

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.: +7 (747) 440-46-35
+7 (747) 343-15-02
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 **27.07.2021 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 Habashi (Canada), Dr. techn. [Vienna], Dr.h.c. [St. Petersburg], Dr.h.c. [National Tech Univ, Lima], Dr.h.c. [San Marcos Univ, Lima]

Fidelis Tawiah Suorineni, PhD,
Professor of Mining Engineering

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

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

А.Б. Бегалинов, 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 Производственно-инжиниринговая компания «Силумин-Восток» ®

6 *Питер Берлиц, д-р Армин Грин*
Идеальные колебания thyssenkrupp goovi® – новое слово в технологии грохочения ®

Геодезия

13 *Куанышбек Т.К., Куанышбекова А.А., Толубекова Ж.З.*
Геодезиялық өлшемдердің автоматтандырылған әдістері

Геомеханика

18 *Алтаева А.А., Әбдікәрімова Г.Б., Сьедина С.А.*
Аналитический обзор методов исследования трещиноватости массива горных пород на карьерах

Крепление горных выработок

25 *Демин В.Ф., Мусин Р.А., Барсуков С.В., Панферов Д.И.*
Повышение устойчивости непосредственной кровли на неустойчивых участках горных выработок

Горные машины

31 *Povetkin V.V., Bukayeva A.Z., Nurmukhanova A.Z., Tatybayev M.K.*
Analysis of modern methods of applying protective coatings

37 *Галиев С.Ж.*
Направления повышения эффективности железнодорожного транспорта на открытых разработках

Качество продукции

44 *Дрижд Н.А., Замалиев Н.М., Даулетжанов А.Ж., Даулетжанова Ж.Т.*
Исследование способов снижения зольности угля

50 Требования к оформлению статей

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

Дорогие читатели!

Уважаемые коллеги!

Мы с вами посвятили июньский номер Дню медицинского работника, вспомнили о Дне защиты детей, говорили слова благодарности, отмечая благородство труда людей, посвятивших себя заботе о нас. Дети как самые незащищенные и дорогие нам существа, которым предстоит взять в свои руки управление нашим хрупким и прекрасным миром, сегодня сами нуждаются в нашей всеобщей заботе.

И, конечно, говоря о такой гордости и благодарности нашей повседневной жизни, мы не хотели создавать ей тот фон всеобщего горя и страданий, который встает в нашей негаснущей памяти в День скорби и печали – 22 июня. В этот день 80 лет назад мир был ввергнут в пучину войны, какой не знала история. И мы никогда не должны забывать и не забудем, что нынешнее состояние свободы и возможности строить свою жизнь по-своему в каждой стране было завоевано Советским Союзом, в котором жили до этого дня спокойно и счастливо наши отцы, матери, сестры и братья, бабушки и дедушки – наш советский народ, строивший свое будущее.

Пепел погибших всегда будет стучать в наших сердцах как колокольный набат, потому что мы живем не только памятью, но и реальностью сегодняшних дней, которая говорит нам: «Фашизм в своих худших проявлениях не исчез, несмотря на нашу Победу. Он преобразился и остается угрозой, и мы не должны забывать об этом!» Страстный патриот своей страны и верный своим принципам, любивший жизнь и отдавший за нее для остальных людей свою, чешский журналист и писатель Юлиус Фучик писал в своем «Репортаже с петлей на шее» из тюрьмы: «Люди, я любил Вас. Будьте бдительны!» Сегодня его призыв-завещание звучит как никогда актуально, потому что у многих горячих горе-политиков ума хватает бряцать оружием, пугая нас своей псевдодемократией, которой «ничто человеческое не чуждо», если можно с помощью оружия забрать его себе.

Техническая революция, создавая изумительные возможности для улучшения коренным образом жизнь человечества во всех ее аспектах, ставит перед сообществом людей новые задачи, появившиеся на повестке дня, потому что технологические решения не только могут облегчить жизнь и сделать ее свободной от многих повседневных забот, но, наоборот, создать новые проблемы, более опасные, чем просто порабощение. Контроль над разумом, всеобщая и всеобъемлющая слежка над действиями каждого из нас, откровенное и действенное вмешательство в жизнь каждого из нас, управление нашими поступками и даже мыслями – и все это во имя завоевания жизненного пространства, как об этом мечтал бесноватый фюрер.

Такие страшные даже во сне мысли приходят в голову, когда смотришь, слушаешь, следишь за действиями некоторых мечтателей со звериными инстинктами, укрытых под покровом лживой заботы о всеобщем благополучии и насильном приобщении к их понятию «демократия».

Вторая мировая война, которая для нас стала Великой Отечественной, должна стать и последней в жизни нашей цивилизации, потому что наш общий дом – Земля – третьей мировой войны не переживет. Может быть, через несколько сот миллионов лет, если наш шарик не сойдет с орбиты из-за ядерных взрывов или наше светило Солнце не закончит свое существование, не дождавшись Большого взрыва, появятся новые живые существа в виде одноклеточных созданий, которые претерпят в своем развитии снова те же эпохи, которые сделали нас людьми. Но нас уже не будет – это будут другие создания. Может быть, с радиоактивным сердцем и кровью. Давайте вместе поймем пагубность силового диктата и займемся своим счастьем по-настоящему!

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ИНЖИНИРИНГОВАЯ КОМПАНИЯ «СИЛУМИН-ВОСТОК» ПОЗДРАВЛЯЕТ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАЗАХСТАНА, ПАРТНЕРОВ, ТРУДЯЩИХСЯ С ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ ПРАЗДНИКОМ – ДНЕМ МЕТАЛЛУРГА!

