич, главный эколог
ТОО «Казцинк»**



**Главный специалист по экологии
Усть-Каменогорского металлургического
комплекса рассказывает о замене трубы на
установке «Хальдор Топсе»**

Материалы предоставлены Управлением по связям с общественностью ТОО «Казцинк»

Код МРНТИ 52.31.47

Е.К. Есенгараев^{1,2}, Б.С. Баимбетов¹, С.В. Мамяченков³, Б.Н. Суримбаев²¹Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),²Филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханопр» (г. Алматы, Казахстан),³Уральский Федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург, Россия)

ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ САРИ ГУНАЙ

Аннотация. Для исследований использована золотосодержащая руда месторождения Сари Гунай, Иран. Месторождение расположено в провинции Курдистан, по оценкам специалистов содержит 18 т золота. В руде промышленно ценным компонентом является золото, среднее содержание которого по результатам пробирного анализа составляет 2,90 г/т. Остальные металлы промышленного значения не имеют вследствие их малого содержания. Массовая доля общей серы 1,48%, сульфидной – 0,73%. По содержанию сульфидной серы руда относится к категории малосульфидной, по степени окисления серы (50,7%) – к категории окисленных руд. Минералогическим анализом установлено, что руда на 91% сложена породообразующими минералами. По массовой доле среди них преобладает ортоклаз, значительную долю составляют гидрослюда (28%) и кварц (23%). Сопутствующие рудные минералы – гидроксиды железа, гематит и скородит – составляют в средней пробе порядка 7,0%. Доля сульфидных минералов находится в пределах 1% и менее. По результатам электронно-зондового анализа установлено, что золото в пробе находится в виде дисперсных включений в гидроксидах, оксидах железа и скородите. Основные концентраты золота – гидроксиды, оксиды железа и скородит.

Ключевые слова: вещественный состав, золотосодержащая руда, минералогический анализ, химический анализ, рентгенофазовый анализ, электронно-зондовый анализ, окисленная золотосодержащая руда, минералы, тонкодисперсное золото, золото.

Сари Гүнай кен орнының құрамында алтын бар кеннің заттай құрамын зерттеу

Аннотация. Иранның Сари Гүнай кен орнындағы алтын кені зерттеу мақсатында пайдаланылды. Кен орны Курдистан провинциясында орналасқан, мамандардың айтуынша, оның құрамында 18 тонна алтын бар. Рудада өнеркәсіптік құнды компонент алтын болып табылады, оның талдауының нәтижелері бойынша орташа мөлшері 2,90 г/т құрайды. Қалған металдардың құрамы төмен болғандықтан өндірістік маңызы жоқ. Жалпы күкірттің массалық үлесі – 1,48%, сульфидтік күкірт құрамы – 0,73%. Сульфидті күкірттің құрамы бойынша кен төмен тотығатындар категориясына, күкірт тотығу дәрежесі бойынша (50,7%) тотыққан кендерге жатады. Минералогиялық талдау руданың 91% тау жыныстарын түзетін минералдардан тұратындығын анықтады. Олардың арасында массалық үлесі бойынша басым ортоклаз, гидрослюда – 28% және кварц – 23% құрайды. Іспе рудалы минералдар – темір гидроксиді, гематит және скородит, орташа сынамада шамамен 7,0% құрайды. Сульфидті минералдардың үлесі 1% немесе одан азы пайыз құрайды. Электронды зондты талдау нәтижелері бойынша сынамадағы алтынның гидроксидтерде, темір оксидтерінде және скородитте дисперсті қоспалар түрінде болатындығы анықталды. Негізгі алтын гидроксидтерде, темір оксидтерінде және скородитте кездеседі.

Түйінді сөздер: материал құрамы, алтын кені, минералогиялық талдау, химиялық талдау, рентгендік фазалық анализ, электронды зонд анализі, тотыққан алтын кені, минералдар, ұсақ алтын, алтын.

Study of the material composition of gold-containing ore from the Sari Gunai deposit

Abstract. Gold-containing ore from the Sari Gunai Deposit, Iran, was used for research. The Deposit is located in the province of Kurdistan, according to experts, it contains 18 tons of gold. In ore, an industrially valuable component is gold, the average content of which according to the results of assay analysis is 2.90 g/t. Other metals of industrial value do not have due to their low content. The mass fraction of total sulfur is 1.48%, sulfide – 0.73%. The content of sulfide sulfur ore belongs to the category of low-sulphide, by oxidation of sulphur (50,7%) to the category of oxidized ores. Mineralogical analysis has established that the ore is 91% composed of rock-forming minerals. Orthoclase prevails among them by mass fraction, a significant share is hydroslude – 28% and quartz – 23%. Accompanying ore minerals-iron hydroxides, hematite and scorodite, make up about 7.0% in the average sample. The proportion of sulfide minerals is within 1% or less. According to the results of electron-probe analysis, it was found that the gold in the sample is in the form of dispersed inclusions in hydroxides, iron oxides and scorodite. The main hub of gold – hydroxides, iron oxides and scorodite.

Key words: material composition, gold-containing ore, mineralogical analysis, chemical analysis, x-ray phase analysis, electron probe analysis, oxidized gold-containing ore, minerals, fine gold, gold.

Введение

Недра Ирана богаты многими полезными ископаемыми, в том числе железной рудой (12-е место по запасам в мире), медью (9-е), цинком (1-е), ураном (10-е), золотом. На территории страны находится около 7% мировых запасов 68 типов полезных ископаемых¹ [1].

Подтвержденные запасы Au – 340 т, однако в 2018 г. появилась информация об обнаружении в районах Систан-Белуджистан, Курдистан, Западный Азербайджан и Южный Хорасан новых золотоносных месторождений¹, способных увеличить запасы драгоценного металла еще на 40 т [1], из них золоторудное месторождение

Зарашуран, месторождения Чах-Баг [2], Чах-Зард [3], Калькала в Северо-Западном Иране [4, 5], Аргаш в Северо-Восточном Иране [6] и Сари Гунай.

Золотой рудник Сари Гунай (провинция Курдистан) разрабатывается казахстанской компанией по семилетнему контракту; по оценкам специалистов содержит 18 т золота. Производство золота в Иране продолжит расти, поскольку страна нацеливается на производство 10 тонн в год и 25 тонн в долгосрочной перспективе²⁻⁴. Следовательно, изучение вещественного состава золотосодержащей руды месторождения Сари Гунай является приоритетной задачей производства.

¹Верхозин С. Горнодобывающая промышленность Ирана. Обзор. Золотодобыча: <https://zolotodb.ru/article/12039>

²В Курдистане произведено 3200 кг золота в прошедшем финансовом году. // ИрТАГ. <https://irtag.info/ru/news/v-kurdistanе-proizvedeno-3200-kg-zolota-v-proshedshem-finansovom-godu->. – Дата обращения: 19-04-2019.

³Ежегодная добыча золота в Иране достигла рекордных шести тонн. // сайт УзТАГ. <https://uztag.info/ru/news/ezhegodnaya-dobycha-zolota-v-irane-dostigla-rekordnykh-shesti-tonn>. – Дата обращения: 26-01-2018.

⁴В этом году Иран произведет рекордные 6 млн. тонн золота. // сайт Iran.ru. https://www.iran.ru/news/economics/108301/V_etom_godu_Iran_proizvedet_rekordnye_6 mln_tonn_zolota. – Дата обращения: 25-01-2018.

Таблица 1

Химический состав золотосодержащей руды месторождения Сари Гунай

Кесте 1

Сари Ғұнай кен орнының құрамында алтын бар кенінің химиялық құрамы

Table 1

Chemical composition of gold-containing ore from the Sari Gunai Deposit

Компоненты	Содержание, %	Компоненты	Содержание, %
<i>Cu</i>	0,009	<i>SiO₂</i>	61,4
<i>Zn</i>	0,0082	<i>Al₂O₃</i>	19,7
<i>Ni</i>	0,0003	<i>TiO₂</i>	0,49
<i>Pb</i>	0,108	<i>MgO</i>	0,80
<i>Mn</i>	0,0005	<i>CaO</i>	0,31
<i>Co</i>	0,0003	<i>P₂O₅</i>	0,21
<i>Cr</i>	0,0013	<i>Fe_{общ.}</i>	2,67
<i>Mo</i>	0,0001	<i>Fe_{ок.}</i>	0,44
<i>Hg</i>	0,0025	<i>Fe_{S.}</i>	2,23
<i>As</i>	0,11	<i>S_{общ.}</i>	1,48
<i>Sb</i>	0,0563	<i>S_{сульфидная}</i>	0,73
<i>K₂O</i>	7,30	<i>S_{сульфатная}</i>	0,75
<i>Na₂O</i>	1,34	Степень окисления серы	50,7

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Для исследований была использована золотосодержащая руда месторождения Сари Гунай (рис. 1). По результатам пробирного анализа среднее содержание золота в руде составляет 2,90 г/т, в пределах от 2,80 г/т до 3,10 г/т [7]. Химический состав руды представлен в табл. 1. Промышленно ценным компонентом в руде является золото. Остальные металлы промышленного значения не имеют вследствие их малого содержания. Массовая доля общей серы – 1,48%, сульфидной – 0,73%. По содержанию сульфидной серы руда относится к категории малосульфидной; по степени окисления серы (50,7%) – к категории окисленных руд. Особенностью породы является незначительное содержание железа общего – всего 2,67%, большую долю его составляет сульфидное железо (2,23%), в основном, связанное с пиритом.

Рентгенодифрактометрический анализ средних проб выполнен на дифрактометре ДРОН-4 с графитовым монохроматором (излучение – *Cu*). Условия съемки дифрактограмм: *U* = 35 кВ; *I* = 20 мА; шкала: 2000 импульсов; постоянная времени – 2 с; съемка τ - 2τ ; детектор – 2 град/мин. Идентификация минеральных фаз по данным рентгендифрактометрического анализа приведена на дифрактограмме (рис. 2), результаты расчета количественного соотношения рудных и породных минералов даны в табл. 2, из которых видно, что руда на 91% сложена порообразующими минералами. По массовой доле среди них преобладает ортоклаз, значительную долю составляет гидрослюда (28%) и кварц (23%). Сопутствующие рудные минералы – гидроксиды железа, гематит и скородит –

составляют в средней пробе порядка 7,0%. Доля сульфидных минералов находится в пределах 1% и менее. Практически 99% из них составляет пирит. Такие минералы как пирит, арсенопирит, галенит фиксируются в тяжелых фракциях в редких и единичных зернах.

В составе пород установлены окварцованные трахиты, стекловатые и кристаллические разновидности (рис. 3), а также катаклазиты этих пород (рис. 4). Вкрапленники представлены биотитом, размер его чешуек 0,5-0,7 мм. Основная масса породы тонкозернистая и состоит из ортоклаза. По ортоклазу в небольшой степени развивается альбит. Пространство между выделениями ортоклаза заполнено разномзернистым кварцем. Порода пересечена микропрожилками кварца, иногда



Рис. 1. Общий вид руды месторождения Сари Гунай.
Сурет 1. Сари Гунай кен орны кенінің жалпы түрі.
Figure 1. General view of the Sari Gunai ore Deposit.

Таблица 2
Минералогический состав золотосодержащей руды
месторождения Сари Гунай

Кесте 2
Сари Ғұнай кен орнының құрамында алтын бар
кенінің минералогиялық құрамы

Table 2
Mineralogical composition of the gold-bearing ore of the
Sari Gunai Deposit

Минералы, группы минералов	Массовая доля, %
Породообразующие	
кварц	23,0
ортоклаз	30,0
плагиоклаз	6,0
гидрослюда	28,0
биотит	2,0
хлорит	1,0
каолинит	1,0
гипс	<
Рудные	
язрозит	2,0
магнетит, гематит	1,0
гидроксиды железа	<
скородит	2,0
киноварь	Единичные знаки
метоциноворит	Единичные знаки
Сульфиды	
пирит	1,0
арсенипирит	Единичные знаки
галенит	Единичные знаки
Итого:	100,0

с включениями мелких выделений ксеноморфных зерен пирита, общее количество которых менее 1%, редких вкрапленных выделений арсенипирита и галенита. Часть зерен пирита замещена ярозитом, содержание которого в породе составляет около 2%.

В стекловатых разностях пород по обломкам и вкрапленным калишпата развивается гидрослюда, основная масса породы представлена изотропным вулканическим стеклом. По основной массе развивается вкрапленность пирита размером 0,02-0,05 мм.

Обломки пород затронуты гипергенными процессами. Кроме ярозита по пириту в породе по трещинам и пустотам развиваются гидроксиды марганца и железа.

По данным электронно-зондового анализа, выполненного на электронном микроанализаторе марки JEOL JXA-8230 ElectronProbeMicroanalyzer, золото в руде присутствует в виде тонких (микронных) включений в скородите (рис. 5 и 6), гидроксидах железа и кварце (рис. 7). Для самого «большого» зерна золота, около 15 × 5 мкм (рис. 5), была возможность определить истинный состав золота, %: Au – 87,18; Ag – 9,31; Fe – 3,51. Анализы выполнялись в режимах COMPO (изображение в обратно-рассеянных электронах),

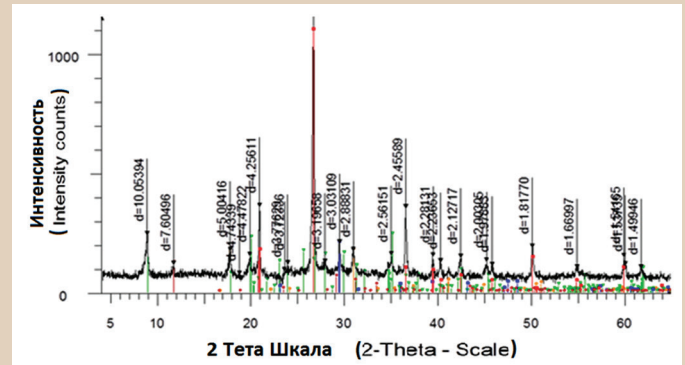


Рис. 2. Дифрактограмма пробы руды
месторождения Сари Гунай.
Сурет 2. Сари Ғұнай кен орны кен сынамаcының
дифрактограммасы.
Figure 2. The diffraction pattern of a sample of ore
deposits in the Sari Gunai.

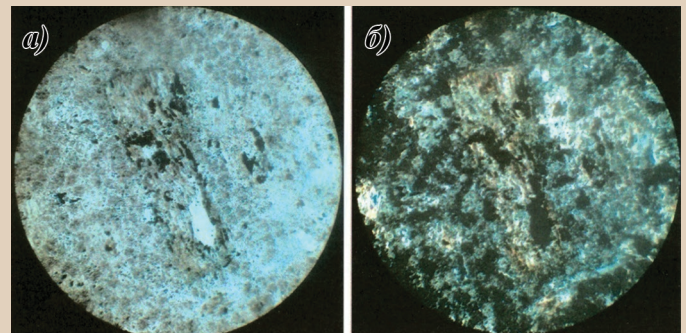


Рис. 3. Окварцованный трахит с вкраплением
биотита, замещенного гидрослюдой (увеличение 50):
а – николи параллельны; б – николи скрещены.
Сурет 3. Гидромиканен алмастырылған биотит
косылған кремнийлі трахит (үлкейту 50):
а – никельдер параллель; б – никельдер кесіп өтті.
Figure 3. Silica trachyte with interspersed biotite
replaced by hydromica (magnification 50):
a – nicoles are parallel; b – nicoles are crossed.

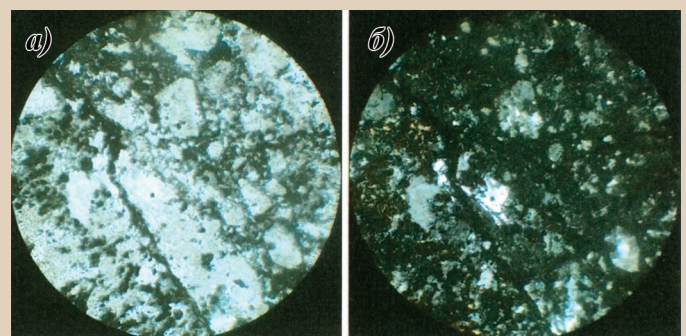


Рис. 4. Катаклазированный окварцованный трахит
в цементе – вулканическое стекло (увеличение 50):
а – николи параллельны; б – николи скрещены.
Сурет 4. Цементтегі катаклифтелген силикатталған
трахит – вулкандық шыны (үлкейту 50):
а – никельдер параллель; б – никельдер кесіп өтті.
Figure 4. Cataclastic silicified trachyte in cement –
volcanic glass(magnification 50):
a – nicoles are parallel; b – nicoles are crossed.

SEI (изображение во вторичных электронах), EDS (энерго-дисперсионная спектроскопия, характеристическое рентгеновское излучение).

Оксиды, гидроксиды железа и скородит в пробе присутствуют в виде тесных сростаний. Они образуют чаще всего полные псевдоморфозы по пириту, сохраняя его кубический габитус, реже – с редкими реликтами первичных минералов размером 0,003-0,03 мм.

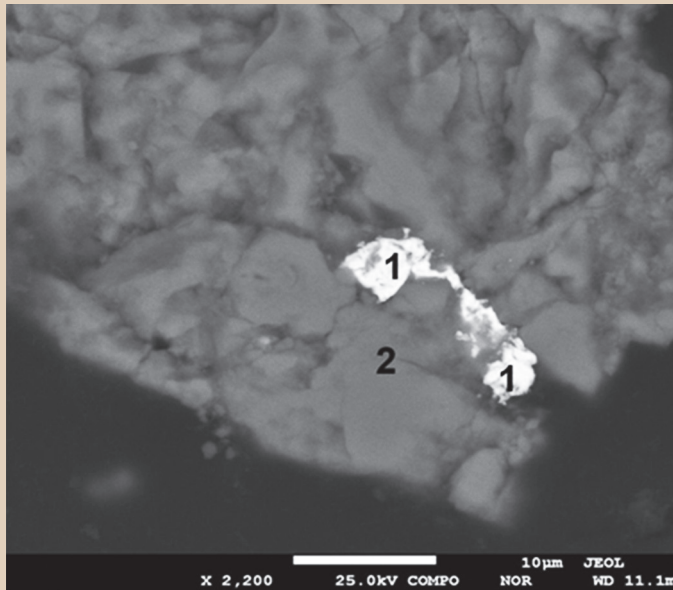


Рис. 5. Золото (1) в скородите (2) (размер золотин 15 × 5 мкм; режим COMPO, увеличение 2200).

Сур. 5. Скородиттегі (2) алтын (1) (алтын бөлшектері мөлшері 15 × 5 мкм; COMPO режимі; үлкейту 2200).
Figure 5. Gold (1) in scorodite (2) (gold size 15 × 5 μm; COMPO mode; magnification 2200).

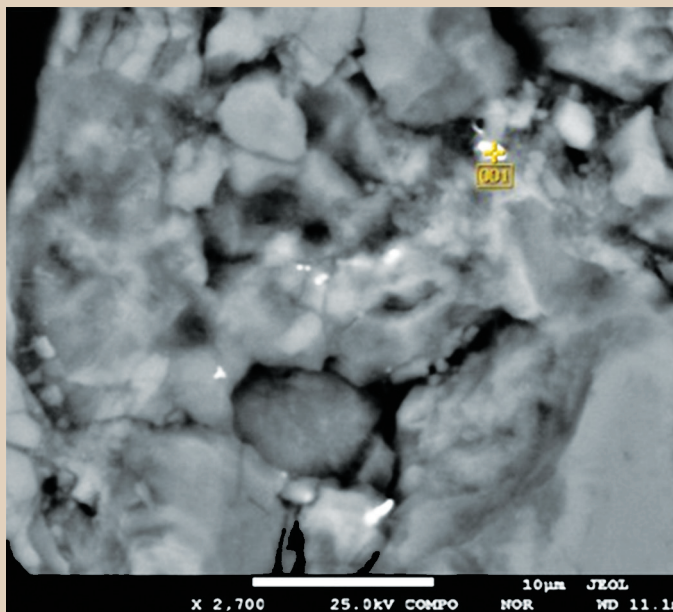


Рис. 6. Золотина в скородите (размер золотин 1 мкм; режим EDS; увеличение 2700).

Сурет 6. Скородиттегі алтын (алтын бөлшектері мөлшері 1 мкм; EDS режимі; үлкейту 2700).
Figure 6. Gold in skorodite (the size of the gold particles is 1 μm; EDS mode; magnification 2700).

Образуют также коллоидные структуры в сростании с нерудной массой. Анализ скородита, %: *As* – 14,01; *Fe* – 41,03; *O* – 43,30; *H* – 1,66. Эти минералы являются концентраторами тонкодисперсного золота.

Для выявления размеров свободного золота применялся атомно-эмиссионный сцинтилляционный анализ, который установил размеры золотин в руде: 3 мкм – 45,2%; 6 мкм – 32,2%; 10 мкм – 6,5%; 15 мкм – 9,5%; крупнее 20 мкм – 6,5% (табл. 3).

Выводы

1. По результатам пробирного анализа среднее содержание золота в руде составляет 2,90 г/т, в пределах от 2,80 г/т до 3,10 г/т. Массовая доля общей серы 1,48%, сульфидной – 0,73%. По содержанию сульфидной серы руда относится к категории мало-сульфидной, по степени окисления серы (50,7%) – к категории окисленных руд.

2. Минералогическим анализом установлено, что руда на 91% сложена породообразующими минералами. По массовой доле преобладает ортоклаз, значительную долю составляет гидрослюда – 28% и кварц – 23%. Сопутствующие рудные минералы – гидроксиды железа, гематит и скородит – составляют в средней пробе порядка 7,0%. Доля сульфидных минералов находится в пределах 1% и менее. Практически 99% из них составляет пирит. Такие минералы как пирит, арсенопирит, галенит фиксируются в тяжелых фракциях в редких и единичных зернах. В составе пород установлены окварцованные трахиты, стекловатые и кристаллические разновидности, а также катаклазиты этих пород. Вкрапленники представлены биотитом, размер его чешуек 0,5-0,7 мм.

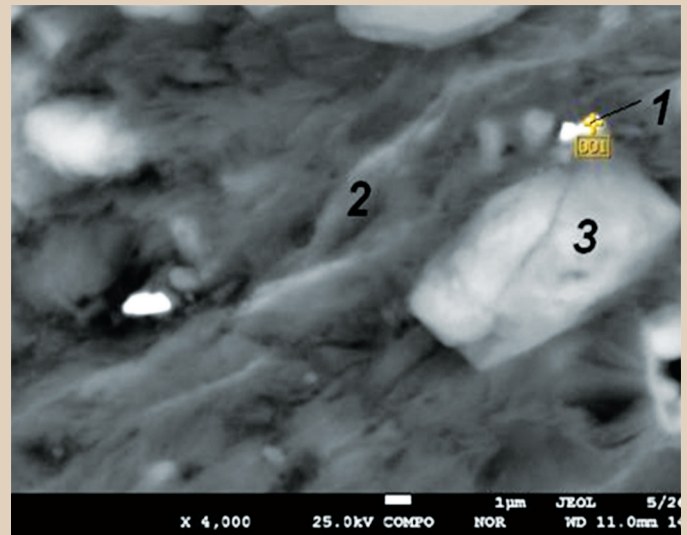


Рис. 7. Золото (1) в гидроксидах железа (2) и кварце (3), рядом скородит (размер золотин 1-1,5 мкм; режим EDS, увеличение 4000).

Сурет 7. Темірдің гидроксидтеріндегі (2) алтын (1) және кварц (3), тұқымның қасындағы (алтын бөлшектері мөлшері 1-1,5 мкм; ЭСҚ режимі, үлкейту 4000).

Figure 7. Gold (1) in the hydroxides of iron (2) and quartz (3), skorodite nearby (the size of the gold particles is 1-1,5 μm; EDS mode; magnification 4000).

3. Промышленно ценный минерал – золото – имеет состав, %: Au – 87,18; Ag – 9,31; Fe – 3,51. С помощью электронно-зондового анализа установлено, что золото в пробе находится: в основной массе в виде дисперсных зерен (не более 2-х микрон); включений в гидроксидах, оксидах железа и скородите. Сцинтилляционным анализом установлено тонкодисперсное золото размером 3 мкм – 14 знаков; 6 мкм – 3 знака; 10 мкм – 2 знака; 15 мкм – 3 знака; крупнее 20 мкм – 2 знака.

4. Основные концентраторы золота – гидроксиды, оксиды железа и скородит. Реже включения золота присутствуют в кварце.

Таблица 3

Результаты сцинтилляционного анализа пробы руды

Кесте 3

Руда сынамасын сцинтилляциялық талдау

Table 3

Ore sample scintillation analysis

Исследуемый образец	Доля золотин, % по размерам, мкм				
	3	6	10	15	20
Руда месторождения Сари Гунай	45,2	32,3	6,5	9,5	6,5

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Nezafati Nima*. Минеральные ресурсы Ирана. // Обзор конференции «Berg und Hüttenmännischer Tag» (BHT) – Фрайберг (Германия), 2015. – Т. 66. – С. 1-11. <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.4776.5602>
2. *Hossein Kouhestani, Nematollah Rashidnejad-Omran, Ebrahim Rastad, Mohammad Mohajjel, Richard J. Goldfarb, Majid Ghaderi*. Орогенное золоторудное оруденение на месторождении Чах Баг, Золотой район Мутех, Иран. // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2014. – Т. 91. – С. 89-106. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2014.04.027>.
3. *Hossein Kouhestani, Majid Ghaderi, Ross R. Large, Khin Zaw*. Текстура и химия пирита на Чахзардском эпитептермальном золото-серебряном месторождении, Иран. // *Ore Geology Reviews*. – 2017. – Т. 84. – С. 80-101. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2017.01.002>.
4. *Farhang Aliyari, Ebrahim Rastad, Mohammad Mohajjel, Greg B. Arehart*. Геология и геохимия D–O–C изотопной систематики золоторудного месторождения Кулқолех, Северо-Западный Иран: значение для рудогенеза. // *Ore Geology Reviews*. – 2009. – Т. 36. – Вып. 4. – С. 306-314. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2009.06.003>.
5. *Farhang Aliyari, Ebrahim Rastad, Richard J. Goldfarb, Jafar Abdollahi Sharif*. Геохимия гидротермальных изменений золоторудного месторождения Кулқолех, Северный метаморфический пояс Санандадж-Сурджан, Северо-Западный Иран: векторы к высококачественным рудным телам. // *Journal of Geochemical Exploration*. – 2014. – Т. 140. – С. 111-125. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.01.007>.
6. *Esmaeel Ashrafpour, Kevin M. Ansdell, Saeed Alirezaei*. Эволюция гидротермальных флюидов и рудогенез в Аргашской эпитептермальной золоторудной перспективе, Северо-Восточный Иран. // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2012. – Т. 51. – С. 30-44. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2012.01.020>.
7. *Есенгараев Е.К., Баумбетов Б.С., Мамяченков С.В., Сурымбаев Б.Н., Прозор Н.Г.* Изучение процесса цианидного выщелачивания золота с применением ацетата натрия при различной крупности руды. // *Комплексное использование минерального сырья*. – 2020. – №1(312). – С. 59-68.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. *Nezafati Nima*. Иранның минералды ресурстары. // «Berg und Hüttenmännischer Tag» (BHT) конференцияға шолу. – Freiberg (Germany), 2015. – Т. 66. – Б. 1-11. <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.4776.5602>
2. *Hossein Kouhestani, Nematollah Rashidnejad-Omran, Ebrahim Rastad, Mohammad Mohajjel, Richard J. Goldfarb, Majid Ghaderi*. Баг Чах кен орнындағы орогенді алтын кені кенденуі, Мутех Алтын ауданы, Иран. // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2014. – Т. 91. – Б. 89-106. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2014.04.027>.
3. *Hossein Kouhestani, Majid Ghaderi, Ross R. Large, Khin Zaw*. Чахзард эпитептермальды алтын-күміс кен орнындағы пирит құрылымы мен химиясы, Иран. // *Ore Geology Reviews*. – 2017. – Т. 84. – С. 80-101. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2017.01.002>.
4. *Farhang Aliyari, Ebrahim Rastad, Mohammad Mohajjel, Greg B. Arehart*. Күлқолех алтын кені кен орнының изотоптық жүйесінің D–O–C геологиясы және геохимиясы, Солтүстік-Батыс Иран: рудогенез үшін маңызы. // *Ore Geology Reviews*. – 2009. – Т. 36. – Шығ. 4. – Б. 306-314. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2009.06.003>.
5. *Farhang Aliyari, Ebrahim Rastad, Richard J. Goldfarb, Jafar Abdollahi Sharif*. Күлқолех алтын кен орнының гидротермалдық өзгерістерінің геохимиясы, Санандадж-Сурджан Солтүстік метаморфикалық белдеуі, Солтүстік-Батыс Иран: жоғары сұрыпты кен денелеріне векторлар. // *Journal of Geochemical Exploration*. – 2014. – Т. 140. – Б. 111-125. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.01.007>.
6. *Esmaeel Ashrafpour, Kevin M. Ansdell, Saeed Alirezaei*. Гидротермалды флюидтердің эволюциясы және Аргаш эпитептермальды алтын кені перспективасындағы рудогенезі,

Солтүстік-Шығыс Иран. // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2012. – Т. 51. – Б. 30-44. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2012.01.020>.

7. Есенғараев Е.К., Баумбетов Б.С., Мамяченков С.В., Суримбаев Б.Н., Прозор Н.Г. Кеннің әр түрлі ірілігінде натрий ацетатын қолданумен Алтынды цианидты сілтілеу процесін зерттеу. // *Минералды шикізатты кешенді пайдалану*. – 2020. – №1(312). – Б. 59-68.

REFERENCE

1. Nezafati Nima. *Mineral Resources of Iran; an overview* // Conference «Berg-und Hüttenmännischer Tag» (BHT). – Freiberg, Germany, 2015. – Vol. 66. – P. 1-11.
2. Hossein Kouhestani, Nematollah Rashidnejad-Omran, Ebrahim Rastad, Mohammad Mohajjel, Richard J. Goldfarb, Majid Ghaderi. *Orogenic gold mineralization at the ChahBagh deposit, Muteh gold district, Iran*. // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2014. – Vol. 91. – P. 89-106.
3. Hossein Kouhestani, Majid Ghaderi, Ross R. Large, Khin Zaw. *Texture and chemistry of pyrite at Chah Zard epithermal gold-silver deposit, Iran*. // *Ore Geology Reviews*. – 2017. – Vol. 84. – P. 80-101.
4. Farhang Aliyari, Ebrahim Rastad, Mohammad Mohajjel, Greg B. Arehart. *Geology and geochemistry of D–O–C isotope systematics of the Qolqoleh gold deposit, Northwestern Iran: Implications for ore genesis*. // *Ore Geology Reviews*. – 2009. – Vol. 36. – Issue 4. – P. 306-314.
5. Farhang Aliyari, Ebrahim Rastad, Richard J. Goldfarb, Jafar Abdollahi Sharif. *Geochemistry of hydrothermal alteration at the Qolqoleh gold deposit, northern Sanandaj-Sirjan metamorphic belt, Northwestern Iran: Vectors to high-grade ore bodies* // *Journal of Geochemical Exploration*. – 2014. – Vol. 140. – P. 111-125.
6. Esmaeel Ashrafpour, Kevin M. Ansdell, Saeed Alirezaei. *Hydrothermal fluid evolution and ore genesis in the Arghash epithermal gold prospect, Northeastern Iran* // *Journal of Asian Earth Sciences*. – 2012. – Vol. 51. – P. 30-44.
7. Yessengarayev Ye.K., Baimbetov B.S., Mamyachenkov S.V., Surimbayev B.N., Prozor N.G. *Study of the process of cyanide leaching of gold using sodium acetate at different ore sizes*. // *Complex Use of Mineral Resources*. – 2020. – №1(312). – P. 59-68.

Сведения об авторах:

Есенғараев Е.К., докторант кафедры металлургии и обогащения полезных ископаемых Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), научный сотрудник лаборатории благородных металлов Филиала Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханообр» (г. Алматы, Казахстан), y.yessengarayev@stud.satbayev.university

Баумбетов Б.С., канд. техн. наук, ассоциированный профессор кафедр металлургии и обогащения полезных ископаемых Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), b.baimbetov@satbayev.university

Мамяченков С.В., д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Металлургия цветных металлов», заведующий базовой кафедрой «Металлургия» Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург, Россия), s.v.mamiachenkov@urfu.ru

Суримбаев Б.Н., доктор PhD, старший научный сотрудник лаборатории благородных металлов Филиала Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханообр» (г. Алматы, Казахстан), surimbaev@gmail.com

Авторлар туралы мәлімет:

Есенғараев Е.К., металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы «Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті – Satbayev University» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының докторанты (Алматы қ., Қазақстан), «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» республикалық мемлекеттік кәсіпорны филиалының асыл металдар зертханасының ғылыми қызметкері «Казмеханообр» өнеркәсіптік экология мемлекеттік ғылыми-өндірістік бірлестігі (Алматы қ., Қазақстан), y.yessengarayev@stud.satbayev.university

Баумбетов Б.С., техника ғылымдарының кандидаты, металлургия және пайдалы қазбаларды байыту кафедрасы «Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті – Satbayev University» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан), b.baimbetov@satbayev.university

Мамяченков С.В., техника ғылымдарының докторы «Түсті металдар металлургиясы» кафедрасының меңгерушісі, Орал федералдық университетінің «Металлургия» базалық кафедрасының меңгерушісі Ресейдің Тұңғыш Президенті Б.Н. Ельцин (Екатеринбург қ., Ресей), s.v.mamiachenkov@urfu.ru

Суримбаев Б.Н., PhD докторы, «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» Республикалық мемлекеттік кәсіпорнының филиалы «Казмеханообр» Өнеркәсіптік экология Мемлекеттік ғылыми-өндірістік бірлестігі (Алматы қ., Қазақстан), surimbaev@gmail.com

Information about the authors:

Yerlan K. Yessengarayev, Master of Technical Sciences, PhD Doctorate Student of the Department of Metallurgy and Mineral Processing of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), Researcher at the Laboratory of Noble Metals of the Branch of the Republican State Enterprise «National Center for the Integrated Processing of Mineral Resources of the Republic of Kazakhstan» State Scientific and Production Association of Industrial Ecology «Kazmekhanobr» (Almaty, Kazakhstan), y.yessengarayev@stud.satbayev.university

Bolotpay S. Baimbetov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Metallurgy and Mineral Processing of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), b.baimbetov@satbayev.university

Sergey V. Mamyachenkov, Doctor of Technical Sciences, Head of Chair of the Department of Non-Ferrous Metallurgy, Head of Chair of the Affiliated Department «Metallurgy» of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, s.v.mamiachenkov@urfu.ru

Bauyrzhan N. Surimbayev, PhD, Senior scientific researcher of Precious Metals Laboratory of the Branch of the Republican State Enterprise «National Center for the Integrated Processing of Mineral Resources of the Republic of Kazakhstan» State Scientific and Production Association of Industrial Ecology «Kazmekhanobr» (Almaty, Kazakhstan), surimbaev@gmail.com

Код МРНТИ 52.13.17

М.Ж. Битимбаев¹, С.Л. Кузьмин², А.Н. Тюрбит², О.А. Акмалова²¹Республиканское общественное объединение Национальная Инженерная Академия РК (г. Алматы, Казахстан),²Республиканское государственное казенное предприятие «Рудненский индустриальный институт» (г. Рудный, Казахстан)

РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГОРНОЙ МАССЫ В ГЛУБОКИХ КАРЬЕРАХ

Аннотация. Выполненный анализ существующих технологий добычи открытым способом и современного состояния горного производства указывает на настоятельную необходимость в разработке новой технологии ресурсосбережения и экологически безопасных технологий для открытой разработки. В статье предлагается новая технология контейнерной перевозки горных пород в контейнерах без строительства в карьере транспортных коммуникаций и обладающая технологическими и энергосберегающими преимуществами. Этими преимуществами являются: одновременная экскавация горных пород, транспортирование пород по кратчайшему расстоянию, низкий коэффициент упаковки контейнера и мобильность комплекса подъемных машин, что снижает энергозатраты и стоимость транспортировки горной массы.

Ключевые слова: контейнерная технология, глубокий карьер, подъемная машина, производительность, открытые горные работы, экскаваторно-транспортный комплекс.

Терең карьерлерде тау-кен массасын тасымалдаудың жаңа тәсілін әзірлеу

Андатпа. Ашық әдіспен өндірудің қолданыстағы технологияларын және тау-кен өндірісінің қазіргі жағдайының жасалған талдауы ашық игеру үшін ресурс үнемдеудің жаңа технологиясын және экологиялық қауіпсіз технологияларды әзірлеудің аса қажет екендігін көрсетеді. Мақалада карьерде көліктік коммуникацияларды салусыз және технологиялық, энергия үнемдейтін артықшылықтарға ие контейнерлерде тау жыныстарын контейнерлермен контейнерлік тасымалдаудың жаңа технологиясы ұсынылады. Бұл артықшылықтар: тау жыныстарын бір мезгілде экскавациялау, жыныстарды қысқа қашықтық бойынша тасымалдау, контейнерді ораудың төмен коэффициенті және көтергіш машиналар кешенінің ұтқырлығы болып табылады, бұл энергия шығындарын және тау-кен массасын тасымалдау құнын төмендетеді.

Түйінді сөздер: контейнерлік технология, терең карьер, көтергіш көлік, өнімділік, ашық тау-кен жұмыстары, экскаваторлық-тасымалдау кешені.

New method development for rock transporting in deep open pits

Abstract. An analysis of existing open pit mining technologies and the current state of mining industry indicates the urgent need to develop a new resource-saving technology and environmentally friendly technologies for open pit mining. The article proposes a new technology for transportation of rocks in containers without construction of transport communications in the pit and having technological and energy-saving advantages. These advantages are: simultaneous excavation of rocks, transportation of rocks over the shortest distance, low packing ratio of the container and mobility of lifting machines complex, which will reduce energy costs and the cost of rock mass transporting. All equipment of the technology is simple in design and can be manufactured at a mining company.

Key words: container technology, deep pit, lifting machine, open pit mining, excavation and transportation complex, economic efficiency, equipment design, strength calculation, mining, automation.

Введение

Комплектация технологического оборудования глубоких карьеров является самым сложным вопросом в существующей технологии. Это показывает, что они содержат ряд противоречий, требующих новых решений. По мере понижения горных работ в карьерах увеличивается расстояние для автомобильных перевозок, поэтому требуются самосвалы большей грузоподъемности. Увеличение грузоподъемности самосвалов нарушает оптимальное соотношение емкости ковша призабойного экскаватора к вместимости кузова автосамосвала. Для уменьшения времени простоя дорогостоящих самосвалов необходимо увеличить мощность ковша и стандартный размер экскаватора. Увеличенные размеры самосвалов требуют расширения автомагистралей, площадок для маневрирования и т. д., что значительно снижает объемы добываемой руды [1]. Это способствует увеличению числа внутрикарьерных перегрузочных пунктов, применяемых при комбинированных перевозках.

В глубоких карьерах с комбинированным автомобильно-железнодорожным транспортом с ростом глубины карьера постепенно снижается темп сооружения железнодорожных коммуникаций и перегрузочных складов из-за сужения рабочего пространства,

замедляется отставание опережающих вскрышных работ для формирования участков постоянного борта карьера. Такие площадки необходимы для размещения на них стационарных железнодорожных сообщений. Отставание вскрышных работ в зоне работы железнодорожного транспорта происходит из-за меньшей возможной интенсивности проведения горных работ, вызванных большой длиной рабочего фронта для одного экскаватора на железнодорожном транспорте. Различные скорости снижения горных работ на автомобильном и железнодорожном транспорте также способствуют возникновению нарастающего разделения автомобильных границ нижней зоны карьера от перегрузочных складов, расположенных на нижней границе зоны работы железнодорожного транспорта¹.

Результатом вышеописанной ситуации является качественный переход автотранспорта из категории связующего звена, обладающего основным преимуществом в подвижности, в категорию подъемного звена транспортной системы в условиях, при которых снижаются худшие свойства автотранспорта – высокий удельный расход топлива и крайне негативное влияние на атмосферу карьера [2]. По практическим данным удельный расход топлива самосвала на подъеме увеличивается в два раза, что связано

¹Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н. и др. Карьерный транспорт: состояние и перспективы. – СПб: Наука, 2004. – 429 с.

с высоким коэффициентом емкости и низким КПД любого двигателя внутреннего сгорания. Увеличивается удельная стоимость горных работ, повышается частота остановок карьера для проветривания или возникает необходимость применения средств индивидуальной защиты персонала от вредных газов [3].

Основные недостатки, присущие традиционным технологиям с автомобильным, железнодорожным и комбинированным автомобильным и железнодорожным транспортом [4]: высокий коэффициент тары кузова самоходных транспортных средств; малые преодолеваемые уклоны транспортных коммуникаций в карьере; снижение производительности экскаваторов, автомобильно-экскаваторных и железнодорожных комплексов из-за недостаточного снабжения экскаваторов необходимым количеством транспортных средств для снижения времени простоя дорогостоящего оборудования; потребность в дополнительных энергоемких экскавациях при перегрузке горной массы на внутрикарьерных складах при комбинированном транспорте; высокий уровень образования пыли при перегрузке горной массы на складах, при транспортировке и складировании; увеличенная высота подъема породы на внешних отвалах и потребность в дополнительном оборудовании для сброса (бульдозер, экскаватор горной массы); увеличение текущего коэффициента вскрыши из-за отклонения от оптимального направления формирования промежуточного борта карьера при размещении транспортных коммуникаций и перегрузочных складов на временных опорах в рабочей зоне карьера; невозможность автоматизации процесса транспортирования подъема горной массы из карьера.

Основными недостатками горной технологии с конвейерным транспортом в карьере являются: трудности взрывных работ в зоне размещения конвейерных линий; необходимость энергоемкого дробления пустой породы перед загрузкой на транспортер; время простоя добывающего оборудования при реорганизациях, техническом обслуживании и ремонте конвейерных линий и дробильного оборудования; увеличение текущего коэффициента вскрыши из-за отклонения от оптимального направления скорости понижения при размещении дробильных установок и конвейерных линий на понижаемом остатке в рабочей зоне карьера; интенсивное выделение пыли во время измельчения породы в карьере и ее перегрузке из самосвалов в бункер дробильной установки; необходимость организации отогрева конвейера для работы в зимнее время² [5].

Основной недостаток предлагаемых ранее специальных подъемников для карьеров (для самосвалов, железнодорожных вагонов, скипов) – необходимость строительства на борту карьера стационарного маршрута направляющих и подъемных механизмов. Негибкость этой схемы транспортировки в условиях динамически развивающейся рабочей зоны карьера с проведением взрывных работ ограничивает зону, обслуживаемую подъемником, или оказывает неблагоприятное воздействие

на режим горных работ при размещении маршрута подъемника на оставленных опорах в рабочей зоне карьера [6].

Таким образом, основной проблемой глубоких карьеров является транспортная. Современные тенденции развития традиционных технологий транспортировки приводят к сокращению запасов ископаемых руд, увеличению удельных затрат на 1 т-км автомобильных перевозок, росту загрязнения атмосферы и снижению производственных мощностей карьера.

Методы исследования

Для внедрения на открытых горных работах предлагается контейнерная технология транспортировки горной массы, которая позволит повысить показатели открытых горных работ по экономии энергоресурсов и сохранению окружающей среды на качественно новом уровне. Эффективность контейнерного подъема заключается в снижении энергетических и экономических потерь от простоя транспортных средств под погрузкой и в увеличении производительности экскаватора.

Технологическая схема с применением карьерных подъемных установок обладает достаточной надежностью, гибкостью и разнообразием. Это позволяет постепенно увеличивать высоту подъема, размещать комплексы подъемных установок на уступах карьера, распределять или объединять грузопотоки по типам горной массы.

При недостаточной высоте подъема одним подъемным механизмом возможен двух- или трехступенчатый подъем. Это позволит уменьшить или исключить подъем контейнеров контейнерными перевозчиками, которые доставляют загруженные контейнеры от экскаваторов до мест подъема. В контейнерной технологии горную массу экскаваторы загружают в контейнеры согласно рис. 1. Два-три контейнера устанавливаются в зоне работы экскаватора. Обмен загруженных контейнеров на пустые осуществляется автозагрузчиками – контейнерными перевозчиками. Они доставляют загруженные контейнеры на короткие расстояния на контейнерную платформу в зоне работы следующего подъемного устройства. Контейнеровозы также выполняют спуск пустых контейнеров в карьер.

В соответствии с основной технологической схемой карьера подъемные контейнеры устанавливаются на уступах карьера для подъема контейнеров с нижних уступов на верхние. На промежуточных платформах осуществляется очистка загруженных и пустых контейнеров. После подъема на уступы, где работает железнодорожный транспорт, производится выгрузка контейнера непосредственно в вагоны.

Одна подъемная машина при подъеме обслуживает два уступа и располагается на площадке нижнего уступа за пределами призмы возможного обрушения. Контейнер доставляется контейнеровозом к нижней бровке нижнего уступа, подъемная машина перемещает контейнер на площадку верхнего уступа, откуда через обменный пункт контейнер подается под следующую подъемную машину.

²Юдин А.В. Теория и технические решения транспортно-перезагружающих систем в карьерах. – Екатеринбург: USMU. 2011. – 507 с.

Новая технология может применяться в существующих комбинированных транспортных схемах, например, автомобильно-железнодорожных, как промежуточное звено – подъемно-перегрузочный пункт.

Контейнерный подъемный комплекс может стать альтернативным вариантом решения острой проблемы современных карьеров по вскрытию глубоких горизонтов, хотя он может быть применен на любой стадии разработки карьера.

Отказ от подъема горной массы автотранспортом дает возможность увеличить предельные уклоны автосъездов, так как они будут использованы для движения только порожних автомобилей. Возможный переход от уклонов 8% на уклоны 15% даст сокращение площади, отведенной в карьере для размещения автосъездов.

Эффективность новой технологии выразится в снижении удельных энергозатрат на транспортировку горной массы по сравнению с наиболее распространенной технологией с применением автомобильно-железнодорожного транспорта с перегрузкой на внутрикарьерных складах за счет экономии затрат: на подъем горной массы за счет подъема ее подъемной машиной с электроприводом в контейнерах, имеющих минимальный коэффициент тары; от снижения коэффициента вскрыши за счет сокращения площади перегрузочного пункта, устройство которого в этом случае теряет смысл.

Диаграмма роста³ экономической эффективности контейнерной технологии в зависимости от глубины карьера представлена на рис. 2.

Анализируя данный график, можно сделать вывод, что экономическая эффективность при внедрении на карьере контейнерного подъема с ростом глубины разработки увеличивается. Это происходит из-за снижения эксплуатационных затрат, таких, как расход дизельного топлива, амортизационных отчислений и снижения затрат на проведение ремонта оборудования.

Результаты

На основании проведенного анализа существующих контейнеров, которые используются в промышленности для транспортировки грузов, было выявлено, что ни одна конструкция контейнера нам не подходит. В основном контейнеры используются для транспортировки сыпучих мелкодисперсных грузов, а для транспортировки крупнокусковой абразивной горной породы проведенный патентный поиск не дал положительных результатов. Для транспортирования породы в глубоком карьере был спроектирован контейнер⁴, не имеющий аналогов (в соответствии с рис. 3).

Конструктивно контейнер выполнен сварным, с раскрывающимся днищем. Управление открыванием днища осуществляется машинистом подъемной машины за счет системы механических рычагов. Секция днища крепится к стенкам на пяти шарнирах. При загрузке контейнер устанавливается на земле, и секции

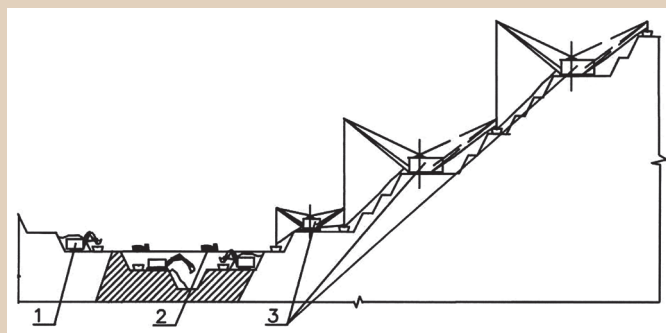


Рис. 1. Схема энергосберегающей контейнерной технологии на открытых горных работах:
1 – загрузка горной массы экскаватором в контейнеры; 2 – доставка автоконтейнерными носителями до места подъема на уступах; 3 – увеличение высоты подъема горных пород в контейнерах с помощью подъемных установок.
Сурет 1. Ашық тау-кен жұмыстарындағы энергия үнемдейтін контейнерлік технологияның схемасы:
1 – тау-кен массасын контейнерлерге экскаватормен тиеу; 2 – автоконтейнерлік тасымалдаушылармен кемерде көтеру орнына дейін жеткізу; 3 – көтергіш қондырғылардың көмегімен контейнерлерде тау-кен жыныстарын көтеру биіктігін арттыру.

Figure 1. Scheme of energy-saving container technology for open-pit mining: 1 – loading of rock mass by an excavator into containers; 2 – delivery of cars by container carriers to the place of lifting on ledges; 3 – increasing the height of lifting rocks in containers using lifting devices.

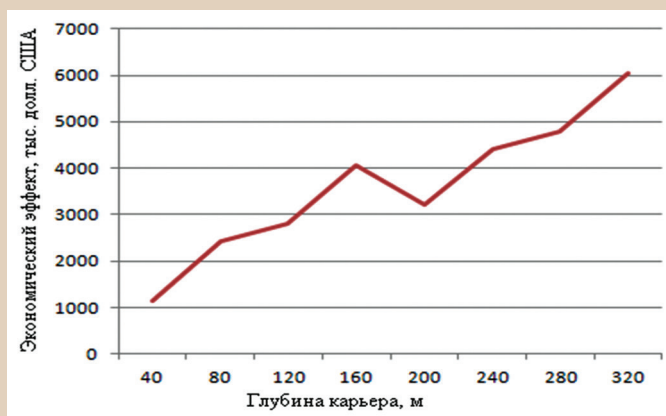


Рис. 2. Зависимость экономического эффекта от внедрения контейнерной технологии от глубины карьера.

Сурет 2. Контейнерлік технологияны енгізудің экономикалық тиімділігінің карьер тереңдігіне тәуелділігі.

Figure 2. Dependence of economic efficiency of container technology implementation on the depth of the open pit.

³Битимбаев М.Ж., Кузьмин С.Л., Маулянабаев Т.И., Осадчий В.И., Орынгожин Е.С. Применение контейнерной технологии для открытых горных работ: монография. – Алматы: Aleshan, 2015. – 96 с.

⁴Битимбаев М.Ж., Кузьмин С.Л., Тюрбит А.Н. Оборудование для транспортирования породы на горных работах. / Патент 33091: опубл. 17.09.18. // Бюл. №35.

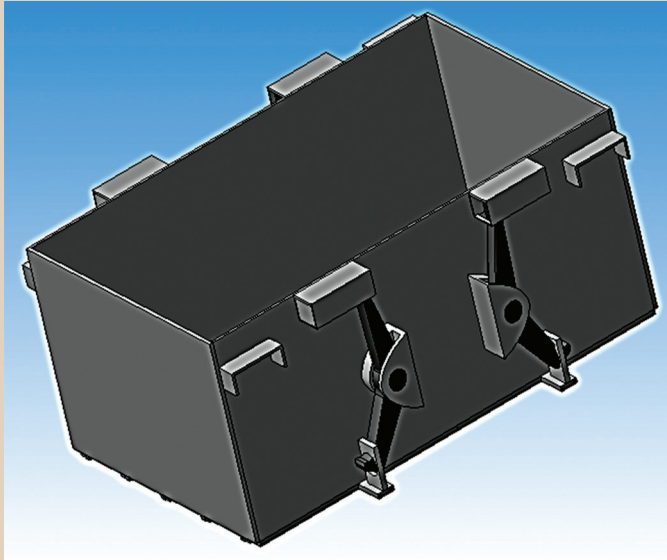


Рис. 3. Внешний вид контейнера.
Сурет 3. Контейнердің сыртқы түрі.
Figure 3. The appearance of the container.

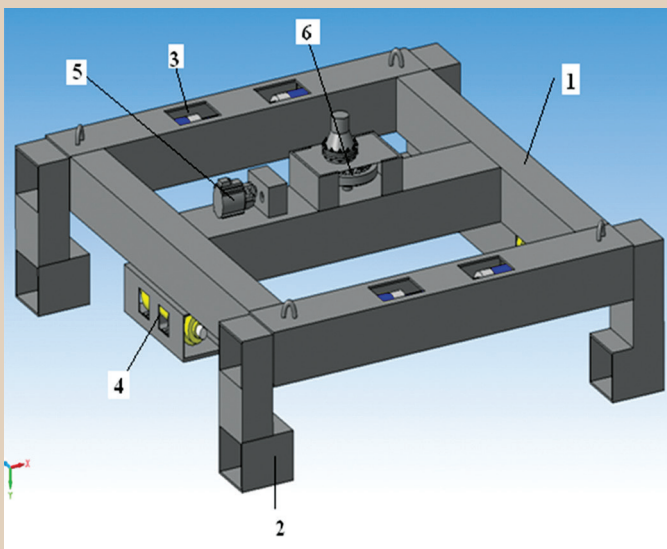


Рис. 4. Общий вид захвата.
Сурет 4. Басып алудың жалпы түрі.
Figure 4. General view of the container capture.

днища фиксируются запорным элементом – коленом. Подъем контейнера осуществляется за боковые фитинги, расположенные на боковых стенках. При этом упоры грузозахватного устройства входят в контакт с фитингами и удерживают контейнер в закрытом состоянии. В процессе разгрузки упоры освобождаются от контакта с фитингами, и за счет собственного веса порода высыпается из контейнера.

Наиболее трудоемкими операциями при производстве погрузочно-разгрузочных работ с крупногабаритными грузами являются захват груза и его отцеп. Для нашего случая обычное грузозахватное устройство не подойдет, поэтому целесообразно использовать специально разработанный захват (в соответствии с рис. 4). К его проектированию предъявляются следующие требования: высокий коэффициент надежности

и безотказность; экономичность в эксплуатации, позволяющая увеличить срок службы и в значительной степени избежать деформации контейнеров; автоматизация захвата контейнера; возможность осуществления разгрузки контейнера и простота конструкции.

Захват состоит из опорной балки 1, которая оснащена прямоугольными захватами 2. Длина балки увеличивается, при этом обе стороны выдвигаются с помощью гидроцилиндров 3. Захваты передвигаются для зажима контейнера. На балке установлены гидроцилиндры 4, обеспечивающие разгрузку контейнера. Станция управления гидравликой 5 располагается на опорной балке и включает в себя: двигатель, насосы и гидрораспределители. Контейнер с захватом показан на рис. 5.

Все оборудование для контейнерной технологии было проверено на прочность с помощью методов компьютерного моделирования (рис. 6).

Обсуждение результатов

Контейнерная технология при ее применении в глубоких карьерах позволит решить весь комплекс проблем основных технологических процессов открытых горных работ. Использование сменных контейнеров в карьерах значительно изменит принципы формирования экскаваторно-транспортных комплексов, повысит их производительность и эффективность экскаваторов по основной работе. Замена устаревших горнотранспортных машин на прогрессивное оборудование обеспечит повышение безопасности, повышение степени использования фронта горных работ и производственных мощностей карьеров.

Важнейшим преимуществом контейнерных технологий является перспектива автоматизации ряда операций транспортного процесса в карьере. Все оборудование контейнерных технологий может быть создано силами самого горного предприятия.