Металлургическая отрасль является стратегической для обеспечения роста и устойчивого развития национальной экономики. Богатство, разнообразие природных ресурсов страны, научно-технические инновации, модернизация, прогрессивные технологии позволяют конкурировать с лидерами мирового рынка. Тяжелый каждодневный труд казахстанских рабочих «у печей» вызывает искреннее уважение к силе духа, стойкости, целеустремленности, гордость за профессию.

Компания «Силумин-Восток», являясь отечественным производителем, на протяжении двадцати лет сотрудничает с крупными металлургическими заводами, золотоизвлекающими фабриками, горно-обогатительными комплексами. Успешно реализует масштабные проекты «под ключ» в сфере энергетики, металлургии, горнодобывающей и нефтехимической промышленности, машиностроения и инфраструктуры.

Осуществляет комплекс работ по направлениям:

- инжиниринг и проектирование;
- подбор и поставка оборудования: КИПиА, компрессорное оборудование, высоковольтные и низковольтные частотные преобразователи, устройства плавного пуска, электродвигатели, мотор-редукторы, программное обеспечение;
- автоматизация производственных процессов;
- строительно-монтажные и пуско-наладочные работы на объекте;
- сервисное и гарантийное обслуживание.

Активно внедряет новые технологии, развивает собственное производство – крупный машиностроительный комплекс «SV» площадью более 7000 м², оснащенный современными автоматизированными станками с ЧПУ пятого поколения, укомплектованный высокоточными металлорежущими, прессовыми, сварочными установками. На базе комплекса производится:

- комплектное распределительное устройство на базе ячеек КРУ-SV-УБА (современная автоматизированная ячейка на базе микропроцессорных защит Шнайдер), КРУ-РН (ячейки рудничного исполнения), КМ-1- SV, КСО и другие ячейки 35, 10, 6 кВ;
- КРУ БМ- SV на базе блочно-модульных зданий собственного производства;
- шкафы управления оперативным током ШУОТ- SV;
- современное низковольтное комплектное устройство НКУ-SV-ИРТЫШ на базе выкатных модулей;
- шкафы автоматизации;
- электромагнитные расходомеры.

Компания «Силумин-Восток» разрабатывает свои решения только на проверенном оборудовании и программном обеспечении. Основным партнер – поставщик таких систем – французская компания Schneider Electric – мировой лидер в области цифровой трансформации распределения электроэнергии и промышленной автоматизации. Вместе мы объединяем мир энергии, мир автоматизации, мир ПО в единое целое, таким образом, достигая новых горизонтов Индустрии 4.0. За последние пять лет были реализованы крупные заказы по автоматизации и электроснабжению ЗИФ на



территории Республики Казахстан и Центральной Азии с применением оборудования Schneider Electric:

- 2013-2014 гг. – месторождение Пустынное, АО АК «Алтын Алмас»;
- 2018 г. – месторождение Пустынное (вторая очередь), АО АК «Алтын Алмас»;
- 2019-2020 гг. – месторождение Долинное, АО АК «Алтын Алмас»;
- 2019-2020 гг. – месторождение Джеруей, Киргизия, «Альянс Алтын»;
- 2021 г. – месторождение Аксу (вторая очередь), АО АК «Алтын Алмас».

Данные проекты были выполнены в комплексе «под ключ» по нескольким направлениям:

- проектирование части «Электроснабжение» (110/10/0,4 кВ);
- проектирование части АСУ ТП: полевой КИП, контроллерное оборудование и шкафы автоматизации, SCADA-система;
- производство и поставка оборудования: электротехническое оборудование среднего и высокого класса напряжения 220кВ, 110кВ, 35кВ, 6-10кВ, распределительного устройства класса МСС, НКУ на напряжение 0,69-0,4кВ, контрольно-измерительных приборов, шкафов автоматизации, запорно-регулирующей арматуры, насосного, компрессорного оборудования, преобразователей частоты, устройств плавного пуска;
- монтаж и пуско-наладочные работы на объекте.

Благодаря наличию собственного проектно-конструкторского подразделения, квалифицированных инженеров, группы монтажников и наладчиков, программистов с многолетним опытом выполнения аналогичных работ, компания помогает заказчикам существенно сэкономить на реализации проекта, а также получить полный комплекс работ из одних рук.

Полный перечень работ и выпускаемой продукции можно получить на сайте www.silumin.kz.



www.amm.kz

AMM CONGRESS

20-21 октября 2021
Нур-Султан, Казахстан

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



thyssenkrupp

ИДЕАЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

thyssenkrupp goovi® – новое слово
в технологии грохочения

**Питер Берлиц, д-р Армин Грин,
Амир Кенжалиев, Михаил Емуранов**

thyssenkrupp Industrial Solutions

goovi® – это инновационный многократный вибрационный грохот thyssenkrupp, генерирующий идеальные колебания! Благодаря инновационной запатентованной системе привода и множеству интеллектуальных детальнейших решений это оборудование произвело революцию в технологии грохочения, увеличив эффективность и гибкость грохочения, а также существенно снизив массу, высоту и мощность привода.

Обзор распространенных типов грохота

Традиционные вибрационные грохоты либо приводятся в движение эксцентриковыми валами, либо работают с несбалансированными грузами и, в зависимости от режима вибрации, они делятся на вибрационные грохоты кругового, линейного и эллиптического движения. Характерной особенностью всех типов грохотов является то, что колебательные движущие силы проходят через центр тяжести машин, а грохоты поддерживаются спереди и сзади в направлении транспортировки (рис. 1). В связи с этим лотки грохота должны быть особенно жесткими и тяжелыми, чтобы постоянно выдерживать возникающие высокие динамические нагрузки.