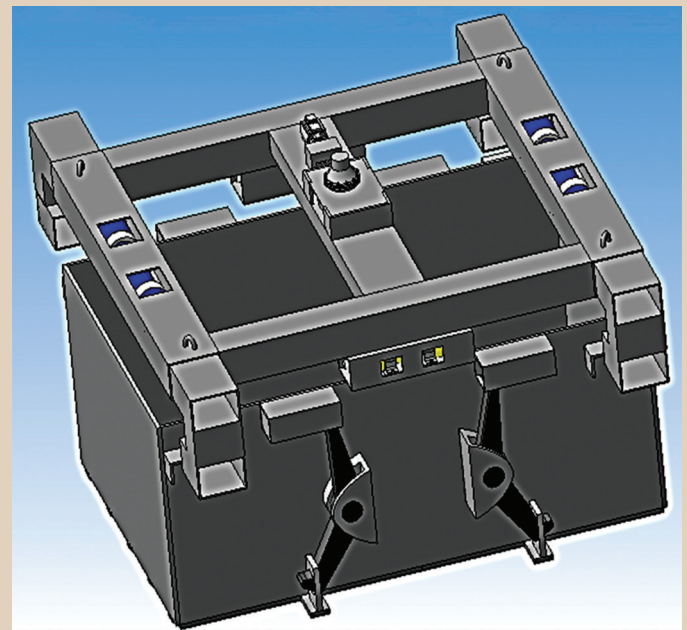


Рис. 5. Вид контейнера с захватом.
Сурет 5. Басып алынған контейнердің түрі.
Figure 5. View of the container with a grip.

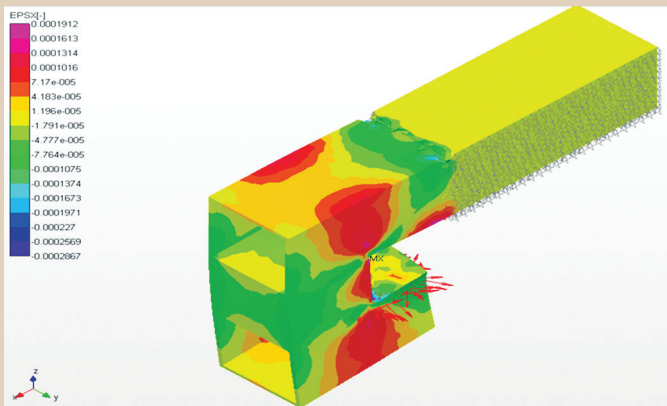


Рис. 6. Схема деформации деталей захвата при подъеме.

Сурет 5. Өтеру кезінде қармау бөлшектерінің деформация схемасы.

Figure 6. Diagram of deformation of gripping parts when lifting.

Эффективность новой технологии выразится в снижении удельных энергозатрат на транспортировку горной массы по сравнению с ныне распространенной технологией с применением автомобильно-железнодорожного транспорта с перегрузкой на внутрикарьерных складах за счет экономии затрат: на подъем горной массы за счет подъема ее подъемной машиной с электроприводом в контейнерах, имеющих минимальный коэффициент тары; от снижения коэффициента вскрыши за счет сокращения площади перегрузочного пункта, устройство которого в этом случае теряет смысл.

Заклучение

Определенная экономическая эффективность контейнерной технологии показывает ее преимущества по сравнению с традиционными технологиями горных работ. В качестве оборудования новой технологии возможно использовать существующие горные машины с небольшой доработкой, проводимой на самом горнодобывающем предприятии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Потапов М.Г., Комраков А.Н. Экологическая оценка технологических схем открытых горных работ. // Горный журнал. – 2003. – №3. – С. 81-86.
2. Яковлев, В.Л. Некоторые перспективные направления исследований в области карьерного транспорта. // Материалы международной научно-технической конференции по карьерному транспорту. – Екатеринбург, 2002. – С. 15-20.
3. Хохряков В.С., Лель Ю.И., Ворошилов Г.А. К оценке энергетической эффективности транспортных систем карьеров в условиях рыночной экономики. // Материалы VIII Международной научно-практической конференции (20-23 сентября 2005 г.) «Проблемы карьерного транспорта». – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2005. – С. 18-24.
4. Столяров В.Ф. Перспективы развития транспортных систем на карьерах горнорудной промышленности. // Материалы Второй Международной научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития горнодобывающих отраслей промышленности». – Рудный, 2004. – С. 232-235.
5. De Almeida С.М., de Castro Neves Т., Arroyo С., Campos Р., Widzyk-Capehart Е. и др. Грузовик-погрузчик против конвейерной системы: экологическое и экономическое сравнение. // Материалы 27-го Международного симпозиума по горному планированию и выбору оборудования – MPES. – Springer Nature Switzerland AG. – 2018. – С. 307-318. DOI: 10.1007/978-3-319-99220-4_25.
6. Roumpos С., Partsinevelos, Р., Agioutantis, Z., Makantasis, К., & Vlachou, А. Оптимальное расположение распределительного пункта ленточно-конвейерной системы при непрерывных поверхностных горных работах. // Имитационное моделирование: практика и теория. – 2014. – №47. – С. 19-27. DOI: 10.1016/j.simpat.2014.04.006.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Потапов М.Г., Комраков А.Н. Ашық тау-кен жұмыстарының технологиялық сызбаларын экологиялық бағалау. // Тау-кен журналы. – 2003. – №3. – Б. 81-86.
2. Яковлев В.Л. Карьер көлігі саласындағы зерттеулердің кейбір перспективалық бағыттары. // Карьер көлігі бойынша халықаралық ғылыми-техникалық конференция материалдары. – Екатеринбург, 2002. – Б. 15-20.
3. Хохряков В.С., Лель Ю.И., Ворошилов Г.А. Қолма-қол экономика жағдайында карьерлердің көліктік жүйелерінің энергетикалық тиімділігін бағалауға. // Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары (20-23 қыркүйек 2005 ж.) «Карьерлік көлік мәселелері». – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2005. – Б. 18-24.
4. Столяров В.Ф. Тау-кен өнеркәсібі карьерлеріндегі көлік жүйелерін дамыту перспективалары. // Материалы халықаралық ғылыми-практикалық конференция «Қазіргі жай-күйі және даму перспективалары тау-кен өндіруші өнеркәсіп салалары». – Рудный, 2004. – Б. 232-235.
5. De Almeida С.М., de Castro Neves Т., Arroyo С., Campos Р., Widzyk-Capehart Е. және т. б. Конвейер жүйесіне қарсы жүк тиегіш: экологиялық және экономикалық салыстыру.

// Тау-кен жоспарлау және жабдықты таңдау бойынша 27-ші Халықаралық симпозиум материалдары-MPES. – Springer Nature Switzerland AG. – 2018. – Б. 307-318.
DOI: 10.1007/978-3-319-99220-4_25.

6. Roumpos C., Partsinevelos, P., Agioutantis, Z., Makantasis, K., & Vlachou, A. Үздіксіз жер үсті тау-кен жұмыстары кезінде таспалы-конвейерлік жүйенің тарату пунктін оңтайлы орналасуы. // Имитациялық модельдеу: тәжірибе және теория. – 2014. – №47. – Б. 19-27. DOI: 10.1016/j.simpat.2014.04.006.

REFERENCE

1. Potapov M. G., Komrakov A. N. Ecological assessment of technological schemes of open-pit mining operations. // Mining journal. – 2003. – №3. – P. 81-86.
2. Yakovlev V.L. Some promising areas of research in the field of career transport. // Materials of the international scientific and technical conference on quarry transport. – Ekaterinburg, 2002. – P. 15-20.
3. Khokhryakov V.S., Lel' Yu.I., Voroshilov G.A. The evaluation of the energy efficiency of transport systems of open pit mines in the conditions of market economy. // Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference (September 20-23, 2005) «Problems of career transport». – Ekaterinburg: Institute of mining of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, 2005. – P. 18-24.
4. Stolyarov V.F. Prospects for the development of transport systems in the quarries of the mining industry. // Materials of the Second International scientific and practical conference «Current state and prospects of development of mining industries». – Rudny, 2004. – P. 232-235.
5. De Almeida C.M., de Castro Neves T., Arroyo C., Campos, P., Widzyk-Capehart E. et al. Truck-and-loader versus conveyer belt system: an environmental and economic comparison. Proceedings of the 27th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection – MPES. – Springer Nature Switzerland AG. – 2018. – P. 307-318.
DOI: 10.1007/978-3-319-99220-4_25.
6. Roumpos, C., Partsinevelos, P., Agioutantis, Z., Makantasis, K., & Vlachou, A. The optimal location of the distribution point of the belt conveyor system in continuous surface mining operations. // Simulation Modeling Practice and Theory, 2014. – №47. – P 19-27.
DOI: 10.1016/j.simpat.2014.04.006.

Сведения об авторах:

Битимбаев М.Ж., д-р техн. наук, профессор, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, mbitimbayev@mail.ru

Кузьмин С.Л., канд. техн. наук, декан горно-металлургического факультета Рудненского индустриального института, decan_2008@mail.ru

Тюрбит А.Н., старший преподаватель кафедры металлургии и горного дела Рудненского индустриального института, tyrbit_andron@mail.ru

Акмалова О.А., старший преподаватель кафедры «Экономика и менеджмент» Рудненского индустриального института, 7054534439@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Битимбаев М.Ж., техника ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасы Ұлттық Инженерлік академиясының академигі, mbitimbayev@mail.ru

Кузьмин С.Л., техника ғылымдарының кандидаты, Рудный индустриялық институтының тау-кен металлургия факультетінің деканы, decan_2008@mail.ru

Тюрбит А.Н., Рудный индустриалдық институтының металлургия және тау-кен ісі кафедрасының аға оқытушысы, tyrbit_andron@mail.ru

Акмалова О.А., Рудный индустриялық институтының «Экономика және менеджмент» кафедрасының аға оқытушысы, 7054534439@mail.ru

Information about the authors:

Bitimbayev M.Zh., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, mbitimbayev@mail.ru

Kuzmin S.L., Candidate of Technical Sciences, Dean of Mining and Metallurgy Faculty of the Rudny industrial institute, decan_2008@mail.ru

Tyrbit A.N., Senior Lecturer of the Department of Metallurgy and Mining of the Rudny industrial institute, tyrbit_andron@mail.ru

Akmalova O.A., Senior Lecturer of the Department of Economics and Management of the Rudny industrial institute, 7054534439@mail.ru

Код МРНТИ 38.61.25

Н.Б. Агарков^{1,2}, Ю.И. Волков¹

¹Открытое акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу» (г. Белгород, Россия),

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», (г. Белгород, Россия)

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОСУШЕНИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Аннотация. Разработка и проектирование систем осушения осваиваемых месторождений полезных ископаемых является одним из основных направлений деятельности института. В разные годы были разработаны и реализованы проекты осушительных комплексов на горнодобывающих предприятиях России и зарубежья. Целью выполненных исследований является обеспечение горнодобывающей отрасли передовыми ресурсосберегающими и энергоэффективными способами защиты горных выработок от подземных вод и показан современный уровень подхода к решению сложных задач по осушению месторождений полезных ископаемых с учетом изучения сложившейся гидрогеологической обстановки. В статье описан опыт работы в области проектирования систем осушения объектов горнорудной промышленности, промышленных и гражданских зданий и сооружений, а также выполнения научно-технических исследований.

Ключевые слова: проектирование, научно-технические исследования, горнодобывающие предприятия, системы осушения, пакерные исследования, мониторинг, геофильтрационная модель, тепловизионная съемка, гидрогеологическое обследование, водоприток.

Құрғату жүйелерін жобалау технологиясы және гидрогеологиялық зерттеулер

Аңдатпа. Пайдалы қазбалардың игерілетін кен орындарын құрғату жүйелерін әзірлеу және жобалау институты қызметінің негізгі бағыттарының бірі болып табылады. Әр жылдары Ресей мен шетелдердің тау-кен өндіру кәсіпорындарында кептіру кешендерінің жобалары әзірленіп, іске асырылды. Орындалған зерттеулердің мақсаты тау-кен өндіру саласын жер асты суларынан тау-кен қазбаларын қорғаудың озық ресурс үнемдейтін және энергия тиімді тәсілдерімен қамтамасыз ету болып табылады және қалыптасқан гидрогеологиялық жағдайды зерделеуді ескере отырып, пайдалы қазбалардың кен орындарын құрғату жөніндегі күрделі міндеттерді шешуге көзқарастың қазіргі заманғы деңгейі көрсетілді. Мақалада тау-кен өнеркәсібі объектілерін, өнеркәсіптік және Азаматтық ғимараттар мен құрылыстарды құрғату жүйелерін жобалау, сондай-ақ ғылыми-техникалық зерттеулерді орындау саласындағы жұмыс тәжірибесі сипатталған.

Түйінді сөздер: жобалау, ғылыми-техникалық зерттеулер, тау-кен өндіру кәсіпорындары, құрғату жүйелері, пакерлік зерттеулер, мониторинг, геофильтрациялық модель, тепловизионды түсіру, гидрогеологиялық зерттеу, суағаралар.

Technology for designing drainage systems and hydrogeological research

Abstract. Development and design of drainage systems for developing mineral deposits is one of the main activities of the Institute. In different years, projects of drainage systems have been developed and implemented at mining enterprises in Russia and abroad. The purpose of the research is to provide the mining industry with advanced resource-saving and energy-efficient methods of protecting mine workings from underground water. It shows the current level of approach to solving complex problems of draining mineral deposits, taking into account the study of the current hydrogeological situation. The article describes the experience in the field of designing drainage systems for mining facilities, industrial and civil buildings and structures, as well as performing scientific and technical research.

Key words: design, scientific and technical research, mining enterprises, drainage systems, packer research, monitoring, geofiltration model, thermal imaging, hydrogeological survey, water flows.

Введение

ОАО «ВИОГЕМ» на протяжении 60 лет является одним из ведущих институтов по разработке и проектированию систем осушения объектов горнорудной промышленности, промышленных и гражданских зданий и сооружений. Проектированием и научно-техническими исследованиями в сфере осушения занимается лаборатория фильтрационных расчетов и дренажа.

За последние 10 лет было выполнено более 100 научно-технических исследований и проектных работ. Объектами, на которых были использованы разработки авторов, являлись: «Центр строительства крупнотоннажных морских сооружений» в Мурманской области; защита р. Волги от загрязнения; система защиты от подтопления

промплощадки Гремячинского ГОК; пакерные исследования прибортового массива карьера Костомукшского месторождения; мониторинг на объектах Лебединского ГОК.

Проекты осушения учитывают различные способы, системы, технологии и глубины разработки месторождений, а также экологические аспекты, связанные с динамикой подземных и поверхностных вод.

Технология проектирования систем осушения

Первоначальным этапом при проектировании является проведение инженерно-гидрогеологических изысканий и опытно-фильтрационных работ, что подразумевает наличие высококвалифицированных специалистов, необходимого оборудования и большого опыта. Одним из современных методов поинтервального

определения проницаемости природного массива и уровней подземных вод являются пакерные исследования, которые в гидрогеологических скважинах выполняются с целью получения информации о фильтрационных свойствах пород, для разработки геофильтрационной модели и прогнозирования водопритоков подземных вод по этапам отработки карьера.

Пакерные исследования были успешно выполнены на Костомукшском месторождении железистых кварцитов. В каждой скважине было проведено от 4 до 7 испытаний по мере проходки скважин по схеме «пакер – забой». Испытания проводились через бурильные трубы комплексом со съемным керноприемником, при этом бурильные трубы использовались в качестве нагнетательных.

Исследования выполнялись по методу Lugeon (Люжона), суть которого заключается в нагнетании воды с постоянным давлением, проводимом в части ствола скважины, изолированной пакерным агрегатом. Полученные результаты дают информацию о поинтервальном изменении водно-физических свойств массива горных пород.

На начальном этапе исследований для оценки фильтрационных характеристик породного массива и выбора оптимальной схемы выполнения опытно-фильтрационных работ нагнетания проведены при различных напорах (ступенях). Такой подход позволил оценить проницаемость исследуемых пород, получить характеристики протекания процесса нагнетания на его различных стадиях и соблюсти требования действующих нормативных документов при выполнении опытно-фильтрационных работ. С помощью использованной схемы были рационально распределены ресурсы буровых бригад и минимизировано время для проведения опытов.

Поинтервальные исследования в скважинах дали возможность дифференцировать породный массив в вертикальном разрезе по проницаемости, а также получить данные по уровням подземных вод. Данная информация была использована для разработки гидродинамической модели участка месторождения, имитационного моделирования и оценки обводненности карьера по мере его развития. Цифровая модель позволяет учесть пространственную неоднородность фильтрационных свойств и состава пород, сложный характер и разнообразие граничных условий, инфильтрацию, перетекание и другие факторы, реально присущие гидрогеологическим объектам, что дает возможность более глубоко, по сравнению с аналитическими методами расчета, познать

сущность объекта, выявить его новые, неизвестные до опыта, свойства или закономерности¹⁻⁴.

Для разработки наиболее оптимальных проектных решений по снижению обводненности бортов карьера выполняется комплексное изучение гидрогеологической обстановки. Производится обследование пешими маршрутами с применением инфракрасной тепловизионной съемки, фотосъемки, рекогносцировочных зарисовок с фиксацией замеров выхода подземных вод в полевом журнале и на плане горных работ. Наблюдения за водопритоками включают: замеры расхода высачивания воды в откосах бортов карьера и расхода воды в прибортовых канавах и водоотводах.

Измерение расхода воды в прибортовых канавах производится с помощью микрокомпьютерного расходомера-скоростемера (МКРС). При незначительном расходе высачиваемых вод и из больших источников, когда применить измерение скорости водного потока с помощью расходомера-скоростемера невозможно, дебит определяется другими общеизвестными методами (объемный, поплавковый, с помощью водосливов). Дебиты источников могут быть от незначительных высачиваний до сосредоточенного выхода в виде водопада.

Замер температур высачиваемых вод выполняется с помощью электронного термометра и тепловизора.

Камеральная обработка результатов полевых работ включает построение карты фактического материала по результатам обследования с указанием маршрутов съемки, создание тепловизионных снимков карьера с оконтуриванием водоявлений. Компьютерная обработка результатов инфракрасной съемки позволяет получить цветной снимок, на котором диапазон температур охватывает необходимый объект и, в первую очередь, обводненные участки (рис. 1).

По результатам гидрогеологического обследования и выполнения тепловизионной съемки бортов определяется общий баланс подземных вод, притекающих к карьере: производительность системы осушения на внешнем и внутреннем дренажных контурах, «проскок» подземных вод во внутренний дренажный контур, производительность карьерного водоотлива, а также приток поверхностных вод на площади водосбора карьера [1].

Качество исполнения проектов обуславливается достоверностью и надежностью расчетной гидрогеологической базы, которая зависит от полноты обработки исходной информации. Обработка информации данных полевых работ осуществляется на современных компьютерах с использованием специальных программных продуктов (AutoCAD, GMS), а также используется оригинальная программа ОАО «ВИОГЕМ» – ГИС ГЕОМИКС.

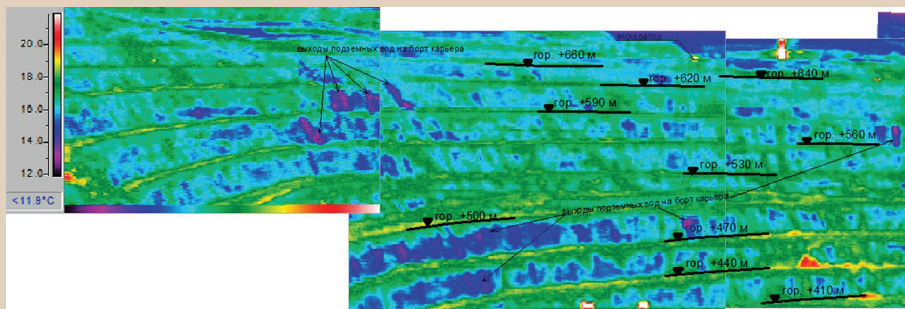


Рис. 1. Панорамный тепловизионный снимок участка карьера.
Сурет 1. Карьер учаскесінің панорамалық тепловизиялық суреті.
Figure 1. Panoramic thermal image of the quarry.

¹Каменский Г.Н. Инструкция по исследованию водопроницаемости горных пород методом опытных нагнетаний. – Москва: Госгеолгиздат, 1946.

²Руководство по определению водопроницаемости скальных пород методом опытных нагнетаний воды в скважины П-650-75. – М.: Энергия (Гидропроект), 1978.

³Руководство по проектированию бортов карьера. Под ред. Джон Рид, Питер Стейси. – Екатеринбург: Правовед, 2015.

⁴Отчет «Гидрогеологические пакерные исследования фильтрационных параметров прибортового массива по шести инженерно-геологическим скважинам». – Белгород: ОАО «ВИОГЕМ», 2018.

Следующим этапом при проектировании систем осушения является проработка модели структуры и технологии защиты горных выработок от отрицательного влияния подземных вод. Геофильтрационные и геомиграционные расчеты выполняются для многих десятков вариантов дренажных мероприятий, параметров дренажных устройств, их размещения. В последствии обосновывается наиболее эффективный вариант системы осушения. Геофильтрационная модель показана на рис. 2. Схема осушения рассматривается техническими специалистами, после утверждения разрабатывается проектная документация, затем обеспечивается выполнение авторского надзора на объектах строительства⁵ [2, 3]. Эти задачи решаются с помощью программы Groundwater Modeling System (GMS), которую используют при решении фильтрационных задач широкого класса в США и Западной Европе. Также моделирование подземных вод используется для прогнозирования состояния водоносного горизонта.

На практике математические модели представляют собой набор дифференциальных уравнений, которые используются для управления различными функциями, включая моделирование подземного течения и транспорта растворенных веществ в различных масштабах [4, 5].

Для оценки взаимосвязи поверхностных и подземных вод в разные периоды года выполняются рекогносцировочные обследования водных объектов (рис. 3).

Особое значение для недропользователей имеет организация и проведение мониторинга подземных вод. Целью объектного мониторинга при разработке месторождений твердых полезных ископаемых является получение данных по изменению уровня и химического состава подземных вод в зоне влияния системы осушения на том или ином объекте.

На Лебединском ГОК мониторинг подземных вод проводится

с 2015 г., выполняются следующие виды работ (рис. 4):

- а) организация мониторинга подземных вод;
- б) систематические наблюдения за состоянием подземных вод с целью получения данных, характеризующих:

- водоносные горизонты и заключенные в них подземные воды;
- химический состав подземных вод;
- техническое состояние наблюдательных скважин;
- в) документация наблюдений;
- г) передача сведений о результатах ведения мониторинга

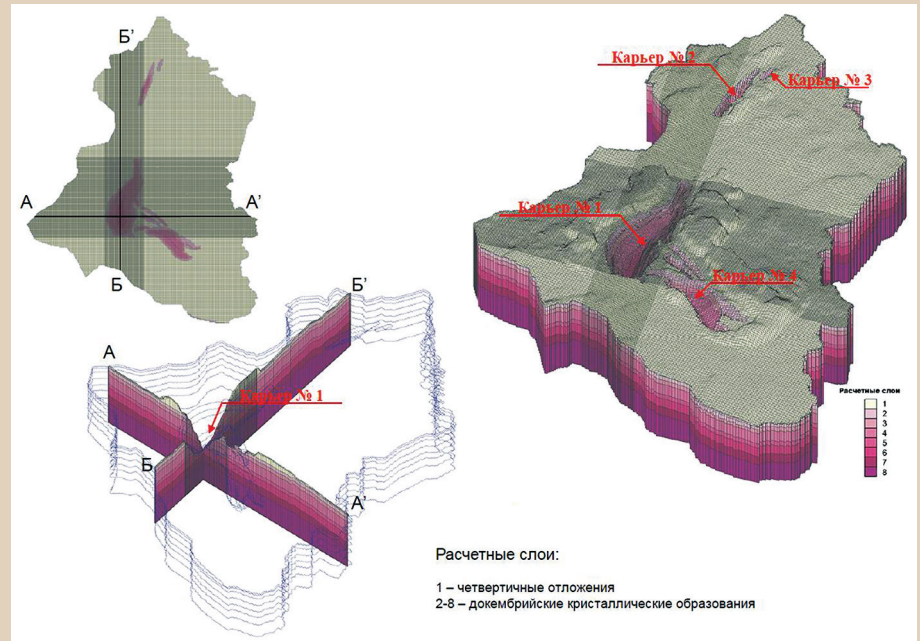


Рис. 2. Схема геофильтрационной модели в аксонометрии.
Сурет 2. Аксонометриядағы геофильтрациялық модельдің схемасы.
Figure 2. Geofiltration model diagram in axonometry.



Рис. 3. Выполнение гидрометрических замеров.
Сурет 3. Гидрометриялық өлшеулерді орындау.
Figure 3. The implementation of hydrometric measurements.

⁵Holger Mansel, Carsten Drebenstedt, Peter Jolas, Rene Blankenburg. Dewatering of opencast mines using horizontal wells. // Springer International Publishing. – 2012.

подземных вод в соответствии с формой отчетности и протоколами исследования проб воды.

Данные, получаемые при ведении мониторинга подземных вод, являются важной информационной основой, что позволяет своевременно выявлять развитие негативных природных и техногенных процессов, влияющих на охрану и рациональное использование водных ресурсов. Это дает возможность провести анализ эффективности мероприятий по предотвращению или снижению негативного воздействия опасных геологических процессов, возникающих при эксплуатации подземных вод и своевременно внести коррективы в данные мероприятия, чтобы избежать негативных последствий для окружающей среды⁶.

Заключение

Разработанные специалистами ОАО «ВИОГЕМ» системы осушения успешно работают на различных предприятиях горнодобывающей отрасли и объектах промышленного и гражданского строительства. Лаборатория фильтрационных



Рис. 4. Выполнение гидрогеологического мониторинга.

Сурет 4. Гидрогеологиялық мониторингі орындау.

Figure 4. The implementation of hydrogeological monitoring.

расчетов и дренажа имеет высококвалифицированные кадры и оснащена всем необходимым современным оборудованием и программным

обеспечением, что позволяет на высоком уровне выполнять научно-технические, предпроектные и проектные работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Титов В.И., Забусов Н.И., Ряжских М.В., Лукьяненко Н.А. Изучение гидрогеологической обстановки для выработки проектных решений по снижению обводненности бортов карьеров. // Горный журнал. – 2019. – №10(2267). – С. 15-18.
2. Агарков Н.Б., Еремица В.Г., Маликов А.М., Шконда В.Н. Научно-технические исследования и проектирование систем осушения. // Горный журнал. – 2019. – №10(2267). – С. 22-24.
3. Воронин А.А., Волков Ю.И., Жданова Т.В., Вершинина О.О. Обоснование и разработка современных способов защиты горных выработок от подземных вод. // Горный журнал. – 2019. – №10(2267). – С. 18-21.
4. Jay Krishna Takur. Гидрогеологическое моделирование для совершенствования систем и мониторинга подземных вод. // Applied Water Science. – 2017. – Т. 7. – С. 3223-3240.
5. Davybidia L., Kasiyanchuk D., Shtohryn L., Kuzmenko Ed., Tymkiv M. Гидрогеологические условия и природные факторы, формирующие режим уровней подземных вод в Ивано-Франковской области (Украина). // Journal of Ecological Engineering. – 2018. – Т. 19. – Вып. 6. – С. 34-44.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Титов В.И., Забусов Н.И., Ряжских М.В., Лукьяненко Н.А. Карьерлер борттарының сулануын азайту бойынша жобалық шешімдерді әзірлеу үшін гидрогеологиялық жағдайды зерттеу. // Тау-кен журналы. – 2019. – №10(2267). – Б. 15-18.
2. Агарков Н.Б., Еремица В.Г., Маликов А.М., Шконда В.Н. Ғылыми-техникалық зерттеулер және құрғату жүйелерін жобалау. // Тау-кен журналы. – 2019. – №10(2267). – Б. 22-24.