При оценке преимуществ и недостатков указанных типов грохотов видна ограниченная гибкость в отношении эксплуатационных параметров, что не позволяет реагировать на изменения в требованиях к качеству продукта или свойств подаваемого материала. Такие модификации обычно выполняются только механически, что приводит к незапланированным простоям и, в потенциале, множественным корректировкам.

Кроме того, синхронизация приводов, закрепленных с обеих сторон корпуса грохота (вибрационный грохот кругового движения) или установленных в центре над или под зоной грохота (вибрационный грохот линейного движения), является механически сложной, тяжелой и подверженной износу, а также требует смазочного оборудования. Особенно в случае циркуляционных грохотов, эти механизмы приводят к ограничениям в конструкции ширины грохота, способность, что сужает возможности по вариации производительности.

Значительная потребность в пространстве и большая масса распространенных моделей грохота неоднократно оказывались наиболее заметными. Эти характеристики не только влияют на сам грохот, но

и приводят к высоким затратам на транспортировку и сборку, а также оказывают негативное влияние на конструктив грохота и мощность устанавливаемого привода. Большие и тяжелые грохоты требуют соответствующего основания и подходящих строительных конструкций, а также, например, более длинных ленточных конвейеров для подачи исходного материала. Чем больше масса лотков, которые должны приводиться в движение, тем выше, конечно же, энергопотребление грохота.

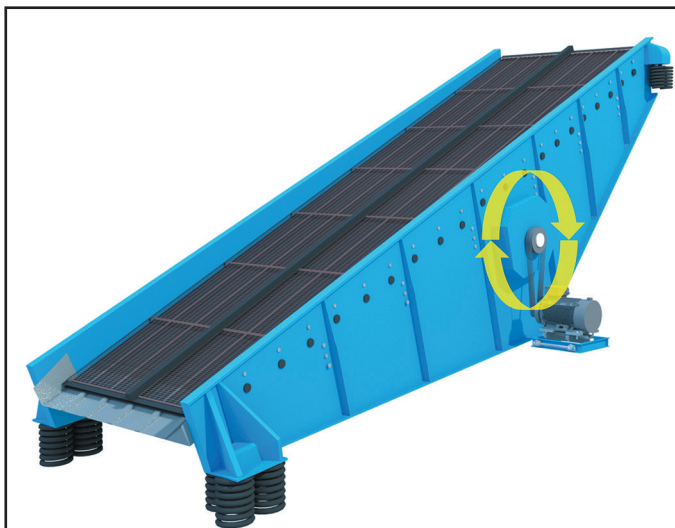
Из-за связанной с процессом малой высоты слоя материала в зоне грохочения возникает неблагоприятное соотношение питания грохота к вибрирующей массе, особенно при тонком грохочении. На грохоте, показанном на рис. 1, шириной 4,3 м и массой 35 т для грохочения фосфатов, например, при нормальной работе на деке грохота можно найти только 300 кг материала.

Принимая во внимание упомянутые выше наблюдения, компания thyssenkrupp разработала большое количество инновационных интеллектуальных решений для создания более эффективных, гибких и экономичных грохотов. Результатом стал новый грохот goovi® с вибрацией различного вида.

Разработка совершенно нового типа грохота thyssenkrupp goovi®

При разработке нового goovi® специалисты thyssenkrupp первоначально сосредоточились на вторичном и третичном грохочении, поскольку здесь можно найти более широкие области его применения. Они применяются в секторах поставок гравия и щебеночного камня в горнодобывающей промышленности и при вторичной переработке, где исходные материалы с размером частиц до 80 мм просеиваются с минимальным размером ячеек грохота около 2 мм.

Что касается дизайна, то основное внимание в новой разработке было уделено концепции привода,



Применение: первичное, вторичное и третичное грохочение материалов, гравия, руды, угля.

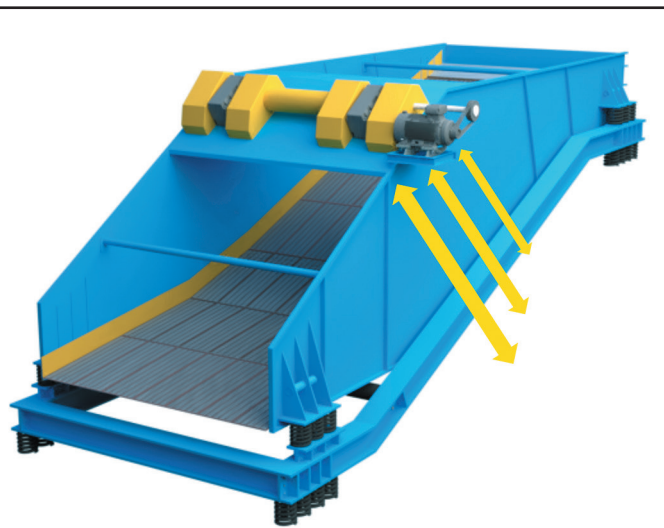
Параметры работы: ход, частота вращения.

Преимущества:

- 1) высокая эффективность грохочения;
- 2) простая, проверенная конструкция;
- 3) широкий диапазон просеивающих сит и панелей: проволочные сетки, перфорированные пластины, резиновые, полиуритановые.

Недостатки:

- 1) требует большого пространства;
- 2) ограниченная производительность;
- 3) требуется система смазки.



Применение: первичное, вторичное и третичное грохочение (тяжелого типа) материалов, гравия, руды, угля.

Параметры работы: ход, частота вращения.

Преимущества:

- 1) высокая производительность;
- 2) возможны различные углы наклона («банан»);
- 3) широкий диапазон просеивающих сит и панелей: проволочные сетки, перфорированные пластины, резиновые, полиуритановые.

Недостатки:

- 1) требует большого пространства;
- 2) общая высота;
- 3) высокие нагрузки на фундамент;
- 4) более высокий потенциал засорения;
- 5) требуется система смазки.

поскольку данная разработка показывает большой потенциал для оптимизации. Инновационные разработки были также реализованы для короба/рамы, опор грохота и системы управления. По сути, thyssenkrupp goovi® был разработан для цифровых карьеров, и он открывает путь к Индустрии 4.0 на перерабатывающих предприятиях.

Концепция привода

В спецификации концепции привода точка введения силы имеет особое значение, поскольку это влияет на статические и динамические размеры боковых стенок грохота. Моделирование показало, что в идеале грохот должен приводиться в движение в четырех разных точках, с обеих сторон, в передней и задней частях. По этой причине было решено разместить приводы в узлах изгиба кривых напряжений в боковых стенках (рис. 2). Таким образом, усилия оптимально передаются на боковые стенки, а напряжения на изгиб сводятся к минимуму.

В то же время, приводы должны быть спроектированы таким образом, чтобы была обеспечена более высокая гибкость и более легкая регулировка рабочих параметров. По этой причине в каждой

точке привода был установлен не один двигатель, а два или три, так что каждый thyssenkrupp goovi® приводит в движение от 8 до 12 двигателей. Здесь используются компактные стандартные дисбалансные двигатели с пожизненной смазкой, которые

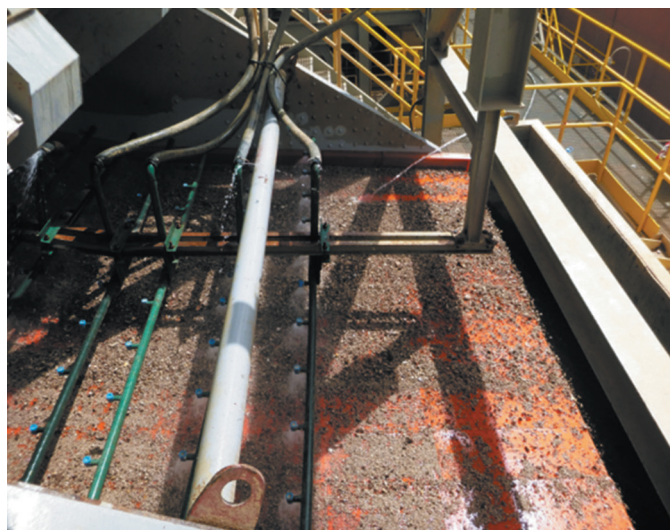


Рис. 1. Загрузка материала при тонком грохочении

симметрично крепятся фланцами к боковым стенкам и синхронизируются с помощью запатентованной системы управления ПЛК (программируемое логическое управление), поставляемой вместе с грохотом. Но система ПЛК не только отвечает за синхронизацию двигателей, но и может регулировать их относительно друг друга во время работы. Когда все двигатели вращаются в одном направлении, генерируется круговое движение (рис. 3); когда двигатели в одной группе приводов вращаются в противоположном направлении, грохот совершает линейное движение. Система ПЛК может использоваться для переключения режима вибрации без необходимости какого-либо механического вмешательства. Изменяя эксцентрики-массы приводной группы, можно реализовать

эллиптическое движение вибрирующего грохота, с которым могут быть объединены преимущества грохота с круговым и линейным движением. Скорость вращения и угол броска можно бесконечно регулировать, чтобы все важные рабочие параметры могли быть оптимально адаптированы к требованиям производства в любое время.

Следовательно, goovi® может быть адаптирован к изменениям свойств материала, которые возникают в результате преобразования осадка материала или климатических воздействий, например, в виде повышенного содержания влаги. Даже очень трудноразделяемые материалы могут быть оптимально классифицированы. Также с помощью одного и того же goovi®, но с введением других рабочих параметров и, при необходимости, поверхностей грохочения,