⁶Отчет «Проведение работ по контролю за гидрохимическим составом подземных вод в наблюдательных гидрогеологических скважинах на территории прилегающей к хвостохранилищу цеха хвостового хозяйства обогатительной фабрики ОАО «Лебединский ГОК». – Белгород: ОАО «ВИОГЕМ», 2015-2018.

3. Воронин А.А., Волков Ю.И., Жданова Т.В., Вершинина О.О. Тау-кен қазбаларын жер асты суларынан қорғаудың қазіргі заманғы тәсілдерін негіздеу және әзірлеу. // Тау-кен журналы. – 2019. – №10(2267). – Б. 18-21.
4. Jay Krishna Takur. Жер асты сулары мониторингі стратегиясы мен желісін жетілдіру үшін гидрогеологиялық үлгілеу. // Applied Water Science. – 2017. – Т. 7. – С. 3223-3240.
5. Davybida L., Kasiyanchuk D., Shtohryn L., Kuzmenko Ed., Tymkiv M. Ивано-франков облысындағы жер асты сулары деңгейінің режимін қалыптастыратын гидрогеологиялық жағдайлар мен табиғи факторлар (Украина). // Journal of Ecological Engineering. – 2018. – Т. 19. – Шығ. 6. – С. 34-44.

REFERENCES

1. Titov V. I., Zabusov N. I., Ryazhskikh M. V., Lukyanenko N. A. Study of the hydrogeological situation for developing design solutions to reduce the water content of the sides of quarries. // Mining journal. – 2019. – №10(2267). – P. 15-18.
2. Agarkov N.B., Eremita V.G., Malikov A.M., Shkonda V.N. Scientific and technical research and design of drainage systems. // Mining journal. – 2019. – №10(2267). – P. 22-24.
3. Voronin A.A., Volkov Yu.I., Zhdanova T.V., Vershinina O.O. Justification and development of modern methods of protection of mine workings from underground waters. – 2019. – №10(2267). – P. 18-21.
4. Jay Krishna Takur. Hydrogeological modeling for improving groundwater monitoring network and strategies. // Applied Water Science. – 2017. – Vol. 7. – P. 3223-3240.
5. Davybida L., Kasiyanchuk D., Shtohryn L., Kuzmenko Ed., Tymkiv M. Hydrogeological Conditions and Natural Factors Forming the Regime of Groundwater Levels in the Ivano-Frankivsk Region (Ukraine). // Journal of Ecological Engineering. – 2018. – Vol. 19. – Issue 6. – P. 34-44.

Сведения об авторах:

Агарков Н.Б., ведущий инженер Открытого акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу», аспирант Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (г. Белгород, Россия), agarkov_nb@viogem-sp.ru

Волков Ю.И., канд. техн. наук, заведующий гидрогеологическим отделом Открытого акционерного общества «Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу» (г. Белгород, Россия), viogem@mail.belgorod.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Агарков Н.Б., «Бүкілресейлік пайдалы қазбалар кен орындарын игеру, инженерлік құрылыстарды су басудан қорғау, арнайы тау-кен жұмыстары, геомеханика, геофизика, гидротехника, геология және маркшейдерлік іс жөніндегі ғылыми-зерттеу институты» Ашық акционерлік қоғамының жетекші инженері, «Белгород мемлекеттік ұлттық зерттеу университеті» Федералды мемлекеттік автономды білім беру мекемесінің аспиранты (Белгород қ., Ресей), agarkov_nb@viogem-sp.ru

Волков Ю.И., техника ғылымдарының кандидаты, «Бүкілресейлік пайдалы қазбалар кен орындарын құрғату, инженерлік құрылыстарды су басудан қорғау, арнайы тау-кен жұмыстары, геомеханика, геофизика, гидротехника, Геология және маркшейдерлік іс жөніндегі ғылыми-зерттеу институты» Ашық акционерлік қоғамының гидрогеологиялық бөлімінің меңгерушісі (Белгород қ., Ресей), viogem@mail.belgorod.ru

Information about the authors:

Agarkov N.B., Leading Engineer leading engineer of The Open Joint-Stock Company «All-Russian Research Institute for Draining Mineral Deposits, Protecting Engineering Structures from Flooding, Special Mining Operations, Geomechanics, Geophysics, Hydraulic Engineering, Geology and Surveying», Post-Graduate Student of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Belgorod State National Research University» (Belgorod, Russia), agarkov_nb@viogem-sp.ru

Volkov Yu.I., Candidate of Technical Sciences, The Open Joint-Stock Company «All-Russian Research Institute for Draining Mineral Deposits, Protecting Engineering Structures from Flooding, Special Mining Operations, Geomechanics, Geophysics, Hydraulic Engineering, Geology and Surveying» (Belgorod, Russia), viogem@mail.belgorod.ru



24/25/26

МАРТА 2020Г
УЗБЕКИСТАН, ТАШКЕНТ
НБК «УЗЭКСПОЦЕНТР»

XI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
«UzMiningExpo-2020»

ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОДУКЦИИ

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Горное машиностроение
- Разрушение (бурение, взрыв и т.д.)
- Оборудование для добычи и обогащение полезных ископаемых
- Аэрология и вентиляция. Шахтный метан
- Химия в горном деле
- Перемещение и транспортировка
- Техника безопасности

Организатор:
International Expo Group
Узбекистан, Ташкент,
ул. А.Темура, 107Б, оф.4С-02



Сарвиноз Нуралиева
Менеджер проекта
Тел./факс: +998 71 238 59 87
E-mail: sarvinoz@ieguzexpo.com



КАЗАХСТАН
2020

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

31 марта - 2 апреля 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

Код МРНТИ 52.29.29

Е.В. Семененко¹, О.А. Медведева¹, Л.Г. Татарко²¹Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (г. Днепр, Украина),²Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет» (г. Днепр, Украина)

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ С ПОВЫШЕННОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ГИДРОСМЕСИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ РОССЫПЕЙ

Аннотация. Исследования посвящены актуальной задаче установления связи между параметрами процесса образования воронки всасывания, таковыми как размывающая скорость и концентрация всасываемой смеси, и концентрацией гидросмеси во всасывающем трубопроводе, обеспечивающей сверхкритические режимы течения при концентрациях гидросмеси в интервале от 10% до 30%. Совместное рассмотрение известных зависимостей для критической скорости гидротранспортирования в наклонном трубопроводе и для геометрических параметров воронки всасывания для гидросмесей высокой концентрации впервые позволило установить ограничения для параметров процессов размыва и всасывания, обеспечивающих согласованную и устойчивую работу земснаряда при относительных плотностях гидросмеси более 1,25.

Ключевые слова: гидротранспортная система, воронка всасывания, размывающая скорость, техногенные месторождения, концентрация гидросмеси, критическая скорость гидротранспортирования.

Шашыратпаларды су асты өндіру технологияларына арналған гидрокоспаның жоғары концентрациясы бар жұмыс параметрлері мен режимдерін бағалау

Аңдатпа. Зерттеулер 10%-дан 30%-ға дейінгі аралықтағы гидрокоспаның концентрациясы кезінде ағудың аса сыни режимдерін қамтамасыз ететін сору құйғышының түзілу процесінің параметрлері мен сорылатын қоспаның концентрациясы сияқты байланыс орнатудың өзекті міндетіне арналған. Көлбеу құбыржолында гидротасымалдаудың сыни жылдамдығы үшін және жоғары концентрациялы гидрорұстағыштар үшін сору құйғышының геометриялық параметрлері үшін белгілі тәуелділіктерді бірлесіп қарау алғаш рет гидрокоспаның салыстырмалы тығыздығы 1,25-тен астам жер снарядының келісілген және тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін шайылу және сору процестерінің параметрлері үшін шектеулер орнатуға мүмкіндік берді. Алдын ала қосытпаларсыз және су астында шайылу сору жолымен жер снарядтарының көмегімен шашуларды су астында өндіру жағдайлары үшін алғаш рет орташа концентрациялы гидроалмастырғыштардың сору процестерінің параметрлері анықталды.

Түйінді сөздер: гидротасымалдау жүйесі, сору воронкасы, жібітетін жылдамдық, техногенді кен орындары, гидрокоспаның концентрациясы, гидротасымалдаудың сыни жылдамдығы.

Evaluation of parameters and modes of operation with high concentration of hydraulic mixture for subsea placer mining technologies

Abstract. The research is devoted to the vital task of establishing a connection between the parameters of the suction funnel formation process, such as the erosion rate and the concentration of the suction mixture, and the concentration of the slurry in the suction pipe, which provides supercritical flow regimes at slurry concentrations in the range from 10% up to 30%. The complex method of examining the known dependences for the critical speed of hydraulic transport in an inclined pipeline and for the geometric parameters of the suction funnel for high-concentration slurries allowed us, for the first time, to establish restrictions on the parameters of the erosion and suction processes that ensure consistent and stable operation of the dredger with relative slurry densities of more than 1.25.

Key words: hydrotransport system, suction funnel, erosion rate, technogenic deposits, concentration of hydraulic mixtures, critical hydrotransport speed, erosion and suction process, dredger, inclined pipeline, underwater mining.

Введение

Наиболее перспективные россыпные месторождения Украины как первичные, так и техногенные, обводнены или находятся под слоем воды¹⁻⁴. Большая часть этих россыпей разрабатывается с завышенными энергетическими затратами и удельным расходом воды – с помощью земснарядов путем всасывания без предварительного рыхления фрезами и взвешивания струями

воды⁵⁻⁶ [1]. Исторически сложилось так, что технологии предварительного рыхления и подводного размыва получили широкое распространение при расчистке фарватеров и дноуглубительных мероприятий на руслах рек, при намыве плотин и строительстве прочих гидротехнических сооружений⁵ [2]. Однако при добыче россыпных месторождений они практически не используются, а единственным способом повышения

эффективности и рентабельности таких технологий является повышение концентрации гидросмеси, всасываемой земснарядами.

Еще первые попытки применить земснаряды для добычи россыпей без использования специальных приспособлений предварительного взвешивания добываемого материала выявили некоторые отличия режимов их работы, по сравнению с земснарядами, используемыми

¹Семененко Е.В. Научные основы технологий гидромеханизации открытой разработки титан-циркониевых россыпей. – Киев: Наукова думка, 2011. – 232 с.

²Баранов Ю.Д., Блюсс Б.А., Семененко Е.В., Шурыгин В.Д. Обоснование параметров и режимов работы систем гидротранспорта горных предприятий. – Днепрпетровск: Новая идеология, 2006. – 416 с.

³Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш., Крик С.И., Смойловская Л.А. Трубопроводный гидротранспорт твердых сыпучих материалов. – Тбилиси: Мецниереба, 2006. – 350 с.

⁴Гуменюк И.Л., Сокил А.И., Семененко Е.В., Шурыгин В.Д. Проблемы разработки россыпных месторождений. – Днепрпетровск: Січ, 2001. – 224 с.

⁵Ялтанец И.М. Гидромеханизированные и подводные горные работы. – Москва: Мир горной книги, 2006. – 516 с.

⁶Булат А.Ф., Витушко О.В., Семененко Е.В. Модели элементов гидротехнических систем горных предприятий. – Днепрпетровск: Герда, 2010. – 216 с.

на реках и водохранилищах^{1,3,5} [1]. Отмечались частые гидравлические удары, вызванные неспособностью насоса поднять по всасывающему патрубку гидросмесь даже в случаях, когда давление на входе в насос превышало допустимые значения по квантанционному запасу^{1,3}. Исследователи тогда только зафиксировали это явление, но не нашли причин его возникновения и не предложили возможных путей решения. Считалось, что одна из причин этих явлений – существенное различие в плотностях твердых частиц и неоднородность гранулометрического состава добываемых материалов. В то время стоимость электрической энергии, потребляемой насосами гидротранспортных комплексов, была настолько низкой, что о повышении эффективности за счет выбора рациональных скоростей всасывания и размыва никто не задумывался. В начале XXI века, когда на горно-обогатительных комбинатах Криворожского железорудного бассейна начали активно разрабатывать техногенные россыпи, аккумулированные в хранилищах отходов, с этим явлением снова столкнулись, и проблема обоснования рентабельности и эффективности технологий добычи оказалась решающей, так как стоимость электрической энергии для промышленных предприятий возросла многократно. В этих условиях задача повышения эффективности путем выбора и обоснования критических параметров и режимов работы при подводной разработке россыпей стала актуальной [2, 3].

Эффективная подводная разработка россыпных месторождений предполагает согласование режимов всасывания и гидротранспортирования, что обеспечивает устойчивую работу земснаряда, а также необходимость определения времени разработки того или иного участка россыпи с учетом диаметра всасывающего трубопровода, крупности частиц россыпи и расстояния между поверхностью россыпи и входом во всасывающий трубопровод.

Известны методики расчета диаметра воронки всасывания с учетом диаметра трубопровода, скорости размыва и расхода гидросмеси⁵ [1]. Однако эти методики рассчитаны на гидросмеси с относительной плотностью до 1,25, так называемой гидросмеси низкой концентрации^{1,5}, и не позволяют определить концентрацию гидросмеси, которая всасывается при больших плотностях, что затрудняет расчет времени образования воронки размыва и производительности земснаряда по твердому материалу. Кроме того, известные методы не учитывают, что процесс течения гидросмеси во всасывающем трубопроводе имеет свои особенности, в частности, ограничивается критической скоростью гидротранспортирования при относительной плотности гидросмеси более 1,25, для так называемых гидросмесей средней концентрации^{1,5}. При течениях со скоростью более критической гидросмесь движется как однородная жидкость повышенной плотности, а при достижении критической скорости – поток гидросмеси в наклонном трубопроводе расслаивается: твердые частицы концентрируются в придонном плотном пульсирующем слое, а вода движется над этим слоем.

Рассматриваемый диапазон концентраций охватывает гидросмеси с концентрациями больше, чем 10%, но меньше концентраций, при которых возникает вязко-пластическое течение^{1,5}. Именно этот диапазон концентраций рассматривается ведущими специалистами как наиболее перспективный⁷⁻⁹ [1-4].

Таким образом, цель исследования заключается в установлении связи между параметрами процесса образования воронки всасывания, такими как размывающая скорость и концентрация всасываемой смеси, и концентрацией гидросмеси во всасывающем трубопроводе, обеспечивающей сверхкритические режимы течения для суспензий средней концентрации.

Методы исследований

До проявления вязкопластических свойств гидросмеси, для которых характерен стержневой режим течения с образованием по оси трубы недеформируемого ядра потока, гидравлическое сопротивление всасывающей магистрали насоса может быть рассчитано по известным формулам^{1,7,9} [5], в случае, если реализуются сверхкритические режимы течения:

$$V \geq V_{kp}, \quad (1)$$

$$V_{kp} = 22^3 \sqrt{D/c} \sqrt{w} \cos \alpha, \quad (2)$$

$$\begin{aligned} c &= C/C_m, \\ C_m &= 0,2\Delta/(\Delta - 1), \quad (3) \\ \Delta &= \rho_s/\rho_w, \end{aligned}$$

где V_{kp} – критическая скорость гидротранспортирования^{1,8}, м/с;

V – средняя расходная скорость течения гидросмеси, м/с;

c – относительная массовая концентрация гидросмеси;

C – массовая концентрация гидросмеси;

C_m – граничное значение массовой концентрации для гидросмесей низкой концентрации¹ [4];

D – диаметр трубопровода, м;

w – усредненная гидравлическая крупность транспортируемого материала, м/с;

Δ – относительная плотность частиц твердой фазы гидросмеси;

ρ_s – средняя плотность транспортируемого материала, кг/м³;

ρ_w – плотность воды, кг/м³;

α – угол наклона к горизонту всасывающего трубопровода земснаряда.

Опыт применения технологий гидромеханизации для разработки первичных и техногенных россыпей указывает на возможность применения формулы (2) в следующем диапазоне массовой концентрации гидросмеси^{1,2} [2]:

$$1 \leq c < c_p, \quad (4)$$

$$c_p = 2(\Delta - 1)/(1,4\Delta - 1), \quad (5)$$

где c_p – максимальное значение относительной массовой концентрации для гидросмесей средней концентрации¹ [4].

С учетом этого и формул (1, 2), ограничения способности земснаряда всасывания твердых частиц со стороны величины критической скорости гидротранспортирования может быть представлено в виде следующего неравенства для концентрации всасываемой гидросмеси:

⁷Потураев В.Н., Волошин А.И., Пономарев В.Б. Вибрационно-пневматическое транспортирование сыпучих материалов. – Киев: Наукова думка, 1989. – 248 с.

⁸Кривиль С.И. Напорные взвесенесущие потоки. – Киев: Наукова думка, 1990. – 170 с.

⁹Волошин А.И., Пономарев В.Б. Механика пневмотранспортирования сыпучих материалов. – Киев: Наукова думка, 2001. – 521 с.

$$c \geq c_{kp}, \quad (6)$$

$$c_{kp} = 0,614/\rho_*^3, \quad (7)$$

$$\rho_* = V_D/(15^3 \sqrt{D/c} \sqrt[4]{w} \cos \alpha), \quad (8)$$

где c_{kp} – относительная массовая концентрация гидросмеси, при которой рассматриваемая скорость будет критической для данного всасывающего трубопровода;

ρ_* – безразмерная скорость всасывания;

V_D – скорость во всасывающем трубопроводе, м/с.

Для условий подводной добычи россыпей с помощью земснарядов путем всасывания без предварительного рыхления и подводного размыва концентрация гидросмеси во всасывающем трубопроводе будет определяться количеством частиц, покидающих поверхность воронки размыва в единицу времени. По мере продвижения ко входному сечению всасывающего трубопровода рассматриваемое количество частиц будет сохраняться постоянным. Однако расстояние между частицами во всасывающей струе будет уменьшаться, т. к. диаметр всасывающего трубопровода меньше диаметра воронки размыва, т. е. концентрация гидросмеси по мере приближения к всасывающему трубопроводу будет увеличиваться. Таким образом, если концентрация твердых частиц на входе во всасывающий трубопровод будет удовлетворять условию (6), то земснаряд будет эксплуатироваться в номинальном режиме и во всасывающем трубопроводе режим течения будет сверхкритическим.

Количество частиц, находящихся в поперечном входном сечении трубопровода, при заданных расходе и концентрации гидросмеси, известных диаметрах всасывающего трубопровода и твердых частиц техногенной россыпи, определяется следующим выражением:

$$n_D = C/\delta^2, \quad \delta = d_{cp}/D, \quad (9)$$

где n_D – количество частиц, находящихся во входном сечении трубопровода;

d_{cp} – средневзвешенный диаметр частиц размываемого материала, м;

δ – относительный диаметр частиц размываемого материала.

С учетом (6) и (9) земснаряд будет всасывать такое количество частиц, которое не станет создавать во всасывающем трубопроводе критического режима течения, если выполняется условие:

$$n_D \geq n_{kp}, \quad (10)$$

$$n_{kp} = (0,614/\rho_*^3)(C_m/\delta^2). \quad (11)$$

Согласно результатам экспериментальных исследований^{1,8} [1], воронку размыва можно рассматривать как сегмент сферы (рис. 1), диаметр которой по уровню входного сечения всасывающего трубопровода определяется с учетом диаметра трубопровода, скорости размыва и расхода гидросмеси:

$$h = (D/2)(\sqrt{V_D/2V_p}), \quad (12)$$

где h – диаметр воронки размыва по уровню входного сечения всасывающего трубопровода, м;

V_p – размывающая скорость⁸, м/с [1].

В этом случае, с учетом (12), объем грунта в воронке размыва и количество частиц, находящихся в ней, определяется по формулам:

$$W_p = [(1-m)/5,4] \times D^3 \times (V_D/V_p)^{3/2}, \quad (13)$$

$$n_p = 0,354 \times [(1-m)/\delta^3](\rho_*U)^{3/2}, \quad (14)$$

$$U = V_p/(15^3 \sqrt{D/c} \sqrt[4]{w} \cos \alpha), \quad (15)$$

где W_p – объем воронки размыва, м³;

n_p – количество частиц, находящихся в объеме воронки размыва;

m – пористость техногенной россыпи;

U – безразмерная размывающая скорость.

При работе с известной концентрацией и скоростью во всасывающем трубопроводе насос земснаряда сможет полностью выбрать объем грунта за время, определяемое, как:

$$T = W_p/(C \times \pi/4 \times D^2 \times V_D), \quad (16)$$

где T – время образования воронки размыва, с.

Таким образом, длительность процесса образования воронки всасывания, а также концентрация всасываемой гидросмеси определяется соотношением величин n_p и n_{kp} . Если рассматривать гидросмеси средней концентрации, то при n_p , не превосходящем n_{kp} , для расчета концентрации гидросмеси и времени образования воронки размыва можно использовать формулы:

$$c = 0,354 \times [(1-m)/\delta C_m](\theta/\sqrt{U^3}),$$

$$\theta = \rho_*^{2/3}, \quad T = 2d_{cp}/3V_D, \quad (17)$$

где θ – безразмерный комплекс.

Если n_p больше по значению n_{kp} , то поток, проходящий через всасывающий трубопровод, не может сразу доставить к насосу весь объем частиц, содержащихся в воронке размыва. В этом случае во всасывающий трубопровод будет поступать гидросмесь с концентрацией,

близкой к критической, а время образования воронки размыва будет определяться значением не только скорости всасывания, но и размывающей скорости. При этом вместо формул (17) необходимо использовать следующие соотношения:

$$c = (0,654/\rho_*^3)k,$$

$$T/T^* = 0,354[(1-m)/kC_m](\Omega/\sqrt{U^3}), \quad (18)$$

$$\Omega = \sqrt{\rho^3},$$

$$T^* = V_p/(15^3 \sqrt{D/c} \sqrt[4]{w} \cos \alpha), \quad (19)$$

где k – экспериментальный коэффициент, учитывающий отличие фактической концентрации гидросмеси от критического значения ($k < 1$);

T^* – характерное время процесса образования воронки размыва, с;

Ω – безразмерный комплекс.

Для гидросмесей средней концентрации условие $n_{kp} < n_p$ выполняется при значениях безразмерной скорости всасывания, удовлетворяющих следующему неравенству:

$$\rho_* \geq 1,13\{(C_m/\delta)(1-m)\sqrt{U}\}^{2/9}. \quad (20)$$

Таким образом, выражения (4-20) позволяют по физическим свойствам разрабатываемой россыпи, геометрическим характеристикам всасывающего трубопровода и технологическим параметрам процесса добычи рассчитать для диапазона средней концентрации гидросмеси допустимое значение во всасывающем трубопроводе, которое не вызовет критического режима течения при заданной производительности насоса. Эти зависимости впервые учитывают влияние соотношения скорости всасывания и размывающей скорости на концентрацию гидросмеси и время образования воронки размыва при условии

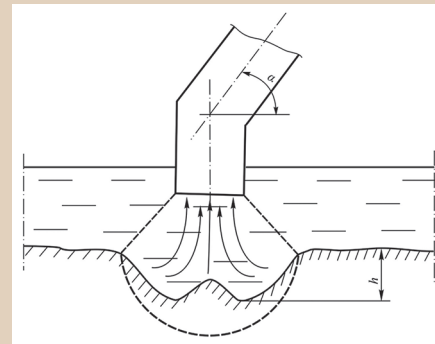


Рис. 1. Схема образования воронки всасывания.

Сурет 1. Сору воронкасынын пайда болу схемасы.

Figure 1. Scheme of the suction funnel formation.

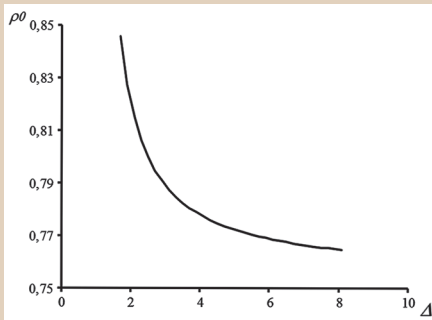


Рис. 2. Зависимость минимально допустимой величины безразмерной скорости всасывания от относительной плотности частиц твердой фазы для гидросмесей средней концентрации.

Сурет 2. Сору жылдамдығының ең аз рұқсат етілген шамасының орташа концентрациялы гидроұстағыштар үшін қатты фаза бөлшектерінің салыстырмалы тығыздығына тәуелділігі.

Figure 2. The dependence of the minimum allowable dimensionless absorption rate on the relative density of particles of the solid phase for hydraulic mixtures of medium concentration.

сохранения рабочих значений в диапазоне средних концентраций.

Результаты

Возможные интервалы изменения величин, входящих в формулы (4-20), определяются реально существующими интервалами изменения критических значений относительных концентраций. Объединив формулы (4) и (20), получим следующие ограничения для относительной скорости всасывания (рис. 2):

$$\rho_0 \leq \rho_* < 0,85,$$

$\rho_0 = 0,675^3 \sqrt{(1,4\Delta - 1)/(\Delta - 1)}$, (21)
где ρ_0 – минимально допустимая безразмерная скорость всасывания.

Для гидросмесей средней концентрации результаты расчетов, выполненных по формуле (7) для возможных интервалов изменения входящих в них величин, приведены на рис. 3, а для проверки ограничений (4) на рис. 4 приведены расчеты по формуле (5). Для оценки фактических значений концентрации на рис. 5 приведены значения выражения C_m .

Из (17) и (18) видно, что некоторые параметры процесса образования

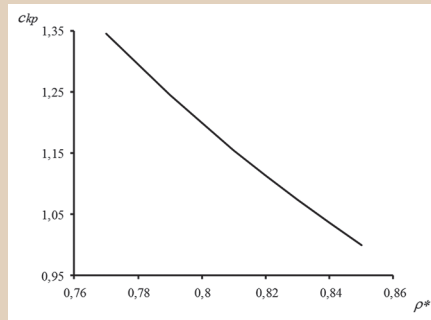


Рис. 3. Зависимость относительной концентрации гидросмеси во всасывающем трубопроводе от безразмерной скорости во всасывающем трубопроводе для гидросмесей средней концентрации.

Сурет 3. Сору құбырындағы гидрокоспаның салыстырмалы концентрациясының орташа концентрациялы гидрокоспалар үшін сору құбырындағы өлшеусіз жылдамдыққа тәуелділігі.

Figure 3. The relation of the relative concentration of the slurry in the suction pipe on the dimensionless speed in the suction pipe for medium-sized slurries.

воронки размыва и всасывания твердых частиц определяются безразмерными комплексами θ и Ω , которые нелинейно зависят от безразмерной скорости всасывания (рис. 6 и 7).

Из рис. 2-7 видно, что рассматриваемые величины не имеют экстремумов и достигают максимальных и минимальных значений на границах интервала изменения безразмерной скорости всасывания. Следует отметить, что в зависимости от справедливости неравенства (20), относительная концентрация гидросмеси с ростом скорости всасывания может как убывать, так и возрастать на всем интервале рассматриваемых значений безразмерной скорости всасывания. При этом, время образования воронки размыва остается постоянным или равномерно увеличивается с ростом скорости всасывания.

Обсуждение результатов

Результаты анализа формул (4-21) указывают на возможность для средних концентраций осуществления процессов всасывания гидросмеси и образования воронки

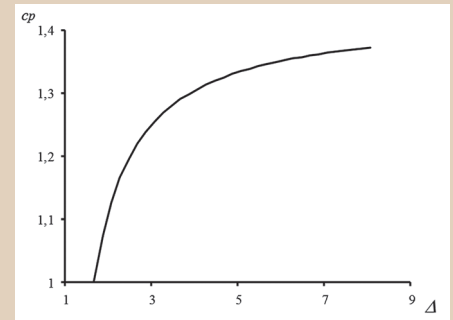


Рис. 4. Зависимость максимального значения относительной массовой концентрации от относительной плотности частиц твердой фазы для гидросмесей средней концентрации.

Сурет 4. Салыстырмалы массалық шоғырланудың ең жоғарғы мәнінің орташа концентрациялы гидроалмастырғыштар үшін қатты фаза бөлшектерінің салыстырмалы тығыздығына тәуелділігі.