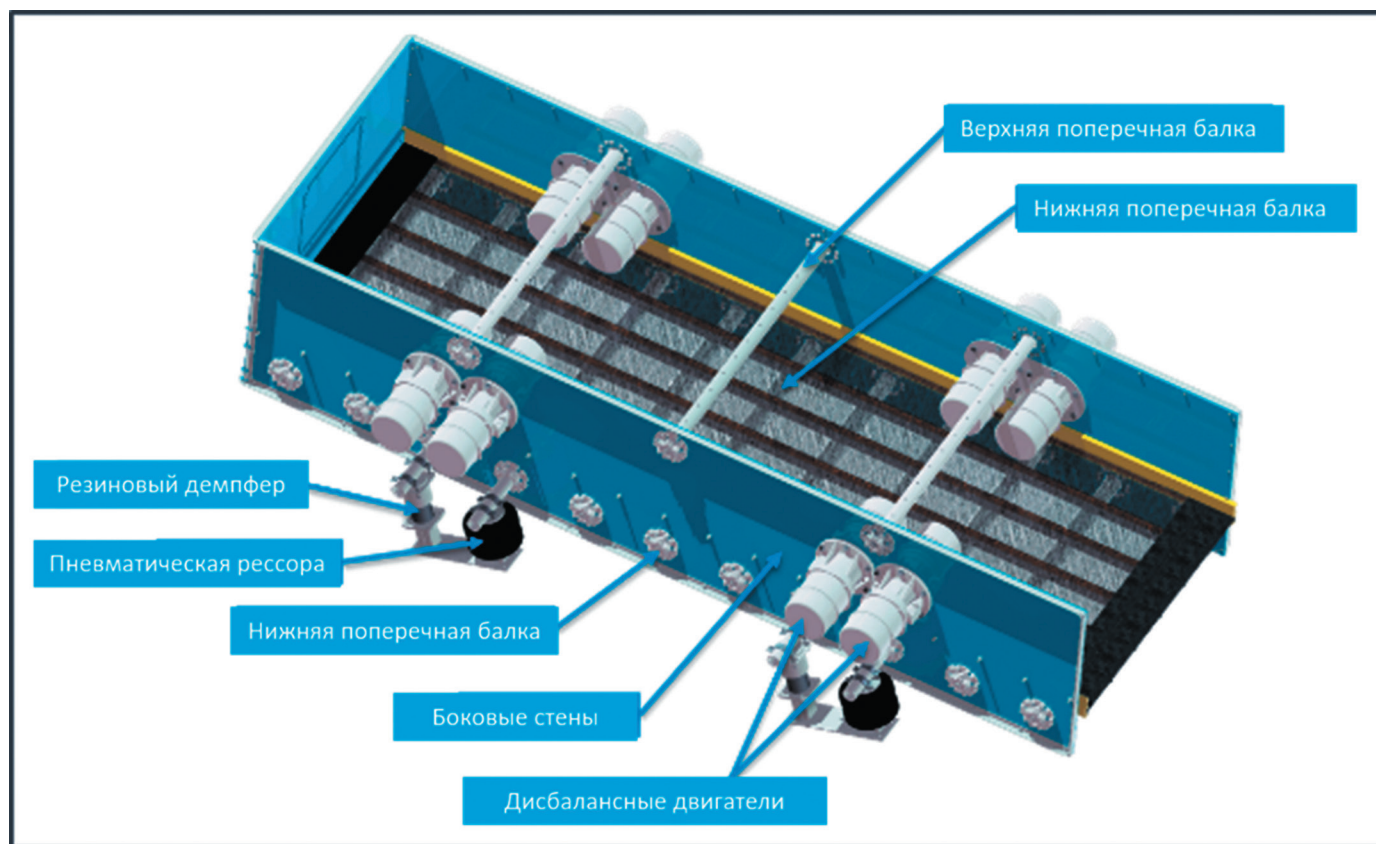


Рис. 2. Основные комплектующие thyssenkrupp goovi®

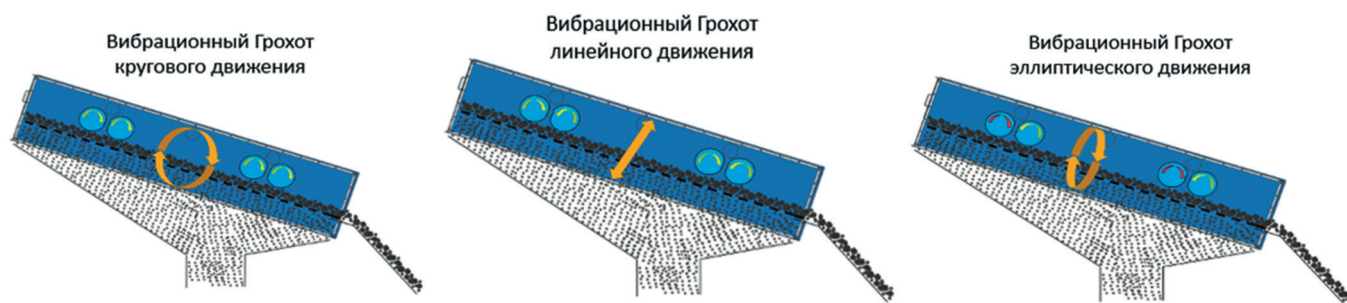


Рис. 3. thyssenkrupp goovi® в виде виброгрохота с круговым, линейным и эллиптическим движением

могут быть получены разные продукты и их свойства, если требования рынка изменились или, например, сезонная необходимость. Для этого в систему управления могут быть добавлены особые режимы, используемые по мере необходимости. При высоких требованиях к качеству продукции, например, в промышленности агрегатов, могут быть реализованы контуры управления, в которых параметры грохота могут быть скорректированы, если, например, есть смещения в кривой сортировки продукции. Условием является надежный метод непрерывного определения и мониторинга кривой сортировки продукта.

Частицы, которые засоряют поверхность грохота и снижают его эффективность, могут быть легко удалены, благодаря функции самоочистки goovi®, с помощью которой временно изменяется режим вибрации и направление движения. В результате, потери эффективности и дорогостоящий труд по очистке могут быть уменьшены или полностью исключены.

Вся приводная система работает без каких-либо компонентов механической передачи, таких как валы или шестерни, поскольку двигатели крепятся фланцем непосредственно к стенке грохота и синхронизируются электронно. В результате значительно снижаются требования к техническому обслуживанию, весу и энергопотреблению. Не требуется смазка.

Короб грохота

Для короба грохота приоритетом была простая, но стабильная конструкция, которую также легко собрать. Боковые стенки состоят из стандартных листов, которые могут быть изготовлены в любом размере и качестве в процессе лазерной резки. В нижней части они соединены многочисленными поперечными балками (рис. 2), состоящими из стандартных труб, защищенных от износа полиуретановой втулкой. В верхней части будет достаточно всего нескольких поперечных балок одного и того же типа, чтобы стабилизировать короб. Эта конструкция, закрепленная на болтах и зажимах, придает коробу высокую прочность. Эффект усиливается оптимизированным положением дисбалансных двигателей, что снижает динамическую нагрузку на боковые стенки.

Кроме того, расположение приводов делает конструкции goovi® плоской и упрощает процесс установки на существующих фабриках. В принципе, грохот goovi® можно собрать на месте установки из-за его простой конструкции, а при определенных обстоятельствах это даже рекомендуется, поскольку полностью собранные грохоты имеют относительно большой объем, что делает их транспортировку дорогостоящей. Поставляя компактную конструкцию, можно существенно снизить транспортные расходы. В случае особенно ограниченных пространств, благодаря очень простой конструкции и сборке, goovi® может быть

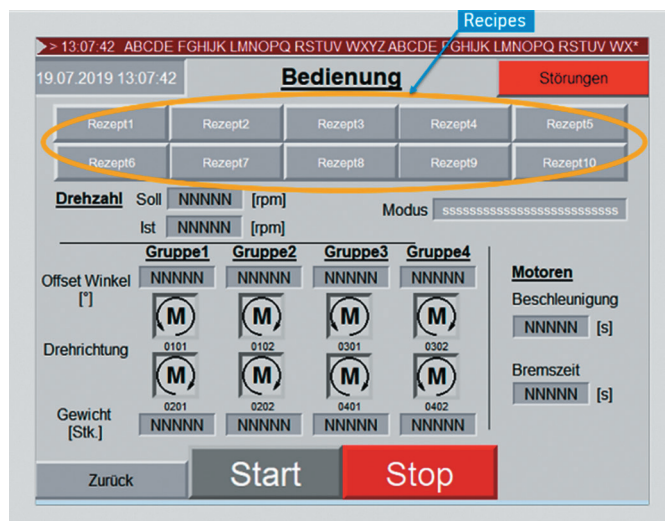


Рис. 4. Дисплей с выбором параметров

собран в предполагаемом месте размещения на заводе. Естественно, были приняты меры для соответствия новым требованиям недавно пересмотренного стандарта EN 1009 в требуемой площади, необходимой для обслуживания оборудования для механической обработки полезных ископаемых.

Деки грохота

Данное оборудование поставляется с одной или двумя деками. Для них доступно большое количество просеивающих поверхностей, которые могут состоять из проволочной сетки, резины или полиуретана, а также их комбинации. Грохот goovi® был разработан для установки обычных просеивающих панелей стандартного размера, которые можно быстро и легко менять без особых усилий.

Опоры грохота

Для крепления рамы грохота компания thyssenkrupp также пошла новым путем. В отличие от обычных грохотов, goovi® подвешен не на стальных или резиновых, а на пневматических пружинах с переменным давлением, которые закреплены на удлиненных поперечных балках в нижней части лотка грохота (рис. 2). Они дают ряд существенных функциональных преимуществ.

Во время монтажа грохота его сначала размещают на резиновые амортизаторы (рис. 2), затем надуваются пневмобалоны. Используя точечные изменения давления в пневматических пружинах goovi® можно оптимально регулировать по высоте и оптимизировать вибрационные характеристики. За счет более низкой жесткости пружины, по сравнению со стальными или резиновыми пружинами, динамические нагрузки на фундамент могут быть значительно снижены, что положительно сказывается на массе основания. Еще одним интересным аспектом является значительное снижение шума, создаваемого этим типом пружины, по сравнению с обычными системами.

Таблица 1
thyssenkrupp goovi® типовая серия

goovi® standard series	
Площадь просеивания:	11 м ² - 26,4 м ²
Кол-во просеивающих дек:	Одно-двудечные
Доступная ширина:	1.8 м; 2.1 м; 2.4 м; 2.7 м; 3.0 м; 3.3 м
Доступная длина:	5 м; 6 м; 7 м; 8 м
Панели грохота:	Проволочная сетка, резиновые, полиуретановые
Угол наклона:	Варьируется
Поддержка грохота:	Пневматические пружины с переменным давлением
Общий вес:	5,500 кг – 17,000 кг
Общая высота:	1,2 м – 1,8 м

Система управления

Как описано ранее, система управления полностью оцифрованного грохота goovi® играет важную роль. Система используется для синхронизации двигателей и регулировки режима вибрации, скорости и направления транспортировки для оптимальной адаптации машины к применению, особенно для обработки труднопросеивающегося материала и изменения его свойств. Грохот goovi® поставляется с полностью укомплектованным распределительным шкафом; он оснащен сенсорным экраном, на котором оператор может выбирать различные наборы параметров (рис. 4).

Установки настраиваются либо на месте сотрудниками службы thyssenkrupp, либо с помощью телесервиса. Такая информация, как данные двигателя. Кроме того или мониторинг вибрации, например,

может регистрироваться и, при необходимости, оцениваться с помощью телесервиса.

Линейка моделей

После разработки прототипа и успешного ввода в эксплуатацию первого goovi® на сталелитейном заводе в Германии компания thyssenkrupp разработала стандартную модельную линейку, которая адаптирована к требованиям рынка и сокращает стоимость и сроки поставки. Варианты с одним и двумя деками доступны в шести различных ширинах и четырех различных длинах, с площадью грохочения от 11 м² до 26,4 м² (табл. 1).

Помимо стандартных грохотов, благодаря простой модульной конструкции, также могут поставляться индивидуальные грохоты. Например, участки грохочения могут быть подобраны к конкретной области применения или геометрия стенок и положение пружин могут быть подстроены под имеющееся пространство на предприятии заказчика.