Figure 4. The relation of the maximum value of the relative mass concentration on the relative density of particles of the solid phase for slurries of medium concentration.

размыва в двух различных режимах. Первый режим реализуется при $n_{kp} < n_p$, когда гидросмесь поступает в насос гарантированно без возникновения критического режима течения во всасывающем трубопроводе земснаряда. Концентрация гидросмеси в этом режиме течения не превышает критического значения и определяется соотношением скорости всасывания к размывающей скорости в степени 3/2. Время образования воронки размыва в этом режиме пропорционально отношению диаметра частиц добываемого материала к скорости всасывания. Второй режим реализуется при нарушении условия $n_{kp} < n_p$, когда гидросмесь поступает в насос с высокой вероятностью возникновения критического режима течения во всасывающем трубопроводе земснаряда. При этом режиме в области образования воронки размыва имеется переизбыток твердых частиц, поэтому они поступают во всасывающий трубопровод с концентрацией, близкой к критическому значению. Отметим,

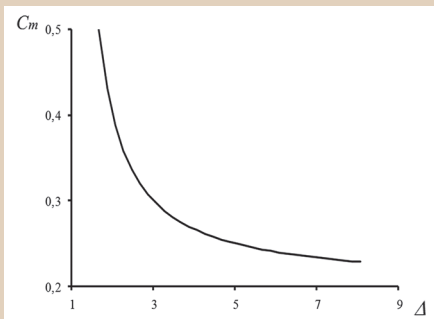


Рис. 5. Зависимость граничного значения массовой концентрации для гидросмесей низкой концентрации от относительной плотности частиц твердой фазы.
Сурет 5. Төмен концентрациялы гидроұстағыштар үшін массалық концентрацияның шекаралық мәнінің қатты фаза бөлшектерінің салыстырмалы тығыздығына тәуелділігі.

Figure 5. The relation of the threshold value of the mass concentration for low concentration slurries on the relative density of solid particles.

что в этом режиме концентрация гидросмеси определяется значением безразмерной скорости всасывания и не зависит от значения размывающей скорости, а время образования воронки размыва определяется значениями скорости всасывания и размывающей скорости.

Результаты численного анализа данных рис. 3, 6 и 7 указывают, что для рассматриваемого диапазона безразмерных скоростей всасывания (21) характер зависимости некоторых параметров от величины ρ_* , с инженерной точностью (не менее 0,9969), может считаться линейным: $c_{кр} = 4,305(1,08 - \rho_*)$, $\theta = 1,35(\rho_* - 0,27)$, $\Omega = 2,07(\rho_* - 0,58)$.

Заключение

Приведенные результаты впервые для двухфазных потоков средней

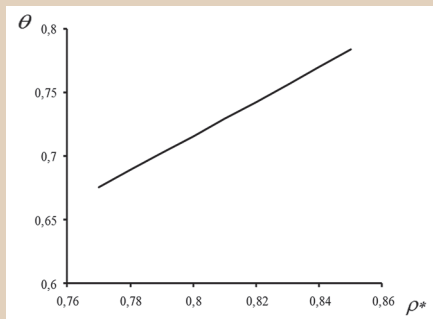


Рис. 6. Зависимость величины θ от безразмерной скорости во всасывающем трубопроводе для гидросмесей средней концентрации.

Сурет 6. Тәуелділік шамасы θ жылғы өлшемсіз шамамен жылдамдығы кезінде сору құбыр үшін гидросмесей орташа концентрациясы.

Figure 6. The relation of variable θ on the dimensionless velocity in the suction pipe for medium-sized hydraulic mixtures.

концентрации позволяют по физическим свойствам разрабатываемой россыпи, геометрическим характеристикам всасывающего трубопровода и технологическим параметрам процесса добычи считать максимально допустимую концентрацию гидросмеси, которая не вызовет во всасывающем трубопроводе земснаряда критического режима течения при разработке россыпей путем всасывания без предварительного рыхления.

Предложенные зависимости впервые в среднем диапазоне концентраций учитывают влияние на время образования воронки размыва и концентрацию гидросмеси соотношения скорости всасывания и размывающей скорости. Показано, что значение максимально

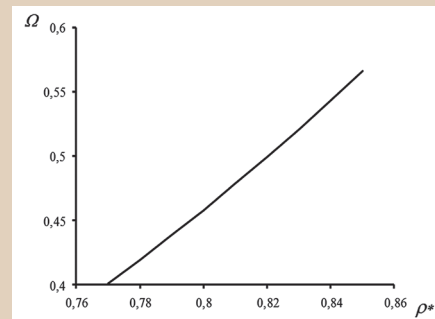


Рис. 7. Зависимость величины Ω от безразмерной скорости во всасывающем трубопроводе для гидросмесей средней концентрации.

Сур. 7. Орташа концентрациялы гидроалмастырғыштар үшін сору құбырындағы өлшеусіз жылдамдыққа Ω шамасының тәуелділігі.

Figure 7. The relation of the variable Ω on the dimensionless speed in the suction pipe for hydraulic mixtures of medium concentration.

возможной концентрации гидросмеси определяется произведением безразмерной размывающей скорости на функцию от безразмерной скорости всасывания, которая с инженерной точностью может считаться линейной.

Для условий подводной добычи россыпей с помощью земснарядов путем всасывания без предварительного рыхления и подводного размыва впервые определены параметры процессов всасывания гидросмесей средней концентрации. Для этих условий обоснована максимально возможная концентрация твердых частиц, отбираемых потоком с поверхности воронки всасывания, которая обеспечивает сверхкритическое течение во всасывающем трубопроводе земснаряда.

Авторы благодарят Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины за предоставленную техническую и информационную поддержку при выполнении данной работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бондаренко А.А. Моделирование взаимодействия наклонных поверхностей гидравлического классификатора с потоком твердых частиц. // Научный вестник национального горного университета. – Днепр, 2018. – №4. – С. 1320. DOI: 10.29202/nvngu/2018-4/5
2. Семененко Е.В. Медведева О.А. Гидродинамика напорных взвесенесущих потоков: история и перспективы. // Геотехническая механика. – 2015. – №124. – С. 289-302.
3. Семененко Е., Никифорова Н., Татарко Л. Особенности расчетов гидротранспортных планов геотехнологических систем. // Теоретические и практические решения по добыче полезных ископаемых. – Лондон: Taylor & Francis Group, 2015. – С. 397-401.

4. Семененко Е.В., Медведева О.А., Киричко С.Н., Татарко Л.Г. Особенности расчета параметров магистралей для технологий гидромеханизации в условиях хранилищ отходов обогащения. // *Геотехническая механика*. – 2018. – №140. – С. 118-129.
5. Mohamed Ibragim Mohamed Ibragim, Nanis Abd El Monem Mohamed. На пути к устойчивому управлению твердыми отходами в Египте. // *Procedia Environmental Science*. – 2016. – №34. – С. 336-347. DOI: 10.1016/j.proenv.2016.04.030

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бондаренко А.А. Қатты бөлшектер ағынымен гидравликалық классификатордың көлбеу беттерінің өзара әрекеттесуін модельдеу. // *Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы*. – Днепр, 2018. – №4. – Б. 13-20. DOI: 10.29202/nvngu/2018-4/5
2. Семененко Е.В., Медведева О.А. Гидродинамика арынды өлшегіш ағындар: тарихы мен болашағы. // *Геотехникалық механика*. – 2015. – №124. – Б. 289-302.
3. Семененко Е., Никифорова Н., Татарко Л. Геотехнологиялық жүйелердің гидрокөлік жоспарларын есептеу ерекшеліктері. // *Пайдалы қазбаларды өндіру бойынша теориялық және практикалық шешімдер*. – Лондон: Taylor & Francis Group, 2015. – Б. 397-401.
4. Семененко Е.В., Медведева О.А., Киричко С.Н., Татарко Л.Г. Байыту қалдықтарын сақтау қоймалары жағдайында гидромеханизация технологияларына арналған магистраль параметрлерін есептеу ерекшеліктері. // *Геотехникалық механика*. – 2018. – №140. – Б. 118-129.
5. Mohamed Ibragim Mohamed Ibragim, Nanis Abd El Monem Mohamed. Мысырда қатты қалдықтарды тұрақты басқару жолында. // *Procedia Environmental Science*. – 2016. – №34. – Б. 336-347. DOI: 10.1016/j.proenv.2016.04.030

REFERENCE

1. Bondarenko A.A. Modeling of interaction of inclined surfaces of a hydraulic classifier with a flow of solid particles. // *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. – 2018. – №4. – P. 13-20. DOI: 10.29202/nvngu/2018-4/5
2. Semenenko E.V., Medvedeva O.A. Hydrodynamics of pressure-bearing suspended flows: history and prospects. // *Geo-Technical Mechanics*. – 2015. – №124. – P. 289-302.
3. Semenenko Ye., Nykyforova N., Tatarko L. The features of calculations of hydrotransport plans of geotechnological systems. Theoretical and practical solutions of mineral resources mining. – London: Taylor & Francis Group. – 2015. – P. 397-401.
4. Semenenko E.V., Medvedeva O.A., Kyrychko S.N., Tatarko L.G. Features of calculating the parameters of highways for hydromechanization technologies in the conditions of enrichment waste storage. // *Geo-Technical Mechanics*. – 2018. – №140. – P. 118-129.
5. Mohamed Ibragim Mohamed Ibragim, Nanis Abd El Monem Mohamed. Towards sustainable management of solid waste in Egypt. // *Procedia Environmental Science*. – 2016. – №34. – P. 336-347. DOI: 10.1016/j.proenv.2016.04.030

Сведения об авторах:

Семененко Е.В., д-р техн. наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом проблем шахтных энергетических комплексов Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (г. Днепр, Украина)
Медведева О.А., канд. техн. наук, старший научный сотрудник отдела геодинамических систем и вибрационных технологий Института геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (г. Днепр, Украина)
Татарко Л.Г., канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры физики Государственного высшего учебного заведения «Украинский государственный химико-технологический университет» (г. Днепр, Украина)
 для контактов: medvedevaolga1702@gmail.com

Авторлар туралы мәлімет:

Семененко Е.В., техника ғылымдарының докторы, аға ғылыми қызметкер, Украина Ұлттық Ғылым академиясы В.С. Поляков атындағы геотехникалық механика институты шахталық энергетикалық кешендер мәселелері бөлімінің меңгерушісі (Днепр қ., Украина)
Медведева О.А., техника ғылымдарының кандидаты, Украина Ұлттық Ғылым академиясы В.С. Поляков атындағы геотехникалық механика институты геодинамикалық жүйелер және вибрациялық технологиялар бөлімінің аға ғылыми қызметкері (Днепр қ., Украина),
Татарко Л.Г., техника ғылымдарының кандидаты, «Украина Мемлекеттік химия-технологиялық университеті» Мемлекеттік жоғары оқу орнының физика кафедрасының аға оқытушысы (Днепр қ., Украина)
 контактілер үшін: medvedevaolga1702@gmail.com

Information about the authors:

Semenenko E.V., Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Head at the Department of Problems of Mine Energy Complexes of the Institute of Geotechnical Mechanics named after N.S. Polyakov of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine)
Medvedeva O.A., Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher at the Department of Geodynamic Systems and Vibration Technologies of the Institute of Geotechnical Mechanics named after N.S. Polyakov of the National Academy of Sciences of Ukraine (Dnipro, Ukraine)
Tatarko L.G., 3 Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Physics of the State Higher Educational Institution «Ukrainian State University of Chemical Technology» (Dnipro, Ukraine)
 contacts: medvedevaolga1702@gmail.com

KIOSH

10-я Юбилейная Казахстанская Международная Конференция и Выставка
ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ

20-22 мая 2020

Нур-Султан, Казахстан



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАРТНЕР
Министерство труда и социальной
защиты населения Республики Казахстан



ОРГАНИЗАТОРЫ
тел.: +7 727 258 34 34;
e-mail: raushan.massimova@iteca.kz



2-5 июня 2020
Новокузнецк / Россия

XXVII Международная специализированная выставка
технологий горных разработок



УГОЛЬ и МАЙНИНГ РОССИИ

XI Международная специализированная выставка

ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

VI Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

300 ЛЕТ
КУЗБАСС

Организаторы



Messe
Düsseldorf



уголь



руды



промышленные минералы



охрана и безопасность труда

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс "Кузбасская ярмарка", ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк

т./ф: 8 (3843) 32-11-89, 32-22-22 e-mail: com@kuzbass-fair.ru, dr@kuzbass-fair.ru



www.ugolmining.ru

Код МРНТИ 52.01.11

М.Е. Рахымбердина, М.М. Тогузова, З.К. Тунгушбаева, Д.К. Касымов

Д. Серікбаев атындағы Шығыс-Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті (Өскемен қ., Қазақстан)

ПАЙДАЛЫ ҚАЗБАЛАРДЫҢ КЕН ОРЫНДАРЫН КАРТОГРАФИЯЛАУДА ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ МӘЛІМЕТТЕРІН ПАЙДАЛАНУҒА ТАЛДАУ

Аңдатпа. Мақала шолу сипатында жазылған. Мақалада карталарды құру және жаңарту кезінде кеңістіктік рұқсаттылығын ескере отырып, ғарыштық суреттерді және аэросуреттерді қолдану мүмкіндіктері қарастырылады. Әр түрлі масштабтағы карталардың дәлдігі мен нақтылығын қамтамасыз етуге ерекше көңіл бөлінеді. Карталарды құру процесін реттейтін бар болған нормативтік-техникалық құжаттарды және әдебиетті талдау негізінде құрастырылатын карта, план немесе ортофотоплан масштабына сәйкес ғарыш суреттердің және цифрлық аэросуреттердің кеңістіктік рұқсаттылығына анық талаптарды келтіру қажеттілігі көрсетілген. Ұшықшысыз ұшу аппараттарынан алынған суреттерді пайдалану кен орындарын ірі масштабты картографиялау кезінде қажетті дәлдікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Геология және тау-кен ісі саласындағы әртүрлі міндеттерді шешу үшін Қазақстан аумағын ғарыштық суреттермен қамтамасыз ететін Жер серіктері келтірілген.

Түйінді сөздер: ғарыштық суреттер, жер бедерінің сандық моделі, жер бетінің сандық моделі, Жерді қашықтықтан зондтау, кеңістіктік рұқсаттылық, картографиялау, карта масштабы, ұшықшысыз ұшу аппараттар, масштаб дәлдігі, карта.

Анализ использования данных дистанционного зондирования Земли для картографирования месторождений полезных ископаемых

Аннотация. Статья носит обзорный характер. В статье рассматриваются возможности применения космических снимков с учетом их пространственного разрешения, аэроснимков при создании и обновлении карт. Особое внимание уделяется возможности обеспечения точности и детальности карт разного масштаба. На основании анализа имеющихся нормативно-технических документов, регламентирующих процесс создания карт, и литературы указано на необходимость приведения четких критериев к пространственному разрешению космических снимков и цифровых аэроснимков в зависимости от масштаба создаваемой карты, плана, ортофотоплана. Использование снимков с БПЛА позволяют обеспечить требуемую точность при картографировании месторождений более крупного масштаба. Для решения различных задач в области геологии и горного дела приведены спутники Земли, покрывающие космическими снимками территорию Казахстана.

Ключевые слова: космические снимки, цифровая модель рельефа, цифровая модель местности, дистанционное зондирование Земли, пространственное разрешение, картографирование, масштаб карты, беспилотные летательные аппараты, точность масштаба, карта.

Analysis of the use of earth remote sensing data for mapping mineral deposits

Abstract. The article is of an overview nature. The article discusses the possibilities of using satellite images with regard to their spatial resolution, aerial images when creating and updating maps. Special attention is paid to the possibility of ensuring the accuracy and detail of maps of different scales. Analyzing technical regulations that govern the map designing process, it was revealed that the clear criteria should be applied to spatial resolution of space images and digital aerial photos, taking into account the map's scale, plan and orthophoto. The images use obtained from UAVs allows you to ensure the required accuracy when larger-scale mapping of deposits. For solving various problems in the field of geology and mining, Earth satellites are provided that taking satellite images of the territory of Kazakhstan.

Key words: satellite images, digital elevation model, digital terrain model, Earth remote sensing, spatial resolution, mapping, map's scale, unmanned aerial vehicles, accuracy of the maps, map.

Кіріспе

Қашықтықтан зондтау деректері табиғи ресурстардың кен орындарын және дамып келе жатқан пайдалы қазбалардың кен орындарының күйін бағалау үшін геологиялық барлау кезеңінде таптырмас ақпарат көзі [1], сонымен қатар мұнай-газ және тау-кен кешендерін аумақтық басқарудың әр түрлі міндеттерін шешу үшін келесі бағыттарда да кеңінен қолданылады:

- пайдалы қазбалар кен орындарын іздеу және болжау (мұнай, газ, алтын және т. б.) жұмыстарында;
- тектоникалық және сейсмологиялық қауіптер, ақаулық қозғалыстар мен олардың динамикасын (радиолокациялық интерферометрия деректеріне негізделген жоғары дәлдіктегі) дәл бағалау негізінде баға беруде;
- жоғары рұқсатты ғарыштық түсіріс суреттері негізінде, пайдалы қазбаларды іздестіру мен барлау жұмыстарын және инфрақұрылымдарды орналастыруға, әрі қарайғы олардың экологиялық бақылануы мен мониторингін арналған заманауи топографиялық негіздерді құруда;
- мұнай, газ және өзге де пайдалы қазбалар өндіру, тасымалдау және өңдеу инфрақұрылымын дамытуды картографиялық негізде жоспарлау және бақылауда;
- пайдалы қазбаларды өндіру, өңдеу, тасымалдау, өнеркәсіптік қалдық өнімдерімен ластанған

учаскелерді анықтау, мұнай төгілуін бақылау аймақтарындағы аумақтардың экологиялық жай-күйінің мониторингін әзірлеуде;

- таяз сулар мен жағалау аймақтарындағы геологиялық объектілерді картаға түсіруде;
- мұнай-газ кешені мен мұнай-газ кешенінің басқа да инфрақұрылымдық объектілерін, сондай-ақ кен өндіру өнеркәсібі объектілерінің мониторингін әзірлеуде және с.с. таптырмас мәліметтер кешені болып табылады.

Пайдалы қазбалардың жаңа орындарын іздестіріп, сол аумақты сапалы картографиялық мәліметтермен қамтамасыз ету жақын он жылдықтағы маңызды әрі шешімін күттірмейтін мәселелердің бірі болып табылады.

Зерттеу әдісі

Пайдалы қазбалардың кен орыны аумағының картасын жасау кезінде бірнеше техникалық сипаттамалары әр түрлі болып келетін ЖҚЗ мәліметтері көмегімен карта құрастырудағы негізгі сапа мен дәлдікке қойылатын талаптарды салыстыру мен талдау жүргізілді.

Жұмыстың негізгі мазмұны

Түрлі табиғат ресурстарының, металл рудаларының кен орындарын іздестіру кезінде, әсіресе өте үлкен аумақта Жерді қашықтықтан зондтау әдісі кеңінен

Кесте 1

Картаны құрастыру (К) және жаңарту (Ж) кезіндегі масштаб пен кеңістіктік рұқсаттылықтың ұсынылатын қатынастары

Таблица 1

Рекомендуемое соотношение масштаба карты и пространственного разрешения при создании и обновлении карты

Table 1

Recommended ratio of map scale and spatial resolution when creating and updating a map

Рұқсат, м	Масштаб						
	10000-25000	25000-50000	50000-100000	100000-200000	200000-500000	500000-1000000	1000000 ұсак
250-1000							Қ
140							Қ
35-45							Қ
30							
15						Ж	
10			Қ	О	Қ	Ж	
5		Ж	Қ	О	Қ	Ж	
1 м жоғ.	Қ	Ж	Қ	О			

қолданылатын әдістердің бірі^{1,2,3}. Бұл әдістің негізгі артықшылықтарына ЖҚЗ жоғары сапалы мәліметтерді тез әрі қысқа уақыт аралығында ұсынып, нақты мәліметтерді бере алуды жатқызуға болады. Пайдалы қазбалардың кен орындарын картографиялаудың ЖҚЗ көмегімен жүзеге асырудың бірнеше әдістері мен тәсілдері бар.

Ірі масштабты топографиялық карталарды құрастыру мен жаңартудың әдістерін жетілдіру, жаңа тиімді әдісін әзірлеу – маңызды мәселелердің бірі, бұл мәселенің тиісті өз шешімін уақытылы табуы еліміздің геология саласына, Жер туралы ғылымдардың дамуына, жерді тиімді пайдалануды, мониторинг жұмыстарын жүзеге асыруда зор маңызға ие.

Қазақстан Республикасының картографиялық қорын заманауи сапалы картографиялық өніммен толықтыру, цифрлық түрде өңдеу, сақтау, беру – қазіргі заманның талабы болып табылады [2, 3], бұл өз кезегінде топографиялық мәліметтерді жинақтау процесін тиімді жоспарлауға, заманауи аэроғарыштық суреттердің фотограмметриялық сапалы өңделуін жетілдіруді талап етеді.

Белгілі бір масштабта карталарды құрастыру кезінде картаның сызылуының шекті дәлдігі мен басып шығару дәлдігі (0,1 мм) ескеріледі. Мысалы, 1:1000000 масштабындағы картаға суреттердің кеңістіктік рұқсаты 100 м кем болмауы қажет, ал 1:100000 масштабындағы картаға 10 м кем емес болуы шарт.

Карталарды жаңарту кезінде тек элементтердің контурының өзгерісі түсіріледі, ал карталарды құрастыруда элементтердің нақты орналасу орындарын анықтау керек. Сондықтан, топографиялық карталарды құрастыруда жаңартуға қарағанда жоғары рұқсатты түсірістер алу қажет. Сонымен қатар, мазмұндары өзгеше, әр түрлі масштабтағы топографиялық карталарды құрастыру және жаңарту кезінде бір типті ғарыштық суреттер

әр түрлі элементтер үшін пайдалануға жарап немесе жарамай қалуы мүмкін [4, 5].

Топографиялық карталарды құру мен жаңарту барысында қандай масштабта ғарыштық суреттердің қанша рұқсаттылықпен алынуы қажеттілігі кесте 1 көрсетілген. Ғарыштық суреттердің көмегімен тақырыптық картографиялауда, объектінің орналасу орынының дәлдігі топографиялық карталарға қарағанда азырақ болып келеді.

Барлық отандық және өзге мемлекеттердің жоғары рұқсатты түсіріс бере алатын жер серіктеріне шолу жасау негізінде, жер серіктердің барлығының өзіндік ерекшеліктері, яғни әрбір ғарыштық құрылғының негізгі техникалық сипаттамалары, артықшылықтары мен кемшіліктері болатынын сараптауға болады (кесте 2).

Сандық аэротүсіріске немесе ғарыштық түсіріске қатысты отандық немесе шетелдік нормативтік-техникалық құжаттарда карта, план немесе ортофотоплан масштабына сәйкес суреттің кеңістіктік рұқсаттылығына қойылатын талаптар анық жазылмаған. [5] әдебиетте көрсетілгендей, 2002 жылы жарыққа шыққан Ресейлік ғылыми басылым «Сандық топографиялық карталар мен пландарды құру кезіндегі фотограмметриялық жұмыстар нұсқаулығында» берілген суретке түсіру масштабы мен құрастырылатын карта масштабына сәйкес, P_s және P_p пиксельдер өлшемін есептеуге қолданылатын келесі формулалар көрсетілген:

$$P_s = M_k / 2M_c \times V_s; \quad P_p = 70 \times M_k / M_c,$$

мұндағы:

M_k – карта (план) масштабы;

M_c – аэротүсіріс масштабы;

V_s – 0,2 мм тең болатын пландық координаталарды анықтау дәлдігі.

Жоғарыда берілген формулалардың біріншісі пиксельдер өлшемін миллиметрмен берсе, екіншісі микрон мәні ретінде ұсынады. Пиксельдер өлшемінің

¹Гонин Г.Б. Космическая фотосъемка для изучения природных ресурсов. – М.: Недра, 1980.

²Лаврова Н.П. Космическая фотосъемка. – М.; Недра, 1983.

³Новоковский Б.А. Фотограмметрия и дистанционные методы изучения Земли. – М.: МГУ, 1997.

Кесте 2

Отандық және шетелдік жоғары рұқсатты түсіріс беретін жер серіктеріне шолу

Таблица 2

Обзор зарубежных и отечественных спутников Земли, обеспечивающих снимками высокого разрешения

Table 2

Overview of foreign and domestic satellites providing high-resolution images

Ғарыштық құрылғының негізгі сипаттамалары									
Ғарыштық аппараттар	1	2	3		4	5	6		
	KazEOSat-1	KazEOSat-2	KOMPSAT-3		Landsat 8	Rapid Eye	Spot-5		
Ұшырылған уақыты	30.04.2014	20.06.2014	17.05.2012		11.02.2013	29.08.2008	03.05.2002		
Оператор	Airbus Defence and Space	Airbus Defence and Space	KARI. Ақпараттарды ұсынудың эксклюзивті құқығы: Airbus Defence and Space		NASA/USGS (АҚШ)	RapidEye (Германия)	Astrium GEO-Information Services		
Салмағы, кг	820	150	1000		2623	150	3000		
Орбита	Типі	Күн-синхронды, қиықтық	Күн-синхронды		Күн-синхронды	Күн-синхронды, айналмалы	Күн-синхронды		
	Биіктік, км	750	630		700	705	630		
	Бұрылуы, град.	98,5	98		98,1	97,44	98,7		
Қызмет көрсету уақыты, жыл	7	7	4		10	7	5		
Түсіріс режимі	П және М	П және М	П	М	И	М	П	М	
Спектральді диапазоны, мкм	Көк: 0,45-0,52; Жасыл: 0,53-0,60; Қызыл: 0,62-0,69; ИҚ: 0,76-0,89	Көк: 0,45-0,52; Жасыл: 0,53-0,60; Қызыл: 0,62-0,69; Шекті қызыл: 0,69-0,73; ИҚ: 0,76-0,89	0,45-0,90		Көк: 0,45-0,52; Жасыл: 0,52-0,60; Қызыл: 0,63-0,69; Жақын ИҚ: 0,76-0,90	Х-диапазон (3,1 см)	Көк: 0,44-0,51; Жасыл: 0,52-0,59; Қызыл: 0,63-0,685; Жақын қызыл: 0,69-0,73; Жақын ИҚ: 0,76-0,85	0,48-0,71	Жасыл: 0,50-0,59; Қызыл: 0,61-0,68; Жақын ИҚ: 0,78-0,89; Орташа ИҚ: 1,58-1,75
Кеңістіктік рұқсаттылық (надирде), м	П – 1 м, М – 4 м	6,5 м (надирде) 5 м (оргофото-кұруда)	0,7 м	2,8 м	Ең жоғ. ≤ 1 Жоғ. – 3-5 Орт. рұқсат. – 30 Төмен. рұқсат. – 100	5 м	5 м (SuperMode режимінде – 2,5 м дейін)	10 м	
Радиометриялық рұқсаттылық, пиксельде битпен	12	12	14	–	12	8	8		
Түсіріс жолағының ені, км	20	77	16,8	Ең жоғ. 10, Жоғ. 40, Орт. рұқсат. 100	77	60 (надирде)	60 (надирде)		

Қысқартулар: П – панхроматикалық; М – мультиспектральді; И – интерферометриялық; ИҚ – инфрақызыл.

Кесте 3

Карта (план) масштабына сәйкес жергілікті жердегі пиксельдер өлшемінің мәні

Таблица 3

Значение пикселей на местности в зависимости от масштаба карты (плана)

Table 3

The value of pixels on the ground depending on the scale of the map (plan)

План масштабы	P_p , м	P_s , м	Топо түсіріс нұсқаулығы бойынша түсіріс суреті масштабы	Топо түсіріс нұсқаулығы бойынша карта (план) масштабтарына сәйкес жергілікті жердегі пиксельдер өлшемінің мәні	Номинальды кеңес берілген (ұсынылған) пиксель өлшемі, м	Максималды шекті пиксель өлшемі, м
1:500	0,04	0,05	1:3000	0,08	0,07	0,09
1:1000	0,07	0,1	1:5000	0,13	0,11	0,14
1:2000	0,14	0,2	1:10000	0,25	0,17	0,22
1:5000	0,35	0,5	1:15000	0,38	0,33	0,42
1:10000	0,70	1	1:20000	0,50	0,50	0,64
1:25000	1,75	2,5	1:35000	0,88	0,80	1,00

Кесте 4

Карталар мен пландарды жаңарту мен құруда ғарыштық түсіріс суреттері мен аэротүсірістерді қолдану мүмкіндіктері

Таблица 4

Возможности использования космических снимков и аэроснимков при создании и обновлении планов и карт

Table 4

Possibilities of using satellite images and aerial photographs when creating and updating plans and maps

Тапсырма	Аэрофототүсіріс	Ғарыштық сурет			
		Geo		GeoStereo	
		1,0 м	0,5 м	1,0 м	0,5 м
Ортотрансформациялауға арналған ЖБСМ құру	иә	жоқ	жоқ	иә	иә
<i>Бұрыннан бар ЖБСМ көмегімен ортофотоплан құру, төмендегі масштабтар үшін жер бедерінің түсірісін орындау:</i>					
1: 25000	иә	иә	иә	иә	иә
1:10000	иә	жоқ	иә	иә / жоқ	иә
1:5000	иә	жоқ	жоқ	жоқ	иә (тексеру қажет)
1:2000	иә	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
1:1000	иә	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
1:500	иә	жоқ	жоқ	жоқ	жоқ
Жер бетінің түсірісін орындау кезінде жер бедері қимасының биіктігі 10 м	иә	жоқ	жоқ	жоқ	иә (тексеру қажет)
Жер бетінің түсірісін орындау кезінде жер бедері қимасының биіктігі 5 м	иә	жоқ	жоқ	жоқ	иә (тексеру қажет)

талаптарына аэротүсіріс немесе ғарыштық түсіріс жасау аудандарында бұл формулалардың тура қатынасы болмайды, алайда өзге талаптар болмаған жағдайда пиксельдер өлшемін жергілікті жерде метр өлшемімен алу үшін формуланы біраз түрлендіреді [5]:

$$P_s = 0,0001M_k;$$

$$P_p = 0,00007M_k.$$

«Сандық топографиялық карталар мен пландарды құру кезіндегі фотограмметриялық жұмыстар нұсқаулығында» ұсынылған жер бетіндегі пиксельдер өлшемін есептеу, карта масштабына сызықтық бағыныштылықты көрсетеді. 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 масштабтарындағы топографиялық түсіріске инструкция талаптарын ескере отырып, суретке түсіру масштабы мен карта

⁴Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – М.: ЦНИИГАиК, 2002. – 100 с.

⁵Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – Астана, 2008. – 75 с.

Кесте 5
Карта масштабтарына қатысты жоғары рұқсатты ғарыштық суреттер беретін жер серіктері
Таблица 5
Спутники земли, обеспечивающие космическими снимками высокого разрешения
в соответствии с масштабом карты

Table 5
Earth satellites providing high-resolution satellite images in accordance with the map scale

	Жерсеріктер	Кеңістіктік рұқсаттылық (м)	
		панхром.	мультиспектр.
Оптика-электронды	KaZEOsAt-1	1	4
	Formosat-2	2	8
	RapidEye	–	5
	SPOT-5	5	10
	KOMPSAT-2	1	4
	Pleiades-1A және Pleiades-1B	0,7	2,8
Радиолокациялық	COSMO-SkyMed 1-4	3-5	
	TerraSAR-X және TanDEM-X	2	

масштабтарын сәйкестендіріп қарастыратын болса, онда берілген пиксель өлшемдерін алуға болады^{4,5} [5].

Ғарыштық суреттердің кеңістіктік рұқсаттылықтарын қарастыратын болсақ, рұқсаттылығы 1 м тең болатын түсіріс суреттері 1:25000 масштабтыңдағы карталар үшін жарай береді, алайда 1:10000 масштабтыңдағы карталар үшін дешифрлеу мүмкіндіктері жеткіліксіз болады, яғни картографиялауда 1:10000 масштабы әрбір нақты жағдайларға қатысты анықталуы тиіс. Кеңістіктік рұқсаттылығы 0,5 м құрайтын түсіріс суреттері, дешифрлеу мүмкіндіктерімен қатар алғанда 1:10000 масштабтыңдағы карталарды құрастыруда ақпараттармен толыққанды қанағаттандырады. Кейбір жағдайларда одан ірі масштабтарыңдағы пландарды құруда да пайдаланылады, алайда бұл жағдайда дешифрлеу белгілері біраз кедергілерге ұшырайды. Сондықтан дешифрлеу жұмыстарын орындау кезіндегі талаптарын және карта масштабын міндетті түрде ескеру қажет.

Аэрофототүсіріс мәліметтері арқылы жер бетінің жағдайын, жер бедерін толық деңгейде ақпарат алуға болады. Арнаулы бағдарламаларда суреттерді өңдеу нәтижесінде жердің сандық моделін (ЖСМ), жер бедерінің сандық моделін (ЖБСМ) құрастырып, ірі масштабты карталар мен пландардың құру негізін алады.

Аэротүсірістің және ғарыштық түсірістің (Geo, GeoStereo түріндегі) карталар мен пландарды құру және жаңарту бойынша маңызды қолдану мүмкіндіктері салыстырмалы түрде кесте 4 көрсетілген [5].

Қазіргі таңда ұшқышсыз ұшу аппараттарының (ҰСҰА) сұранысы барлық салаларда арта түсуде. Бұл нақты уақыт ішінде сапалы суретке түсіру мүмкіндігіне және экономикалық тиімділікке негізделеді. Ұшқышсыз ұшу аппараттар өз өлшемдері, сыртқы түрі, ұшу қашықтығы, орындалатын функциялары,

басқару тәсілі және олардың автономдық дәрежесі бойынша ерекшеленеді. Жерді қашықтықтан зерттеу үшін ғарыштық түсірістерді қолданудан және аэрофототүсірісті (ұшқышы бар авиацияны) пайдаланудан қарағанда кейбір жағдайларда ҰСҰА пайдалану тиімділігі жоғары және жаңа фотограмметриялық құрал ретінде қарастырылады [6, 7].

Қорытынды

Жүргізілген сараптама жұмыстары негізінде ғарыштық түсіріс суреттері 1:10000 және 1:25000 және кейбір жағдайларда одан ірі масштабтарыңдағы дәлдігі жоғары карталарды құрастыру мен жаңартуға мүмкіндік береді, кеңістіктік рұқсаттылығы 10 м, 5 м және 1 м кем болып келетін, ғарыштық суреттерді қолдану оңтайлы болып табылады. Суреттердің оңтайлы кеңістіктік рұқсаттылықтары анықталғаннан соң, аталған сипаттамадағы суреттерді алатын жер серіктерді таңдау мәселесі пайда болады. Қазақстан территориясын түсіріспен қамтитын әр түрлі масштабтардағы карталарды құрастыру мен жаңартуға арналған жоғары рұқсатты оптика-электронды және радиолокациялық жер серіктердің карта масштабы мен түсіріс режимдеріне қатысты салыстырмалы сараптамалар жасалынды (кесте 5).

Сараптама қорытындысы ретінде жоғары рұқсатты түсіріс суреттерін бере алатын ғарыштық серіктер ішінен кеңістіктік рұқсаттылығы және құрастыруға мүмкін болатын карта масштабы жағынан ең жоғарғы деңгейде оптика-электронды Pleiades-1A және Pleiades-1B жер серіктерін атап өтуге болады. 1:2000 – 1:5000 масштабтарыңдағы картографиялық өнім үшін ғарыштық суреттер жергілікті жердің сипаттамаларына және картографиялық өнім жасалатын міндеттерге байланысты шектеулі пайдаланылуы тиіс.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рахымбердина М.Е., Токтарбекова Н., Сарсембина А. Шығыс Қазақстан облысы аумағындағы пайдалы қазбалар кен орындарының мониторингі үшін ЖҚЗ деректерін пайдалану. // Интерэкспо ГЕО-Сібір-2017: XIII Халықаралық ғылыми конгресс

- (17-21 сәуір 2017 ж.). / «Ғылымдағы алғашқы қадамдар» магистрлік ғылыми сессиясы: 2 томдық материалдар жинағы. – Новосибирск: Сібір мемлекеттік геожүйелер және технологиялар университеті, 2017. – Т. 2. – Б. 100-103.
2. Рахымбердина М.Е., Нұрмолдақызы Д. Қазақстан Республикасын картографиялық қамтамасыз етудің қазіргі жағдайы. // Интерэкспо ГЕО-Сібір-2017: XIII Халықаралық ғылыми конгресс (24-26 сәуір 2017 ж.). / «Ғылымдағы алғашқы қадамдар» магистрлік ғылыми сессиясы: материалдар жинағы. – Новосибирск: Сібір мемлекеттік геожүйелер және технологиялар университеті, 2019. – Б. 185-181.
 3. Рахымбердина М.Е., Нұрмолдақызы Д., Сагадиев Р.Е. Геологиялық барлау жұмыстарын картографиялық қамтамасыз ету мәселесі. // Интерэкспо ГЕО-Сібір-2017: XIII Халықаралық ғылыми конгресс (24-26 сәуір 2017 ж.). / «Ғылымдағы алғашқы қадамдар» магистрлік ғылыми сессиясы: материалдар жинағы. – Новосибирск: Сібір мемлекеттік геожүйелер және технологиялар университеті, 2019. – Б. 235-241.
 4. Агилар Вильегас Х.М. Мұрағаттық шағын масштабты аэрофотосуреттерді пайдалана отырып, сканерлік ғарыштық суреттер бойынша топографиялық карталарды жасау технологиясын эксперименттік зерттеу. // Университет жаңалықтары. Геодезия және аэрофотүсірілім. – 2006. – №1. – Б. 123-127.
 5. Кадничанский С.А. Карталарды жасау және жаңарту үшін сандық АФС және ғарыштық түсірілімнің материалдарын салыстырмалы талдау. // Геопрофи. – 2009. – №4. – Б. 4-8.
 6. Colomina I., Molina P. Пилотсыз ұшу аппараттары үшін фотограмметрия және қашықтықтан зондтау: шолу [электронды ресурс]. // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2014. – Шығ. 92. – Б. 79-97. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614000501>.
 7. Eling C., Wieland M., Hess C., Klingbeil L., Kuhlmann H. Қашықтан зондтау мен геодезияда пайдалану үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарының негізінде картографиялық жүйені жасау және бағалау [электронды ресурс]. / The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. // International Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics. – Toronto, Canada, 2015 (30 Тамыз – 02 Қыркүйек). – Шығ. XL-1/W4. – Б. 233-239. <http://www.int-archphotogrammetry-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-1-W4/233/2015/isprсарchives-XL-1W4-233-2015.pdf>.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рахымбердина М.Е., Токтарбекова Н., Сарсембина А. Использование данных ДЗЗ для мониторинга месторождений полезных ископаемых на территории Восточно-Казахстанской области. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017: XIII Международный научный конгресс (17-21 апреля 2017 г.). / Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке»: сб. материалов в 2 т. – Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – Т. 2. – С. 100-103.
2. Рахымбердина М.Е., Нұрмолдақызы Д. Современное состояние картографического обеспечения Республики Казахстан. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2019: XV Международный научный конгресс (24-26 апреля 2019 г.). / Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке»: сб. материалов. – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. – С. 185-181.
3. Рахымбердина М.Е., Нұрмолдақызы Д., Сагадиев Р.Е. К вопросу картографического обеспечения геологоразведочных работ. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2019: XV Международный научный конгресс (24-26 апреля 2019 г.). / Магистерская научная сессия: сб. материалов. – Новосибирск: СГУГиТ, 2019. – С. 235-241.
4. Агилар Вильегас Х.М. Экспериментальные исследования технологии создания топографических карт по сканерным космическим снимкам с использованием архивных мелкомасштабных аэрофотоснимков. // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2006. – №1. – С. 123-127.
5. Кадничанский С.А. Сравнительный анализ материалов цифровой АФС и космической съемки для создания и обновления карт. // Геопрофи. – 2009. – №4. – С. 4-8.
6. Colomina I., Molina P. Беспилотные летательные аппараты для фотограмметрии и дистанционного зондирования Земли: обзор [электронный ресурс]. // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2014. – Вып. 92. – С. 79-97. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614000501>
7. Eling C., Wieland M., Hess C., Klingbeil L., Kuhlmann H. Разработка и оценка картографической системы на базе БПЛА для применения в дистанционном зондировании и геодезии [электронный ресурс]. / The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. // International

Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics. – Toronto, Canada, 2015 (30 Август-02 Сентября). – Вып. XL-1/W4. – С. 233-239. <http://www.int-archphotogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-1-W4/233/2015/isprsarchives-XL-1W4-233-2015.pdf>.

REFERENCES

1. *Rahymberdina M.E., Toktarbekova N., Sarsembina A. The Use of remote sensing data for monitoring of mineral deposits on the territory of the East Kazakhstan region. // Interexpo GEO-Siberia-2017: XIII International Scientific Congress (April 17-21, 2017). / Master's Scientific Session «First Steps in Science»: collection of materials in 2 volumes. – Novosibirsk: Siberian State University of Geosystems and Technologies, 2017. – Vol. 2. – P. 100-103.*
2. *Rahymberdina M.E., Nұrmoldaқызу D. Current status of cartographic support of the Republic of Kazakhstan. // Interexpo GEO-Siberia-2019: XV International Scientific Congress (April 24-26, 2019). / Master's Scientific Session «First Steps in Science»: collection of materials. – Novosibirsk: Siberian State University of Geosystems and Technologies, 2019. – P. 185-181.*
3. *Rahymberdina M.E., Nұrmoldaқызу D., Sagadiev R.E. To the issue of cartographic support of exploration works. // Interexpo GEO-Siberia-2019: XV International Scientific Congress (April 24-26, 2019). / Master's Scientific Session «First Steps in Science»: collection of materials. – Novosibirsk: Siberian State University of Geosystems and Technologies, 2019. – P. 235-241.*
4. *Agilar Vil'egas H.M. Experimental studies of the technology for creating topographic maps based on scanned satellite images using archival small-scale aerial photographs. // News of Universities. Geodesy and Aerial Photography. – 2006. – №1. – P. 123-127.*
5. *Kadnichansky S.A. Comparative analysis of digital AFS and satellite imagery materials for creating and updating maps. // Geoprofi. – 2009. – №4. – P. 4-8.*
6. *Colomina I., Molina P. Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review [Electronic resource]. // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. – 2014. – Vol. 92. – P. 79-97. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271614000501>.*
7. *Eling C., Wieland M., Hess C., Klingbeil L., Kuhlmann H. Development and Evaluation of a UAV Based Mapping System for Remote Sensing and Surveying Applications [Electronic resource]. / The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. // International Conference on Unmanned Aerial Vehicles in Geomatics. – Toronto, Canada, 2015 (Aug 30 – Sep 02). – Vol. XL-1/W4. – P. 233-239. <http://www.int-archphotogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-1-W4/233/2015/isprsarchives-XL-1W4-233-2015.pdf>.*

Авторлар туралы мәлімет:

Рахымбердина М.Е., техника ғылымдарының кандидаты, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті Сәулет, құрылыс және дизайн мектебінің доценті (Өскемен қ., Қазақстан), marzhanrakh@mail.ru

Тұңғышбаева З.К., техника ғылымдарының кандидаты, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті Жер туралы ғылымдар және қоршаған орта мектебінің доценті (Өскемен қ., Қазақстан), zuhra06@mail.ru

Тоғузова М.М., техника ғылымдарының кандидаты, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті Сәулет, құрылыс және дизайн мектебінің аға оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), marzhan123@mail.ru

Қасымов Д.К., техника ғылымдарының магистрі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті Сәулет, құрылыс және дизайн мектебінің оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), daur-kas@mail.ru

Сведения об авторах:

Рахымбердина М.Е., канд. техн. наук, PhD, доцент школы архитектуры, строительства и дизайна Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), marzhanrakh@mail.ru

Тұңғышбаева З.К., канд. техн. наук, доцент Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), zuhra06@mail.ru

Тоғузова М.М., канд. техн. наук, PhD, старший преподаватель школы архитектуры, строительства и дизайна Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), школы архитектуры, строительства и дизайна, marzhan123@mail.ru

Касымов Д.К., магистр наук, преподаватель школы архитектуры, строительства и дизайна Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), daur-kas@mail.ru

The information about authors:

Rahymberdina M.Ye., Candidate of Technical Sciences, PhD, Assistant Professor of the School «Architecture, Construction and Design» of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust'-Kamenogorsk, Kazakhstan), marzhanrakh@mail.ru

Tungyshbayeva Z.K., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department School of Earth and Environmental Sciences of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust'-Kamenogorsk, Kazakhstan), zuhra06@mail.ru

Toғuzova M.M., Candidate of Technical Sciences, PhD, Senior Lecturer of the School «Architecture, Construction and Design» of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust'-Kamenogorsk, Kazakhstan), marzhan123@mail.ru

Kassymov D.K., Master of Technical Sciences, Lecturer of the School «Architecture, Construction and Design» of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust'-Kamenogorsk, Kazakhstan), daur-kas@mail.ru

Код МРНТИ 52.13.04

М.Б. Нурпеисова, Б. Мынгжасаров

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

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СЕВЕРО-КАСПИЙСКОГО МОРСКОГО КАНАЛА С ПРИЧАЛЬНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ

Аннотация. Северо-Каспийский морской канал с причальными сооружениями является перспективным строительством, его можно назвать морскими воротами Атырауской области. При интенсивной добыче нефти на Северном Каспии объект будет использоваться для доставки грузов на наземные месторождения. Обеспечение безопасной эксплуатации таких уникальных и ответственных инженерных сооружений достигается проведением геодезического мониторинга. При строительстве гидротехнических сооружений возникает необходимость проведения реконструкции оборудования, в первую очередь, глубоководных шлюзов и гидроагрегатов. В связи с этим предложена усовершенствованная методика проведения геодезических работ и использования в них современных средств измерений. Предложенные авторами современные технические средства геодезического обеспечения строительных работ, GPS технология позволяет получить сведения о строительном объекте с высокой степенью точности.

Ключевые слова: морской канал, причальные сооружения, Каспийское море, строительство, методика, геодезические работы, современные приборы, спутниковые системы, обработка результатов, создание модели, 3D модель.

Солтүстік Каспий теңіз арнасын айлақ құрылыстарымен салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар

Аңдатпа. Жағалаулық құрылыстары бар Солтүстік Каспий теңіз каналы бүгінгі таңдағы ең перспективалы құрылыс болып табылады, оны Атырау облысының теңіз қақпасы деп атауға да болады. Солтүстік Каспийде мұнайды қарқынды өндіру кезінде, бұл нысан жер үстіндегі кен орындарына жүктерді жеткізу үшін пайдаланылатын болады. Осындай бірегей және жауапты инженерлік құрылыстарды қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз етуге геодезиялық мониторинг жүргізу арқылы қол жеткізіледі. Гидротехникалық құрылыстарды салу кезінде жабдықтарды, бірінші кезекте терең су шлюздері мен гидроагрегаттарын қайта жаңартуды жүргізу қажеттілігі туындайды. Оларда қазіргі заманғы өлшеу құралдарын пайдалану әдістемесі ұсынылды. Осыған байланысты геодезиялық жұмыстарды жүргізудің және оларда заманауи өлшеу аспаптарын пайдаланудың жетілдірілген әдістемесі ұсынылды. Құрылыс жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз ету үшін авторлардың ұсынған GPS технологиясы құрылыс нысаны жайлы неғұрлым нақты мәліметтерді жоғары дәлдіспен анықтауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: теңіз каналы, жағалау құрылымдары, Каспий теңізі, құрылыс, әдістеме, геодезиялық жұмыстар, заманауи аспаптар, жерсеріктіріс жүйелер, нәтижелерді өңдеу, модель құрастыру, 3D модель.

Geodetic works during construction North Caspian sea channel with berthing facilities

Abstract. The North Caspian sea canal with berthing facilities is a promising construction, it can be called the Sea gate of Atyrau region. In case of intensive oil production in the Northern Caspian sea, the facility will be used for cargo delivery to onshore fields. Ensuring the safe operation of such unique and responsible engineering structures is achieved by geodetic monitoring. During the construction of hydraulic structures there is a need for reconstruction of equipment, primarily deep-water locks and hydraulic units. In this regard, the improved technique of geodetic works and the use of modern measuring instruments in them is proposed. Proposed by the authors of modern technical means of geodetic support of construction works, GPS technology allows you to get svdeniya about the construction site with a high degree of accuracy.

Key words: maritime canal, berthing facilities, the Caspian sea, construction, technology, geodetic works, modern equipment, satellite systems, processing results, processing results, 3D model.

В настоящее время строится Северо-Каспийский морской канал с причальными сооружениями для транспортировки грузов на основании специального проекта ТОО «ТенизСервис». Проектом предусмотрены следующие сооружения (рис. 1): морской канал; разворотный бассейн; участки морского отвала грунта; причальные сооружения разгрузки грузов; площадка отвала грунта и бассейна-отстойника; подъездная дорога и другие. Северо-Каспийский морской канал будет использоваться для транспортировки грузов в поддержку строительных операций и в помощь нефтяным месторождениям и промышленным предприятиям в Атырауской и Мангистауской областях.

Ожидается перевозка следующих грузов¹:

- поставка строительных материалов для строительства дороги и поставка бетонного наполнителя из морских портов Мангистауской области (Баутино, Сартав);
- поставка металлопродукции (конструкционная сталь, трубы, буровые трубы, модули) из портов Каспийского моря (Актау, Кумык, Баку, Астрахань) и от других источников за пределами Каспия (через Волго-Донской канал);
- поставка грузов контейнерами (расходные материалы, инструменты и специализированные грузы).

После 2021 г. предполагается отправка генеральных грузов – всего 272000 т в год.

Восточная часть Северного Каспия относится к Казахстанской акватории Каспийского моря, по административному делению побережье относится к Атырауской области Республики Казахстан. Областной центр – г. Атырау – расположен в 375 км, административный центр района – г. Кульсары – на расстоянии 135 км от района строительства. Основу дорожной сети района составляют автодороги республиканского значения: Атырау – Досор – Актобе и Досор – Кульсары – Бейнеу – Шетпе – Жетыбай – Мангыстау – морпорт Актау. К последней примыкают дороги областного и местного значения, проходящие через месторождение Тенгиз: Кульсары – Тенгиз –

¹Проект «Маршрут транспортировки грузов для объектов северо-восточной части Каспийского моря. Северо-Каспийский морской канал с причальными сооружениями». // РГП «Госэкспертиза» №01-0561/15 от 23.12.2017 г.

Сарыкамыс – Прорва и Тенгиз – Прорва. Общая протяженность автодорог общего пользования к настоящему времени составляет около 590 км, из которых 72% – с твердым покрытием. По северу района параллельно железной дороге проходит участок автодороги общегосударственного значения Атырау – Актобе.

В геоморфологическом отношении проектная территория представляет собой плоскую приморскую равнину. Речная система на территории отсутствует. Северо-восточная часть Каспийского моря, прилегающая к району, характеризуется мелководьем. Береговая линия изрезана мало, встречаются небольшие песчаные косы.

Ближайшими разрабатываемыми нефтяными месторождениями являются: Тенгизское месторождение – одно из богатейших в мире, Западная Прорва, Прорва, Кожан, Морское, Актобе и другие.

Вся прибрежная зона представляет собой равнинную территорию возможного затопления. Нефтяные месторождения ТОО «Тенгизшевройл» Тенгиз и Королевское, как и нефтяные месторождения Эмбаунайгаз, защищены от моря дамбами, гребни которых находятся на отметке минус 23,5 м БУ.

Строительство больших технических структурных сооружений типа плотин, каналов и высотных зданий является значимым фактором. Обеспечение безопасной эксплуатации уникальных и ответственных инженерных сооружений, а также оборудования достигается проведением периодического контроля, составной частью которого является и геодезический мониторинг² [1].

Мониторинг деформационного состояния таких сооружений является одной из областей применения высокоточных геодезических способов и средств измерений. Другой важной задачей высокоточных геодезических измерений является определение геометрических параметров оборудования,

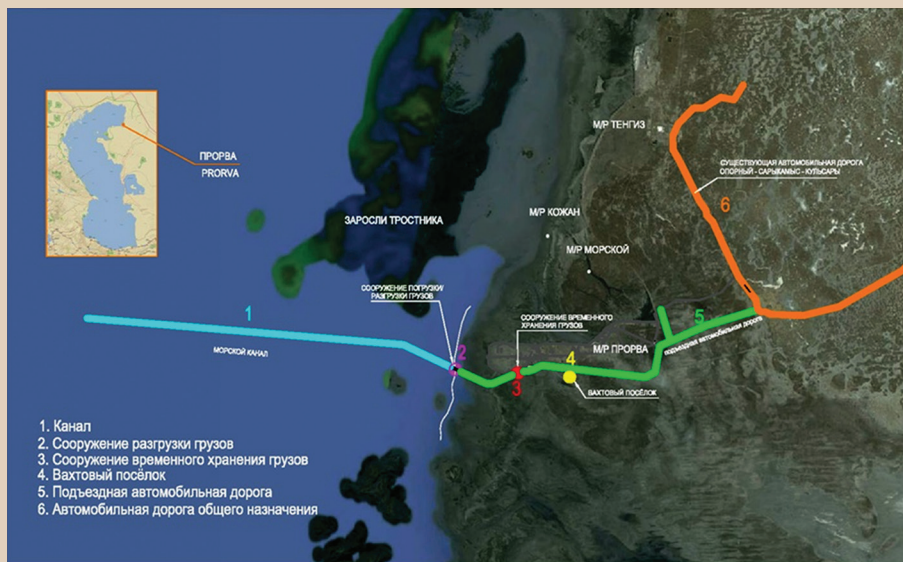


Рис. 1. Схема строительства морского канала и разворотного бассейна.

Сурет 1. Теңіз арнасын салу схемасы және кері бассейні.

Figure 1. Scheme of construction of the sea channel and the u-turn pool.



Рис. 2. Состав геодезических работ по созданию 3D модели местности.

Сурет 2. Жергілікті жердің 3D үлгісін жасау бойынша геодезиялық жұмыстардың құрамы.

Figure 2. The composition of geodetic works to create a 3D model of the area.

находящегося в стадии монтажа, эксплуатации или реконструкции² [1, 2]. Следовательно, безопасность этих сооружений требует проведения комплексного геодезического мониторинга с использованием высокоточных средств измерений, общий состав работ по построению модели местности которого приведен на рис. 2.

Строительство причальных сооружений разгрузки грузов с разворотным бассейном сопровождалось огромным количеством земляных работ и геодезических измерений. В рамках ранее полученных трехмерных моделей местности объемы земляных работ максимально точно подсчитывались по программе Branco Etera Ltd. При-

²Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М. Инновационные методы ведения комплексного мониторинга на геодинамических полигонах: монография. – Алматы: КазНУТУ, 2015. – 265 с.



**Рис. 3. Репер PRORVA.
Сурет 3. PRORVA репері.
Figure 3. Benchmark PRORVA.**



**Рис. 4. Репер TCO-4430.
Сурет 4. TCO-4430 репері.
Figure 4. Benchmark TSO-4430.**

чалые сооружения подвергались деформациям и требовали постоянного мониторинга [3, 4].

С момента появления GPS и ГЛОНАСС, а также на основе непрерывного процесса совершенствования технологии электронных тахеометров и лазерных нивелиров проблемы прогнозирования деформаций инженерных сооружений стали решаться на качественно новом уровне. При использовании спутниковых

методов точность координатных определений в сочетании с оперативностью получения конечных результатов определяются степенью необходимой детальности исследований, а также экономическими возможностями организации данного вида работ³ [5].