Особенно интересно сравнение массы грохота goovi® с массой обычных моделей грохотов (рис. 5). Здесь наглядно показаны преимущества нового дизайна грохота. В то время как вибрационный грохот с линейным движением, как и ожидалось, имеет очень высокий удельный вес по сравнению с площадью грохочения, goovi® весит значительно меньше относительно легкого вибрационного грохота с круговым движением. Грохот goovi® весит меньше половины массы вибрационных грохотов с круговым движением, особенно для относительно больших площадей

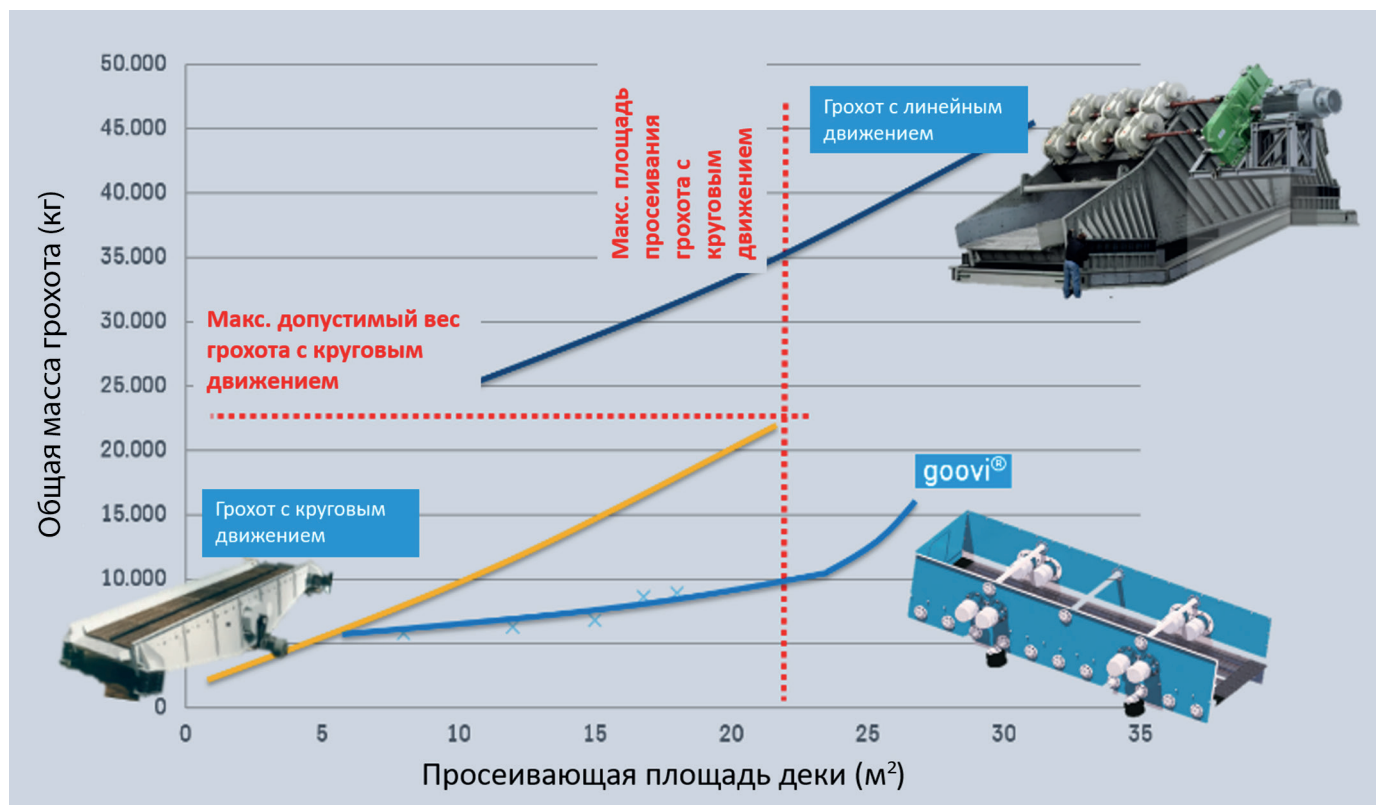


Рис. 5. Массы различных типов грохотов относительно области грохочения

грохочения. Эта тенденция также касается затрат и усиливается благодаря простой конструкции и небольшому количеству приводных компонентов.

Благодаря общему дизайну и множеству детальных решений компания thyssenkrupp разработала концепцию, которую, безусловно, можно назвать революционной. Значительное снижение массы и высоты сопровождается существенным повышением эксплуатационной гибкости, качества продукции и производительности, в результате чего goovi® создает реальную дополнительную ценность.

Подробные характеристики goovi® можно резюмировать следующим образом:

- возможное применение практически на всех этапах вторичного и третичного грохочения;
- простая модульная конструкция, небольшая высота и небольшая масса;
- несколько вращающихся деталей, простое техническое обслуживание, не требует смазки;
- недорогая транспортировка в виде конструкции и простая сборка на месте установки;
- идеально подходит для замены существующих грохотов, благодаря хорошей адаптируемости к существующим установкам;
- полностью оцифрованный грохот с собственной системой управления для интеграции в распределенные системы управления;
- дополнительная бесступенчатая регулировка вибрационного грохота с круговым, линейным или эллиптическим движением;
- индивидуальные, предварительно заданные параметры для различных видов продукции;
- гибкая адаптация к изменяющимся условиям применения и свойствам материалов;
- различные возможности интеграции в контуры управления;
- высокая регулируемая эффективность грохочения даже при работе с труднопросеивающимися материалами;
- менее подвержен прилипанию частиц, благодаря функции очистки;
- высокая пропускная способность при сниженном энергопотреблении;
- стандартная серия для оптимизации затрат и сроков выполнения заказов;



Рис. 6. thyssenkrupp goovi® на заводе по переработке шлака

Тем временем, первый грохот goovi® работает уже несколько месяцев и доказал свою оптимальную эффективность для грохочения шлака (рис. 6). Для различных свойств материала грохот запускается с различными настройками и позволяет достичь наилучших результатов.