Развитие высокоэффективных спутниковых методов координатных определений на основе применения GPS принципиальным образом изменяют технологию

и точность определения геодезических координат, принципы построения геодезических сетей, являющихся фактической реализацией систем координат. По результатам спутниковых измерений одновременно определяются точные значения координат как в плане, так и по высоте. GPS измерения были начаты с проверки известных реперов Прорва и ТСО (рис. 3 и 4). Было проверено взаимоположение этих реперов и в режиме быстрой статики проведены наблюдения⁴.

Появление в геодезическом производстве высокоточных электронных геодезических приборов приводит к необходимости разработки методик исследований их основных технических параметров, а также адаптации их для выполнения измерений в условиях влияния различных возмущающих воздействий⁵.

Таким образом, ни одно из современных крупных строительств не обходится без проведения систематических наблюдений за оседаниями и смещениями сооружений геодезическими методами. Результаты этих наблюдений должны удовлетворять предъявляемым требованиям в отношении их полноты, своевременности и точности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нурпеисова М., Кыргызбаева Г. Геодезический мониторинг состояния устойчивости инженерных сооружений. // *Journal of Engineering and Applied Sciences Year, 2017.* – Т. 12. – Вып. 11. – С. 9151-9163.
2. Мынжасаров Б., Муратбеков Б. Мониторинг деформационных процессов гидротехнических сооружений. // *Материалы Международной научной конференции молодых ученых «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых».* – М.: ИПКОН РАН, 2017. – С. 119-122.
3. Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. и др. Инновационные методы геомониторинга – наиболее эффективный способ обеспечения промышленной безопасности в шахтах. // *16-й Международный симпозиум по экологическим проблемам и управлению отходами в энергетике и добыче полезных ископаемых.* – Стамбул, 2016 (5-7 октября). – С. 52-54.
4. Нурпеисова М.Б., Сарыбаев О.А., Курманбаев О.С. Исследование закономерностей развития геомеханических процессов при разработке месторождений комбинированным способом. // *Науковий Вісник НГУ.* – Днепр, 2016. – №4(154). – С. 30-36.
5. Рубинов Э., Курманбаев О. Геодезические наблюдения за креном инженерных сооружений. // *13-я Международная научная конференция.* – Вена (Австрия), 2017. – С. 16-20.

³Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. Геомеханический мониторинг техногенных систем. – Германия: Lambert, 2017. – 120 с.

⁴Ямбаев Х. К. Специальные приборы для инженерно-геодезических работ. – М.: Недр, 2010. – 267 с.

⁵Экологическая и промышленная безопасность освоения недр (монография). – Алматы: КазННТУ, 2017. – 425 с.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Нурпеисова М., Кыргызбаева Г. Инженерлік құрылыстардың орнықтылық жағдайының геодезиялық мониторингі. // *Journal of Engineering and Applied Sciences Year, 2017. – Т. 12. – Шығ. 11. – Б. 9151-9163.*
2. Мыңжасаров Б., Мұратбеков Б. Гидротехникалық құрылыстардың деформациялық үрдістерінің мониторингі. // «XXI ғасырдағы жер қойнауын жастар көзімен игеру мәселелері» атты жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясының материалдары. – М.: ИПКОН РАН, 2017. – Б. 119-122.
3. Нурпеисова М.Б., Кыргызбаева Г.М. және т.б. Геомониторингтің инновациялық әдістері – шахталарда өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз етудің ең тиімді тәсілі. // *Энергетика мен пайдалы қазбаларды өндірудегі экологиялық проблемалар мен қалдықтарды басқару жөніндегі 16-шы Халықаралық симпозиум. – Стамбул, 2016 (5-7 қазан). – Б. 52-54.*
4. Нурпеисова М. Б., Сарыбаев О. А., Курманбаев О. С. кен орындарын құрамдастырылған тәсілмен игеруде геомеханикалық процестердің даму заңдылықтарын зерттеу. // *Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. – Днепр, 2016. – №4(154). – Б. 30-36.*
5. Рубинов Э., Курманбаев О. Инженерлік құрылыстардың қисаюын бақылау. // *13-халықаралық ғылыми конференция. – Вена (Австрия), 2017. – Б. 16-20.*

REFERENCE

1. Nurpeissova M., Kyrgyzbaeva G. The geodetic monitoring of the engineering structures stability conditions. // *Journal of Engineering and Applied Sciences Year, 2017. – Vol. 12. – Issue 11. – P. 9151-9163.*
2. Mingzhasarov B., Muratbekov B. Monitoring of deformation processes hydraulic structure). // *Materials of the International scientific conference of young scientists «Problems of the development of mineral resources in the 21st century through the eyes of young people». – Moscow: Institute of integrated subsoil development of the Russian Academy of Sciences, 2017. – P. 119-122.*
3. Nurpeisova M.B., Kyrgyzbaeva G.M., etc. Innovational methods of geomonitoring – the most effective way of providing industrial safety in mines. // *16th International symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production. – Istanbul, 2016 (October 5-7). – P. 52-54.*
4. Nurpeisova M.B., Sarybaiev O.A., Kurmanbaiev O.S. Study of regularity of geomechanical processes development while developing deposits by the combined way. // *Scientific Herald of National Mining University, 2016. – Dnipro. – №4(154). – P. 30-36.*
5. Rubinov E., Kurmanbaev O. Monitoring of engineering structures stability conditions. // *13th International Scientific Conference. – Vienna (Austria), 2017. – P. 16-20.*

Сведения об авторах:

Нурпеисова М.Б., д-р техн. наук, профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), marzhan-nurpeisova@rambler.ru

Мыңжасаров Б., PhD докторант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), bakha1000@gmail.com

Авторлар туралы мәлімет:

Нурпеисова М.Б., техника ғылымдарының докторы, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан), marzhan-nurpeisova@rambler.ru

Мыңжасаров Б., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу университеті Қ.И. Сәтбаев» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының PhD докторанты (Алматы қ., Қазақстан), bakha1000@gmail.com

Information about the authors:

Nurpeissova M.B., Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Surveying and Geodesy» of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), marzhan-nurpeisova@rambler.ru

Mingzhasarov B., PhD Doctoral Student of the Department of Surveying and Geodesy» of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), bakha1000@gmail.com

Код МРНТИ 52.13.25

А.И. Ананин¹, Г.Т. Нуршайыкова², З.Ж. Абдрашева², М.Е. Камзина²

¹«Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» – Шығыс Қазақстан Түсті металдар ғылыми – зерттеу тау-кен-металлургия институты шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорнының филиалы (Өскемен қ., Қазақстан),

²«Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті» республикалық мемлекеттік кәсіпорны (Өскемен қ., Қазақстан)

МАЛЕЕВ КЕНОРНЫ ТАУ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ТАУ СОҚҚЫЛАРЫНА БЕЙІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

Аннотация. Мақалада Малеев кенорнының кендері мен жыныстары морттылығын талдауы негізінде олардың тау соққыларына бейімді екені туралы қорытынды жасалды. Протождьяконов шкаласы бойынша 9-дан жоғары бекемдік коэффициентіндегі I және II тұрақтылық категориясындағы барлық кендер мен жыныстар тау қысымының динамикалық көрінісіне бейімділігі анықталды. Соққықауіптілік потенциал деңгейінің диаграммасы, сонымен қатар морттылық коэффициенті бойынша Малеев кенішінің тау-кен массивінің соққықауіптілік потенциалы (дәрежесі) келтірілген. Физика-механикалық қасиеттерді зерттеу Малеев кенорнын игерудің барлық сатысында жүргізілді. Соққықауіптілік потенциал деңгейінің диаграммасына енгізу үшін кенорнының тау жыныстары мен кендерінің қысу мен созуға беріктілігі анықтаудың 650-ден артық іріктеуі жасалынды.

Түйінді сөздер: Малеев кенорны, массивтің сірескен күйі, тау соққылары, тау қысымының көрінісі, тау жыныстары мен кендердің беріктілігі, морттылық коэффициенті, тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттері, соққықауіптілік потенциалының деңгейі, серпінді деформациялардың энергиясы, қарқынды іліктастың түзілуі.

Оценка склонности пород Малеевского месторождения к горным ударам

Аннотация. В статье на основании анализа хрупкости руд и пород Малеевского месторождения сделано заключение об их склонности к горным ударам. Склонными к динамическим проявлениям горного давления отнесены все породы и руды I и II категорий устойчивости с коэффициентами крепости выше 9 по шкале М.М. Протождьяконова. Приведена диаграмма уровней потенциала удароопасности, а также оценка потенциала (степени) удароопасности горного массива Малеевского рудника по коэффициенту хрупкости. Исследования физико-механических свойств проводились на всех стадиях освоения Малеевского месторождения. Для внесения в диаграмму уровней потенциала удароопасности сделана выборка по более 650 определений прочности руд и пород месторождения на сжатие и растяжение.

Ключевые слова: Малеевское месторождение, напряженное состояние массива, горные удары, проявление горного давления, прочность руд и пород, коэффициент хрупкости, физико-механические свойства горных пород, уровень потенциала удароопасности, энергия упругих деформаций, интенсивное заколообразование.

Assessment of the propensity of rocks of the maleevsky deposit to rock impacts

Abstract. Based on the analysis of the brittleness of ores and rocks of the Maleevsky Deposit, a conclusion is made about their propensity to rock impacts. All rocks and ores of the I and II categories of stability with fortress coefficients higher than 9 on the M.M. Protodiyakonov scale are considered to be prone to dynamic manifestations of mountain pressure. The results of evaluating the natural stress state of the Maleevsky Deposit of polymetallic and copper-zinc ores by field measurements and mathematical calculations are presented. Studies of physical and mechanical properties were carried out at all stages of development of the Maleevsky Deposit. In order to include the impact potential levels in the diagram, a sample was made for more than 650 definitions of the compressive and tensile strength of ores and rocks in the field.

Key words: Maleevsky deposit, the stress state of the array, rock bumps, the manifestation of rock pressure, strength of ores and rocks, the coefficient of fragility, physical and mechanical properties, the level of potential rockburst hazard, elastic strain energy, intensive hair formation.

Кіріспе

Полиметалды кенді Малеев кенорны 500 м тереңдіктен тау соққыларына бейімдіге жатқызылады. Полиметалды кендерге бай Малеев кенорны 20 жылдан артық «Қазмырыш» ЖШС құрамына кіретін «Алтай» ТКБК өңделіп келеді. Тау соққыларын ескерту және болжау бойынша кеніштің геомеханикалық қызметімен бірлесіп мамандандырылған ғылыми-зерттеу ұйымдарымен ҚазТКӨҚҒЗИ (№02/38-181 26.06.97 ж.) жұмыстар жүргізілді. Қазіргі кезде Родникті кенді аймақ бойынша тазарту жұмыстары 800 м тереңдіктен жоғары жүргізіліп жатыр. Өндірістік қауіпсіздік талаптарына¹ сәйкес тау соққыларын болжау және алдын-алу жұмыстары [1, 2] жүргізілуде.

Зерттеу әдістері

Жұмысты жүргізу барсында зерттеудің кешенді әдісі қолданылды. Кенорнының кендері мен тау жыныстарының беріктілік қасиеттерінің көпжылдық

зерттеулері жинақталып, бұзылудың мортты критерийі бойынша олардың тау соққыларына бейімділігі туралы қорытынды жасалды. Сонымен қатар соққықауіптілік потенциал деңгейінің диаграммасына енгізу үшін кенорнының тау жыныстары мен кендерінің қысу мен созуға беріктілігін анықтаудың іріктеуі жасалынды.

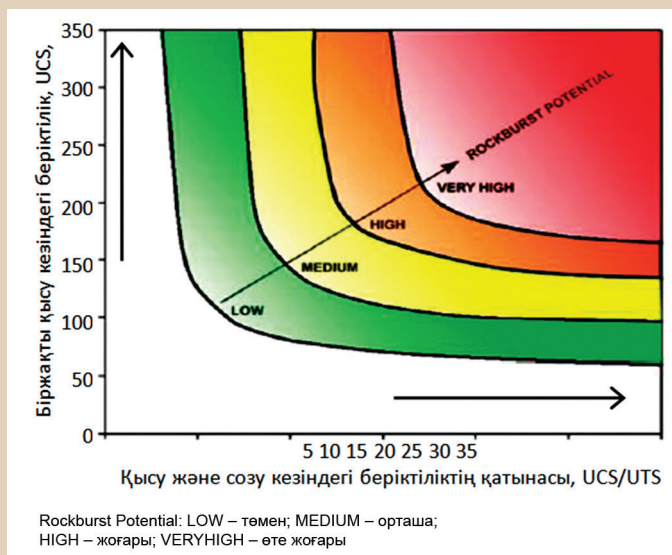
Жұмыстың негізгі мазмұны. Тау соққыларын болжау бойынша кеңінен таралған әдістер кернді дискілеуді зерттеу, құлдырау модулін анықтау және т. б. болып табылады². Сонымен қатар тау соққыларына тау жыныстарының бейімділігін анықтау үшін морттылық коэффициентін $K_{xp} = UCS/UTS$ (UCS – біржақты қысу кезіндегі тау жыныстарының беріктілігі; UTS – біржақты созылудағы тау жыныстарының беріктілігі) де қолданады. Тау жыныстарының тау соққыларына бейімділік критерийі $K_{xp} \geq 10$ болып табылады. Берілген критерий Гриффитстің морт бұзылу критериясының салдарынан болады³. Соған сәйкес созылмалы

¹Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы. / Приказ Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 декабря 2014 года. – 437 с.

²Инструкция по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам. / Ростехнадзор РФ, РД 06-329-99. – 33 с.

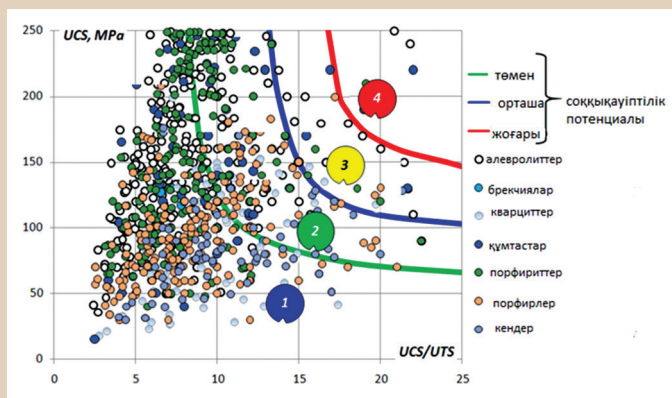
³Макаров А.Б. Практическая геомеханика. / Пособие для горных инженеров. – М.: Горная книга, 2006. – 391 с.

кернеу қызметі жағдайында сығылу және үзілу кезінде беріктіліктің қатынасы $UCS/UTS = 8$ -ге тең болуы керек, көлемді сығылу жағдайында – $UCS/UTS = 12$. Морттылық коэффициенті $UCS/UTS \geq 10$ болғанда тау жыныстарының морт бұзылу жағдайын орташа сан арқылы тұжырымдайды⁴.



Сурет 1. Соққықауіптілік потенциалының деңгейінің диаграммасы тау жыныстарының морттылығына байланысты.

**Рис. 1. Диаграмма уровней потенциала удароопасности в зависимости от хрупкости пород.
Figure 1. Diagram of rockburst potential levels depending on the fragility of rocks.**

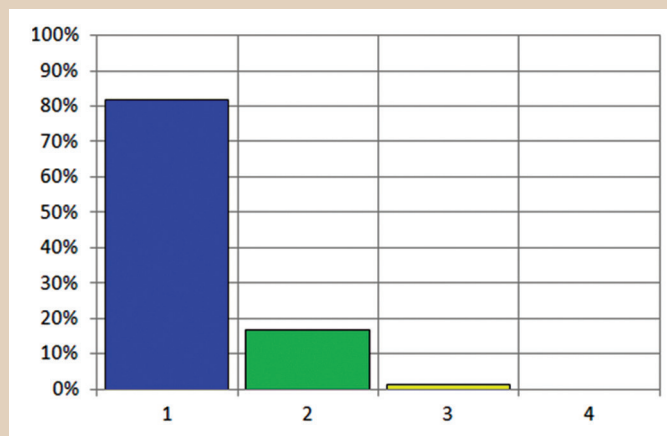


Сурет 2. Морттылық коэффициенті бойынша Малеев тау-кен массивінің соққықауіптілік потенциалын (дәрежесін) бағалау

**Рис. 2. Оценка потенциала (степени) удароопасности горного массива Малеевского рудника по коэффициенту хрупкости
Figure 2. Assessment of the potential (degree) of the rockburst of the Maleevsky mine rock mass by the brittleness coefficient.**

Тау соққылары бағдарламалары (Canadian Rockburst Program)⁵ бойынша Канададағы көпжылдық кеңінен жасалған зерттеулердің нәтижелері тау соққыларының қауіптілігін (Rockburst Severity) морттылық коэффициенті UCS/UTS және біртекті сығылу кезіндегі тау жыныстарының беріктілігін UCS бірауақытта ескеретін соққықауіптілігі потенциалымен (Rockburst P) бағалау орынды екенін көрсетті. UCS беріктілігі олардың бұзылу кезіндегі тау жыныстарындағы жинақталатын энергияны анықтайды. Беріктілік жоғары болған сайын серпімді деформациядағы жинақталған энергия соғұрлым жоғары, ал бұзылыс кезінде бөлінетін энергия жоғары болған сайын, тау-кен массасының ұшқындары, лақтырындылары түріндегі бұзылыстардың динамикалық эффектісі қаттырақ болады^{6, 7}. Морттылық коэффициенті UCS/UTS үзілуі (spalling potential) нәтижесінде тау жыныстарының жұқа пластиналарында оюға арналған жыныстардың потенциалын (бейімділігін) сипаттайды. Тау жыныстарының соққықауіптілік потенциалын анықтау үшін 1-ші суретте көрсетілген диаграмма ұсынылды⁸.

Физика-механикалық қасиеттерді зерттеу Малеев кенорнын игерудің барлық сатыларында жүргізілді. Соққықауіптілік потенциалының деңгейінің диаграммасына енгізу үшін кенорнының кендері мен тау жыныстарының қысу мен созуға беріктілігін анықтаудың 650-ден артық іріктеуі жасалынды. 2-ші суретте



Сурет 3. Соққықауіптілік дәрежесі бойынша Малеев кенішінің кендері мен тау жыныстарын тарату: 1 – төмен потенциал; 2 – орташа потенциал; 3 – жоғары потенциал.

Рис. 3. Распределение руд и пород Малеевского рудника по степени удароопасности: 1 – низкий потенциал; 2 – средний потенциал; 3 – высокий потенциал.

Figure 3. Distribution of ores and rocks of the Maleevsky mine according to the degree of rockburst: 1 – low potential; 2 – medium potential; 3 – high potential.

⁴Рассказов И.Ю. Контроль и управление горным давлением на рудниках Дальневосточного региона. – М.: Горная книга, 2008. – 330 с.

⁵Mogi Kiyoo. Experimental rock mechanics. – London: Taylor & Francis Group, 2007. – 361 p.

⁶Баклашов И.В. Геомеханика. / Учебник для вузов. – М.: МГТУ, 2005. – Том 1. Основы геомеханики. – 208 с.

⁷Sciannarella Cesar A., Sciannarella Federico M. Experimental Mechanics of Solids. – 2018. – 767 p.

⁸Robin J. Hickson, Terry L. Owen. Project Management for Mining: Handbook for Delivering Project Success. // SME, 2015. – P. 816.

Кесте 1

Малеев кенорнының тау жыныстары мен кендерінің жалпылама беріктілік және серпімді сипаттамалары

Таблица 1

Обобщенные прочностные и упругие характеристики пород и руд Малеевского месторождения

Table 1

Generalized strength and elastic characteristics of rocks and ores of the Maleevsky deposit

Көрсеткіштер	Тау жыныстары	Кендер
Сыналған үлгілердің саны	611	67
Үлгілердегі қысу кезіндегі орташа беріктілік, МПа	125	85
Беріктіліктің стандартты ауытқуы, МПа	52	31
Беріктілік вариациясының коэффициенті, %	42	36
Үлгілердегі серпімділік модулі, ГПа	50	40
Пуассон коэффициенті	0,3	0,3

Малеев кенорнының кендері мен тау жыныстарының соққықауіптілік потенциалының (дәрежесінің) деңгейлерінің диаграммасы келтірілген.

1-ші кестеде тау жыныстары мен кендерінің қысудағы беріктілігі бойынша жалпылама мәліметтер және олардың орташаланған серпімді сипаттамалары келтірілген.

Диаграммада Малеев кенорнының кендері мен тау жыныстарының соққықауіптілік дәрежесін тарату 3-ші суретте көрсетілген.

Диаграммадағы нүктелердің көп бөлігі (80%) 1-ші аймақта (жасыл сызықтан төмен), онда соққықауіптілік потенциалы жоқ. Осы аймақта динамикалық түрде бұзылу үшін морттылық коэффициенті жеткілікті түрде жоғары емес немесе серпімділік деформациясының үлкен потенциалды энергиясын бұзылу сәтіне дейін жинақтау үшін тау жыныстарының беріктілігі жеткілікті түрде жоғары емес.

2-ші аймақта (жасыл мен көк сызықтар арасында) төменгі потенциал деңгейінен орташаға дейін барлық нүктелердің 18% орналасқан. Олардың басым бөлігі алевролиттер мен кварциттерге жатады.

Тек қана 2% нүктелер соққықауіптіліктің жоғары потенциалын (3-ші аймақ көк пен қызыл сызықтар арасында) көрсетті.

Қорытынды

- орташа есеппен Малеев кенорны тау жыныстарының 80% соққықауіптіліктің энергетикалық потенциалына ие емес;

- Малеев кенорны жыныстарының 18% соққықауіптіліктің орташа потенциалына (алевролиттер және кварциттер) ие екенін көруге болады;

- тек қана тау жыныстарының 2% жоғары потенциал бар және олардың массивінде төменгі энергетикалық деңгейде динамикалық құбылыстар жүруі мүмкін (жарықшақтану, атылу және қарқынды іліктастың түзілуі).

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- Макаров А.Б. және т. б. Малеевск кен орны массивінің табиғи кернеулі күйін анықтау. // Тау журналы. – М., 2013. – №5. – Б. 57-61.
- Макаров А.Б. и др. Малеевск кен орны массивінің табиғи шиеленіс жағдайы. // Қазіргі заманғы тау-кен металлургия өндірісі: ВНИИцветмет ғылыми еңбектер жинағы. – 2008. – Б. 6-14.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Макаров А.Б. и др. Определение природного напряженного состояния массива Малеевского месторождения. // Горный журнал. – №5, 2013. – С. 57-61.
- Макаров А.Б. и др. Природное напряженное состояние массива Малеевского месторождения. // Современное горно-металлургическое производство: Сборник научных трудов ВНИИцветмета. – 2008. – С. 6-14.

REFERENCE

- Makarov A.B. et al. Determination of the natural stress state of the Maleevsky Deposit massif. // Gorny Zhurnal. – Moscow, 2013. – №5. – P. 57-61.
- Makarov A.B. et al. Natural stress state of the Maleevsky Deposit massif. // Modern mining and metallurgical production / Collection of scientific works of VNIItsvetmet. – 2008. – P. 6-14.

Авторлар туралы мәлімет:

Ананин А.И., техника ғылымдарының кандидаты, «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорнының «Шығыс Қазақстан түсті металдар тау-кен-металлургия институты» филиалы тау-кен ісі және байыту саласындағы директорының орынбасары (Өскемен қ., Қазақстан), AIA57@yandex.ru

Нұршайықова Г.Т., техника ғылымдарының кандидаты, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті Жер туралы ғылымдар және қоршаған орта мектебінің доценті, ahmadiyevag@mail.ru

Абдрашева З.Ж., техника ғылымдарының магистрі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті Жер туралы ғылымдар және қоршаған орта мектебінің оқытушысы, zamira91189@mail.ru

Камзина М.Е., Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің тау-кен ісі мамандығының магистранты, madina.kamzina.1996@mail.ru

Сведения об авторах:

Ананин А.И., канд. техн. наук, заместитель директора в области горного дела и обогащения Филиала Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» «Восточный научно-исследовательский горно-металлургический институт цветных металлов» (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), AIA57@yandex.ru

Нуршайықова Г.Т., канд. техн. наук, доцент Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серікбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), ahmadiyevag@mail.ru

Абдрашева З.Ж., магистр технических наук, преподаватель школы науки о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серікбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), zamira91189@mail.ru

Камзина М.Е., магистрант по специальности «Горное дело» Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серікбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), madina.kamzina.1996@mail.ru

Information about the authors:

Ananin A.I., Candidate of Technical Sciences, Deputy Director in the Field of Mining and Enrichment of East Kazakhstan Scientific Research Mining and Metallurgical Institute of Non-Ferrous Metals (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), AIA57@yandex.ru

Nurshaiyikova G.T., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department School of Earth and Environmental Sciences of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), ahmadiyevag@mail.ru

Abdrasheva Z.Zh., Master of Technical Sciences, Lecturer of the Department School of Earth and Environmental Sciences of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), zamira91189@mail.ru

Kamzina M.E., Master student specialty Mining of Earth and Environmental Sciences of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), madina.kamzina.1996@mail.ru

ПОДПИСКА 2020

Подписка по каталогу АО «КАЗПОЧТА» (подписной индекс 75807) и через агентства ТОО «ЭВРИКА-ПРЕСС», ТОО «Агентство «ЕВРАЗИЯ ПРЕСС».

Редакционная подписка на печатную и 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



www.amm.kz

AMM
CONGRESS

18-19 июня 2020
Нур-Султан, Казахстан

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

Код МРНТИ 52.01.84

А.Б. Бекбаев, Г.Е. Еркинов, А.М. Касымбекова

Институт промышленной автоматизации и цифровизации Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ОТДАЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования автономных источников энергии для отдаленных рудников горной промышленности. Актуальной проблемой является раскрытие пути для энергоснабжения собственных нужд отдаленных от центра комплексов путем комбинирования ветроэнергетической установки с солнечной панелью. В качестве рассматриваемых потребителей, например, в горных рудниках выступают индивидуальные жилые комплексы, а также непосредственно на рудниках для добычи полезных ископаемых выступают буровые насосы, а также непрерывные технологические процессы, конвейерные транспорты для перемещения горных масс на подземных и открытых разработках месторождений. В статье предусмотрены концепции и варианты решения бесперебойного питания путем автономной работы комбинированных возобновляемых источников энергии, синхронизированной работы ветро-солнечной электростанции с внешней сетью при работе рудника и комплексов в момент пика загрузки всей питающей системы или в роли системы резервного и аварийного электроснабжения для поддержки их рабочих номинальных значений до устранения перебоев в работе основной питающей сети этих рудников. Для перечисленных вариантов электроснабжения наиболее выгодным и по техническим, рабочим данным предлагается использовать ветроэлектростанцию закрытого типа.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, ветровые электростанции, горная промышленность, рудник, комбинированные системы электроснабжения, автономная система энергоснабжения, солнечные фотоэлектрические электростанции, энергоэффективные технологии.

Жеке тұрғын үй кешендерін энергиямен жабдықтау үшін жаңартылатын энергия көздерін пайдалану мүмкіндігін зерделеу

Аңдатпа. Мақалада тау-кен өнеркәсібінің шалғай кеніштері үшін автономды энергия көздерін пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Жалпы қарастырылатын мәселе орталықтан алыс кешендердің өзіндік мұқтаждықтарын күн панелі мен бірге жел электр қондырғыларын біріктіріп пайдалану арқылы электр энергиясымен жабдықтау жолдарын ашу болып табылады. Негізгі тұтынушылар ретінде қарастырылатын, тау-кен кеніштерінде мысал ретінде айтар болсақ, жеке тұрғын үй кешендері, сондай-ақ тікелей пайдалы қазбаларды өндіруге арналған кеніштерде бұрғылау сорғылары, сондай-ақ үздіксіз технологиялық процестер мен пайдалы қазба массаларын жерасты кен орындарынан немесе ашық қазба жұмыстарынан тасымалдап алуға арналған конвейерлік көліктер қарастырылады. Бұл мақалада аралас жаңартылатын энергия көздерінің автономды жұмысы, барлық технологиялық процестер, кеніш пен кешендердің асқын жүктелу жұмыстары кезінде қоректендіруші жүйе мен сыртқы жел-күн электр станциясының синхронды жұмысы немесе осы кеніштердің негізгі қоректендіруші желісінде апаттық жағдайлар мен жөндеу жұмыстары орын алғанда, олардың номиналды жұмыс режимдерін сақтап тұру үшін резервтік және авариялық электрмен жабдықтау жүйесінің рөл, үздіксіз қоректендіруді шешудің концепциялары мен нұсқалары қарастырылған. Электрмен жабдықтаудың көрсетілген нұсқалары үшін ең тиімді және техникалық жұмыс деректері жоғары дәрежеде деп саналатын жабдықтың типі жел электр қондырғысын пайдалану ұсынылады.

Түйінді сөздер: жаңартылған энергия көздері, жел электр станциясы, тау-кен өндірісі, тау кеніші, біріктірілген қуат беру жүйесі, автономды электр энергиясымен қамту жүйесі, күн фотоэлектрлік станциясы, энергияны үнемдеу технологиялары.

Studying the possibility of using renewable energy sources for energy supply of individual residential complexes

Abstract. The article considers the possibility of using Autonomous energy sources for remote mines in the mining industry. The goal-oriented problem is to open the way for energy supply of own needs of remote complexes from the center by combining a wind power plant with a solar panel. Individual residential complexes are considered as the main consumers, for example, in mining mines, as well as drilling pumps, as well as continuous technological processes, conveyor transports for moving rock masses in underground and open-pit mining. The article provides concepts and options for solving uninterrupted power supply by Autonomous operation of combined renewable energy sources, synchronized operation of a wind-solar power plant with an external network during the operation of the mine and complexes at the peak of the load of the entire supply system or as a backup and emergency power supply system to support their operating nominal values until elimination of interruptions in the main supply network of these mines. For the listed options of power supply, the most profitable and technical, working data is proposed to use a closed-type wind power plant.

Key words: renewable energy sources, combined power supply systems, solar power plants, wind power plants, mining, mine, closed type of wind turbine, power supply, autonomous power supply system, mining equipment, energy efficient technology.

Введение

Известно, что горная промышленность выступает одним из основных видов человеческой деятельности, поддерживающих существование и уровень развития цивилизации [1]. Горное дело как сфера промышленного производства охватывает строительство горных предприятий и подземных строений различного назначения, выявление месторождений полезных ископаемых, их разработку, переработку первичного добываемого минерального сырья. Таким образом, рудник является горнопромышленным

предприятием по подземной добыче горно-химического сырья, руд и строительных материалов [2]. Сильными электропотребителями в подземных горных выработках выступают технологические машины и механизмы заготовки нарезных и очистных мероприятий: местные проветривающие вентиляторы, буровые станки и установки, бетоноукладчики, проходческие комбайны, лебедки, вибропитатели, погружные машины и другие. В перечисленных механизмах электродвигатели рассчитаны, в основном, на напряжение до 1 кВ.

Наиболее мощными электроприемниками рудника являются насосы буровых установок и конвейерный транспорт [3].

Методика проведения исследований

В результате изучения материалов по техническому оборудованию горной промышленности, рассматриваемый в статье элемент буровой установки это – насос, целью которого служит обеспечение циркуляции бурового раствора в скважине. Как показано на рис. 1, этот насос создает высокое давление для промывки, тем самым

осуществляется подъем разбуриваемой породы на поверхность [4].

Для создания достаточно высоко-го давления и нормативной работы данных насосов важным фактором является питающее напряжение установки, которое должно удовлетворять требованиям на основании ГОСТ 16293-89 РК.

Еще одним важным элементом в горной промышленности является конвейерный транспорт. Использование конвейерного транспорта при добыче полезных ископаемых обеспечивает ритмичность работы, непрерывность грузопотока и повышение производительности труда при низкой трудоемкости процессов доставки и рудной транспортировки. Конвейерные установки являются незаменимым элементом системы добычи руды. Следовательно, установка какого-либо технологического процесса или перебои при электроснабжении на руднике, несет в себе колоссальный убыток для всего производства [5].

При рассмотрении схемы электроснабжения рудника должны быть учтены напряжение электроприемников, категории электроприемников по степени надежности электроснабжения, технологические требования, ограничения реактивной мощности и качество электроэнергии.

С целью обеспечения необходимой энергоемкости для насосного агрегата и конвейерного транспорта предлагается использовать ветро-электроустановку (ВЭУ) закрытого типа в комбинации с солнечной панелью, которые преобразуют энергию ветра и солнца в электрическую. Данная инновация также может повлиять на исключение необходимости подключения насосной станции и конвейерной установки к основной электрической сети [6].

ВЭУ закрытого типа (рис. 2) увеличивает скорость потока воздушной массы, т. к. даже незначительное усиление ветра даст ощутимый эффект, поскольку кинетическая энергия напрямую зависит от скорости в третьей степени. Отличительной чертой предлагаемой установки является то, что она работает в широком диапазоне

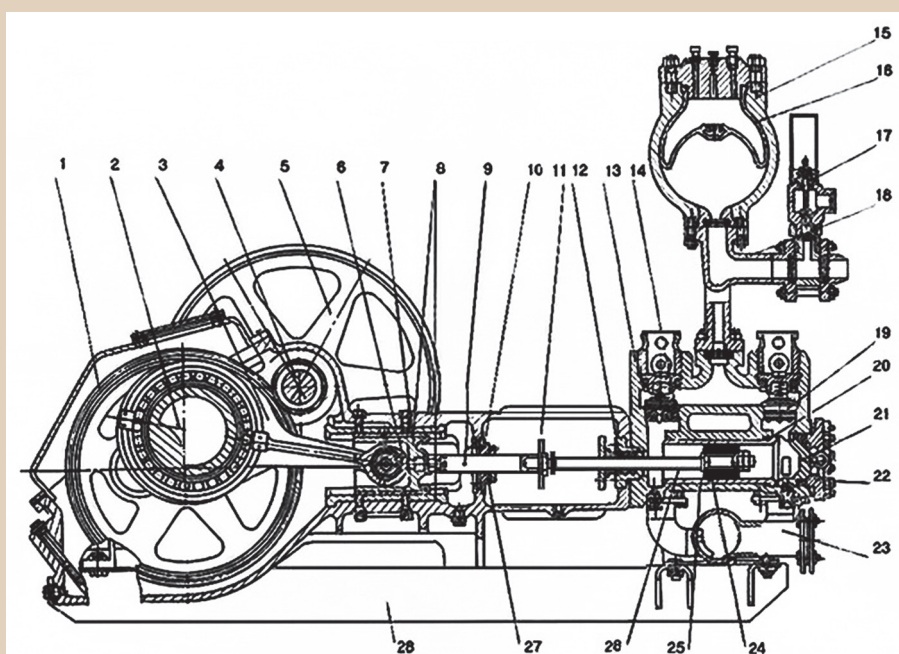
скорости ветра, начиная с 2 м/с, т. к. вход корпуса 6, конус 3 и эжектор 8 ускоряют поток ветра. Лопасти турбины выполнены короткими, что увеличивает устойчивость к ураганным ветрам. Вход корпуса 6 выполнен в виде усеченного конуса с оптимальным постоянным углом атаки. Конус 3 расположен симметрично входу корпуса 6, что увеличивает эффективность работы установки. В этом случае возрастает скорость воздушного потока, уменьшается хаотическое движение молекул в нем, увеличивается вращающий момент турбины за счет направления воздушного потока к краям турбины, что дает удлинение рычага давления, и момент при неизменной действующей силе будет больше. Это все увеличивает момент страгивания при тихом ветре, что увеличивает диапазон работы устройства [7].

Кроме того, в устройстве предусмотрен эжектор 8, расположенный на задней части устройства в виде

усеченного конуса с постоянным и оптимальным углом атаки и надеваемый на корпус 6. Между эжектором 8 и корпусом 6 воздушный поток сжимается и выходит в виде кольцевой струи за турбиной. Направленная струя увлекает с собой молекулы отработанного воздуха, которые находятся в пространстве за турбиной, разряжая его. Таким образом, образуются пространство высокого давления перед лопастями турбины и участок низкого давления за ними. За счет этой разницы давлений дополнительно увеличивается скорость воздушного потока и, следовательно, его кинетическая энергия [8].

Обсуждение результатов

Согласно уравнению Бернулли, при разнице давлений в 1% между двумя пространствами в ВЭУ закрытого типа при очень малой скорости потока в пространстве высокого давления скорость потока в пространстве низкого давления достигает 40 м/с.



- 1 – косозубая передача; 2 – эксцентриковый вал; 3 – шатун;
4 – трансмиссионный вал; 5 – шкив; 6 – головка шатуна; 7 – пологун;
8 – накладки; 9 – шток; 10 – корпус сальника; 11 – диск-отражатель;
12 – уплотнение штока поршня; 13 – гидравлическая коробка;
14 – седло клапана; 15 – компенсатор; 16 – диафрагма;
17 – клапан предохранителей; 18 – нагнетательный коллектор;
19 – клапан рабочий; 20 – уплотнение; 21 – коронка; 22 – крышка цилиндра;
23 – всасывающий коллектор; 24 – поршень; 25 – цилиндрическая втулка;
26 – шток поршня; 27 – уплотнение; 28 – рама.

Рис. 1. Основные детали насоса буровой установки.
Сурет 1. Бұрғылау қондырғысы сорғысының негізгі бөлшектері.
Figure 1. The main parts of the drilling rig pump.

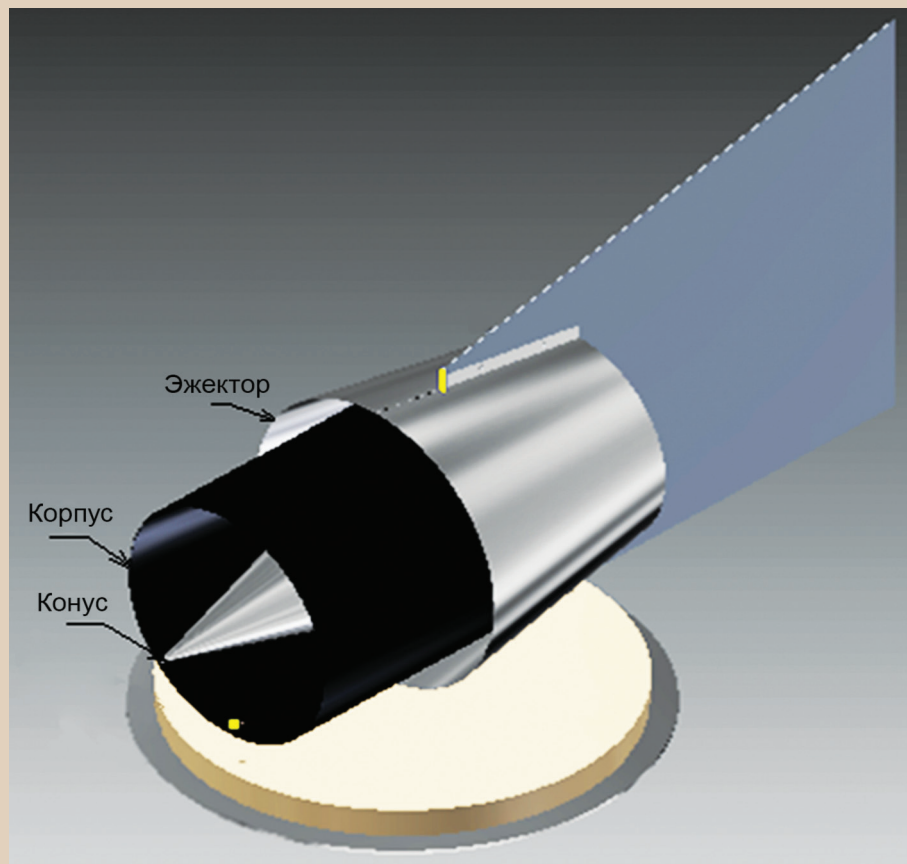


Рис. 2. Конструкция закрытого типа ВЭУ.
Сурет 2. Жабдық түрі ВЭУ конструкциясы.
Figure 2. Closed type wind turbine design.

дизельные, бензиновые или газопоршневые электростанции.

Рассмотрим работу сетевой ветро-солнечной электростанции, которая будет работать параллельно с внешней электрической сетью. В режиме функционирования потребители в основном будут получать энергию от ВИЭ, при ее недостатке энергия будет поступать от внешней сети, а при излишке будет отдаваться в промышленную сеть. В этом режиме, как правило, традиционные автономные источники электроэнергии (АИЭ) и АБ использоваться не будут. В режиме функционирования системы резервного электроснабжения основным источником электроэнергии для потребителей будет являться внешняя электрическая сеть. При исчезновении энергии во внешней сети источником питания будут выступать ВСЭ и АБ или традиционные АИЭ.

Выводы

Добыча полезных ископаемых – чрезвычайно энергоемкий процесс, а вопрос энергообеспечения – один из важнейших при строительстве и организации работы рудника. Во многих регионах мира получение доступа к источникам энергии становится все труднее и дороже, а цены на энергоносители с 2000 г. уже выросли на 260%.

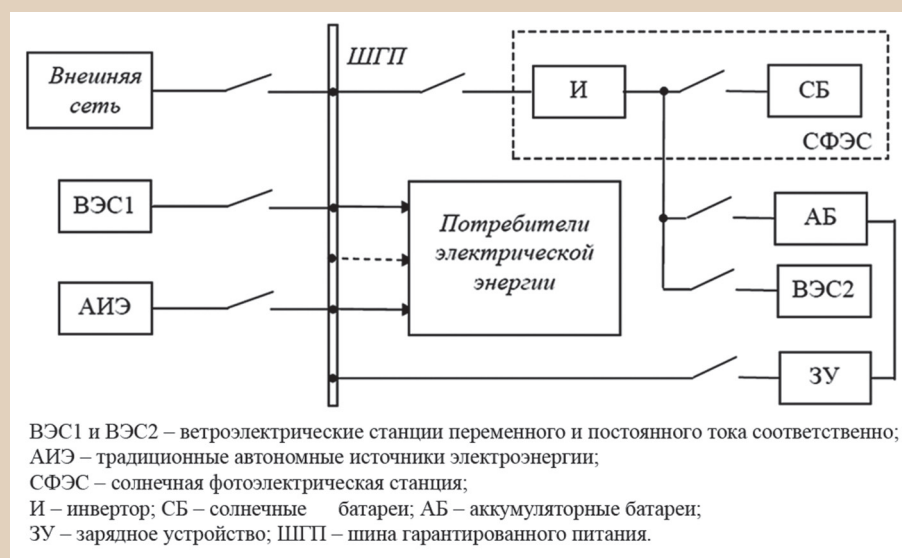
Таким образом, совместное использование солнечной и ветровой энергии для нужд отдаленных

Ориентировку на направление ветра осуществляет хвостовик, расположенный за корпусом ветроэлектростанции, лопасти которой выполняются из легких композитных металлов. В устройстве применяется генератор постоянного тока, расположенный между конусом и диффузором, для преобразования механической энергии ветра в электрическую [9].

Также в данной схеме электроснабжения предлагается применять в дни пика солнечной радиации солнечные панели (СП) для достижения комбинированного эффекта электроснабжения и получения максимального коэффициента полезного действия. Применение технологии электроснабжения с помощью комбинированных ВИЭ возможно, как показано на рис. 3: работа электрической системы как резервной, автономной и синхронизированной с внешней сетью [10].

Автономная ветро-солнечная электростанция (ВСЭ) будет работать при отсутствии внешней сети

и содержать ветроэнергетическую станцию (ВЭС), солнечную фотоэлектрическую станцию (СФЭС), и аккумуляторные батареи (АБ). Кроме этого, такой автономный энергетический комплекс для повышения надежности могут содержать



ВЭС1 и ВЭС2 – ветроэлектрические станции переменного и постоянного тока соответственно; АИЭ – традиционные автономные источники электроэнергии; СФЭС – солнечная фотоэлектрическая станция; И – инвертор; СБ – солнечные батареи; АБ – аккумуляторные батареи; ЗУ – зарядное устройство; ШГП – шина гарантированного питания.

Рис. 3. Комбинированная система электроснабжения.
Сурет 3. Біріктірілген электрмен жабдықтау жүйесі.
Figure 3. Combined power supply system.

от централизованных электросетей месторождений полезных ископаемых позволит намного снизить расходы электрической энергии и может быть использован как резервный источник при аварийных ситуациях на центральных линиях электропередач.

Рассмотренные типы комбинированных электростанций позволяют решать следующие задачи:

- осуществлять электроснабжение потребителей, отдаленных от внешних электрических сетей;
- обеспечивать бесперебойное электроснабжение ответственных

потребителей при частых отключениях сети, колебаниях и отклонениях напряжения;

- уменьшать затраты за оплату электрической энергии при наличии внешней сети;
- повышать мощность сети горных рудников при ее недостатке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аренс В.И. О философии горного дела. // Вестник Российской академии естественных наук. – 2012. – Т. 12. – №4. – С. 68-72.
2. Абрамович Б.Н. Система бесперебойного электроснабжения предприятий горной промышленности. // Записки горного института. – 2018. – Т. 229. – С. 31-40.
3. Волотковская Н.С., Семенов А.С., Федоров О.В. Энергоэффективность и энергосбережение в системах электроснабжения горнодобывающих предприятий. // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. – 2019. – №3(78). – С. 52-62.
4. Бабкин Е.А., Симонов А.В., Щеболева А.Ю. Системы управления электроприводами лебедки и насоса буровых установок. // Известия Тульского государственного университета: Технические науки. – Тула, 2010. – №3-2. – С. 226-229.
5. Тренин Н.В. Конвейерный транспорт: ленты, ролики, эксплуатация. // Безопасность труда в промышленности. – 2004. – №9. – С. 77.
6. Рьльникова М.В., Олизоренко В.В., Линьков С.А., Зубков А.А. Исследование потенциала энергии вентиляционных рудничных потоков в качестве возобновляемого источника энергии. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – №S65. – С. 44-54.
7. Бекбаев А.Б., Шакенов К.Б., Титков В.В. Анализ крыши автономного дома для эффективного использования энергии ветра. // Одобрение ЕАИ по сделкам в энергетической сети. – 2019. – Т. 19. – №21. – С. 5.
8. Мунсызбай Т.М. Математическая модель ветряной мельницы. // Пятая всемирная конференция по интеллектуальным системам для промышленной автоматизации. – Ташкент (Узбекистан). – 2008 (25-27 ноября). – С. 279-284.
9. Бекбаев А.Б., Шакенов К.Б. Комплексное использование возобновляемых источников энергии попутных газов на нефтеперекачивающих насосных агрегатах. // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2017. – №7. – С. 32-39.
10. Отмахов Г.С., Хуаде М.Ю. Комбинированные системы электроснабжения на возобновляемых источниках энергии. // Кубанский государственный аграрный университет. – 2017. – №132. – С. 8-20.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Аренс В.И. Тау-кен ісі философиясы туралы. // Ресей жаратылыстану ғылымдары академиясының хабаршысы. – 2012. – Т. 12. – №4. – Б. 68-72.
2. Абрамович Б.Н. Тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарын үздіксіз электрмен жабдықтау жүйесі. // Тау-кен институтының жазбалары. – 2018. – Т. 229. – Б. 31-40.
3. Волотковская Н.С., Семенов А.С., Федоров О.В. Тау-кен өндіруші кәсіпорындарды электрмен жабдықтау жүйелеріндегі энергия тиімділігі және энергия үнемдеу. // П.О. Сухой атындағы Гомель мемлекеттік техникалық университетінің хабаршысы. – 2019. – №3(78). – Б. 52-62.
4. Бабкин Е.А., Симонов А.В., Щеболева А.Ю. Электр жетектерін басқару жүйесі және бұрғылау қондырғыларының сорғысы. // Тула мемлекеттік университетінің хабарламасы: техникалық ғылымдар. – Тула, 2010. – №3-2. – Б. 226-229.
5. Тренин Н.В. Конвейерлік көлік: таспалар, роликтер, эксплуатация. // Өнеркәсіптегі еңбек қауіпсіздігі. – 2004. – №9. – Б. 77.
6. Рьльникова М.В., Олизоренко В.В., Линьков С.А., Зубков А.А. Жаңартылатын энергия көзі ретінде кеніш желдеткіш ағындарының энергия әлеуетін зерттеу. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2015. – №S65. – Б. 44-54.
7. Бекбаев А.Б., Шакенов К.Б., Титков В.В. жел энергиясын тиімді пайдалану үшін автономды үйдің шатырын талдау. // Энергетикалық желідегі мәмілелер бойынша ЕАИ мақұлдау. – 2019. – Т. 19. – №21. – Б. 5.

8. Мунсызбай Т.М. Жел діірменінің математикалық моделі. // Өнеркәсіптік автоматтандыру үшін зияткерлік жүйелер бойынша бесінші дүниежүзілік конференция. – Ташкент (Өзбекстан). – 2008 (25-27 қараша). – Б. 279-284.
9. Бекбаев А.Б., Шакенов К.Б. Мұнай айдайтын сорғы агрегаттарында ілесне газдардың энергиясының жаңартылатын көздерін кешенді пайдалану. // Астрахан мемлекеттік техникалық университетінің хабаршысы. – 2017. – №7. – Б. 32-39.
10. Отмахов Г.С., Хуаде М.Ю. Мунсызбай Т.М. Жел діірменінің математикалық моделі. // Кубан мемлекеттік аграрлық университеті. – 2017. – №132. – Б. 8-20.

REFERENCE

1. Arens V.I. About the philosophy of mining. // Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences. – 2012. – Vol. 12. – №4. – P. 68-72.
2. Abramovich B.N. Uninterruptible power supply system for mining enterprises. // Notes of the Mining Institute. – 2018. – Vol. 229. – P. 31-40.
3. Volotkovskaya N.S., Semenov A.S., Fedorov O.V. Energy Efficiency and Energy Saving in Power Supply Systems of Mining Enterprises. // Bulletin of the Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoi. – 2019. – №3(78). – P. 52-62.
4. Babkin E.A., Simonov A.V., Shchebolev A.Yu. Winch and pump control systems for drilling rigs. // Bulletin of Tula State University: Engineering. – Tula, 2010 – №3-2. – P. 226-229.
5. Trenin N.V. Conveyor transport: belts, rollers, operation. // Labor safety in industry. – 2004. – №9. – P. 77.
6. Rylnikova M.V., Olizorenko V.V., Linkov S.A., Zubkov A.A. Investigation of the energy potential of ventilation mine flows as a renewable energy source. // Mining Information and Analytical Bulletin. – 2015 – No. S65. – P. 44-54.
7. Bekbaev A.B., Shakenov K.B., Titkov V.V. Analysis of the roof of an autonomous house for efficient use of wind energy. // EAI endorsed transactions on energy web. – 2019. – Vol. 19. – №21. – P. - 5.
8. Munsyzbai T.M. Mathematical model of windmill. // Fifth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. – Tashkent, Uzbekistan. – 2008 (November 25-27). – P. 279-284.
9. Bekbaev A.B., Shakenov K.B. Integrated use of renewable energy sources and associated gases at oil pumping units. // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. – 2017. – №7. – P. 32-39.
10. Otmakhov G.S., Huade M.Yu. Combined renewable energy systems. // Kuban State Agrarian University. – 2017. – №132. – P. 8-20.

Сведения об авторах:

Бекбаев А.Б., д-р техн. наук, профессор кафедры энергетика Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский университет им. К.И. Сатпаева» – Satpayev University (г. Алматы, Казахстан), bekbaev_a@mail.ru

Еркинов Г.Е., магистрант кафедры энергетика Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский университет им. К.И. Сатпаева» – Satpayev University (г. Алматы, Казахстан), erkinov.gani@mail.ru

Касымбекова А.М., докторант кафедры энергетика Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский университет им. К. И. Сатпаева» – Satpayev University (г. Алматы, Казахстан), aizhan.kassymbekova@gmail.com

Авторлар туралы мәлімет:

Бекбаев А.Б., техника ғылымдарының докторы, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Энергетика» кафедрасының профессоры (Алматы, Қазақстан), bekbaev_a@mail.ru

Еркинов Г.Е., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Энергетика» кафедрасының магистранты (Алматы, Қазақстан), erkinov.gani@mail.ru

Касымбекова А.М., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Энергетика» кафедрасының докторанты (Алматы, Қазақстан), aizhan.kassymbekova@gmail.com

Information about the authors:

Bekbaev A.B., Doctor of Technical Sciences, Professor at Department «Energy engineering» of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), bekbaev_a@mail.ru

Yerkinov G.Ye., Master Student at Department «Energy engineering» of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), erkinov.gani@mail.ru

Kassymbekova A.M., Doctoral Student of PhD, Researcher at Department «Energy engineering» of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satpayev» – Satpayev University (Almaty, Kazakhstan), aizhan.kassymbekova@gmail.com

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

1. «Горный журнал Казахстана» принимает к публикации оригинальные статьи научного и научно-технического содержания, отражающие результаты исследовательской и научной деятельности, имеющие рекомендации к практическому применению решаемых вопросов по следующим направлениям (полный перечень рубрик указан на сайте minmag.kz):

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

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

Дополнительные рубрики:

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

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

- набор статьи производится шрифтом Times New Roman 12 с полуторным интервалом;
- общий объем статьи, включая рисунки, таблицы, метадаанные не должен превышать 8 печатных страниц;
- статьи (за исключением обзоров), должны содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике (см. п. 1), научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями, отраженными в п. 3;
- статья может быть представлена на казахском, русском или английском языке;
- в редакцию представляется окончательный, тщательно выверенный вариант статьи, исключающий необходимость постоянных доработок текста на этапах издательского процесса;
- перед отправкой статьи в редакцию журнала авторам необходимо проверить текст на предмет отсутствия плагиата с помощью специальной программы (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 (-ий), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
 - аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация (реферат) предоставляется на казахском и русском языках объемом не менее 700 и не более 900 символов (примерно 150...200 слов);
 - ключевые слова в количестве 6...10 устойчивых словосочетаний, по которым в дальнейшем будет выполняться поиск статьи (сокращения и аббревиатуры не допускаются): ключевые слова отражают специфику темы, объект и результаты исследования и предоставляются на казахском и русском языках;
 - текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение);
 - список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2010 года, предоставляется на казахском и русском языках.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ составляется в порядке цитирования и оформляется в строгом соответствии с ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на литературу в тексте отмечаются по мере их появления порядковыми номерами в квадратных скобках. В список литературы не включаются любые материалы, не имеющие конкретного автора, в том числе: законы, стандарты (включая ГОСТ), статьи из словарей и энциклопедий, страницы сайтов, для материалов которых не указан конкретный автор и интервал страниц. Если у Вас возникает необходимость сослаться на подобные материалы, то ссылки на них оформляются как сноски в тексте статьи. Список приводится на русском (казахском) языке, а также в переводном и транслитерированном варианте (транслитерация выполняется по стандарту BSI: <https://translit.net/ru/bsi/>). Оба варианта списка литературы должны быть идентичны по содержанию. Сначала подготавливается русскоязычный (казахскоязычный) список литературы, включающий все источники (даже на иностранных языках), затем он переводится на английский язык и транслитерируется.

К статье прилагаются сведения на английском языке:

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

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

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

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

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

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

XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ
ДЛЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДР

Ufi
Approved
Event



Mining Week

KAZAKHSTAN'2020

23-25
ИЮНЯ 2020

КАРАГАНДА
СТАДИОН «ШАХТЕР»



Представительство
«TNT Productions, LLC» в Казахстане
тел. +7 727 250 19 99
факс +7 727 250 55 11
e-mail: mintek@tntexpo.com

www.miningweek.kz