Опыт в Казахстане

В настоящее время компания thyssenkrupp поставила более 2500 грохотов по всему миру. В Казахстане и России в эксплуатации 16 грохотов различной конструкции. Одной из ключевых референций в странах СНГ является фабрика Жайрем, имеющая полную цепочку рудоподготовки, включая дробление, грохочение, измельчение.

Подход компании thyssenkrupp Industrial Solutions Kazakhstan заключается в поддержке наших клиентов на всех этапах проекта, начиная с сопровождения при выборе оптимальных технологий и оборудования, и заканчивая пусконаладкой, обучением, обслуживанием, поставкой запасных и быстроизнашиваемых частей.

Компания thyssenkrupp осуществляет полное послепродажное обслуживание данных мельниц. Концепция полного сервиса thyssenkrupp Industrial Solutions Kazakhstan включает в себя поставку запасных и быстроизнашиваемых частей, регулярные осмотры и технологическое обслуживание квалифицированным персоналом, чтобы гарантировать бесперебойность производства.

Рады предоставить подробную информацию по следующим контактам:

**ТОО «thyssenkrupp Industrial Solutions Kazakhstan»
(«тиссенкрупп Индастриал Солюшенс Казахстан»)**

Республика Казахстан, г. Алматы,

ул. Рубинштейна, 48, 5 этаж

Тел: +7 727 352 74 77

mikhail.yemuranov@thyssenkrupp.com

TECH MINING RUSSIA

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА
9-10 СЕНТЯБРЯ 2021, МОСКВА

Приглашаем Вас принять участие в 3-й международной конференции TECH MINING RUSSIA 2021, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, которая пройдет 9-10 сентября 2021 в Москве, отель Marriott Courtyard Павелецкая.

TECH MINING RUSSIA посвящена работе горнодобывающей промышленности, одной из самых важных отраслей промышленности Российской Федерации. Основной фокус конференции - это технологии, которые применяются в отрасли и направлены на повышение эффективности и увеличение производительности на всех этапах работы предприятия.

Конференция объединяет представителей горнодобывающей отрасли, разработчиков, инженеров, производителей горнодобывающего оборудования, специалистов по цифровизации и роботизации предприятий отрасли, представителей научного сообщества. Это место для укрепления деловых связей, налаживания новых контактов и договоренностей о сотрудничестве. **Для представителей горнодобывающих предприятий участие бесплатное.**

Деловая программа конференции будет освещать вопросы:

- Удаленного управления на горном предприятии;
- Проектирования, реконструкции и строительства горнодобывающего предприятия;
- Современных IT решений и их внедрения;
- Передовых технологий в обработке, обогащении и транспортировке;
- Новых решений в разведке месторождений и добыче полезных ископаемых;
- Технологий охраны труда;
- Технологий безопасности современного предприятия;
- Другие вопросы.

На конференции будет работать **выставка современных технологий**, где Вы сможете получить консультацию специалистов и экспертов отрасли.

Для получения дополнительной информации и регистрации на мероприятие направляйте Ваш запрос на почту info@techmining.ru
Телефон **+7-499-11-205-11**

Сайт мероприятия www.techmining.ru

Даты проведения: **9-10 сентября 2021 года**



Код МРНТИ 36.01.11

Т.К. Қуанышбек, А.А. Қуанышбекова, Ж.З. Төлеубекова

«Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамның
(Нұр-Сұлтан қ, Қазақстан)

ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӨЛШЕМДЕРДІҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ӘДІСТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада геодезиялық өлшемдердің автоматтандырылған әдістері қарастырылған. Зерттеу нысаны ретінде топографиялық түсірістердегі замануи әдістер және түсіріс кезінде қолданылатын аспаптар түрлері таңдалған. Геодезиялық өлшемдегі аспаптық мониторингтің тиімділігі, оның құрамы, әдістері мен құралдары, мақсаты айқындалып көрсетілген. Жаңа геодезиялық технологияларға анықталған орбитамен қозғалатын арнайы Жердің спутнигімен сигнал бойынша координата нүктелерін анықтау әдістері туралы айтылған. Динамикалық топографиялық жүйелер нысаналаудың шексіз қозғалуын пайдаланумен негізделген, планды координаталар жағдайы сызықты кертпемен анықтау баяндалған. Аспаптық мониторингтің бірінші жүйесін жасау мен ғылыми-әдістемелік негіздерін өңдеу жер үсті түсірістің тиімділігін жоғарлату және қызметкерлердің еңбектерінің қауіпсіз жағдайларын қамтамасыздандыру қарастырылған.

Түйінді сөздер: геодезиялық өлшем, спутникті позиционерлеу әдісі, электронды тахеометрлік түсіріс, аспаптық мониторинг, графикалық әдіс, динамикалық топографиялық жүйелер, лазерлі-параллактикалық жүйелер.

Автоматизированные методы геодезических измерений

Аннотация. В статье рассматриваются автоматизированные методы геодезических измерений. Объектом исследования были выбраны современные методы топографической съемки и инструменты, используемые при съемке. Определена эффективность инструментального мониторинга в геодезических измерениях, его состав, методы и средства, назначение. Новые геодезические технологии определяют способы определения координатных точек по сигналу со специального спутника Земли, движущегося по заданной орбите. Динамические топографические системы основаны на использовании бесконечного движения цели, определении положения координат плана с линейным отступом. Развитие единой системы инструментального мониторинга и развитие научно-методической базы позволяет повысить эффективность наземных изысканий и обеспечить безопасные условия труда.

Ключевые слова: геодезическая съемка, метод спутникового позиционирования, электронная тахеометрическая съемка, инструментальный мониторинг, графический метод, динамические топографические системы, лазерно-параллактические системы.

Automated methods of geodetic measurements

Abstract. The article considers automated methods of geodetic measurements. The object of research was selected modern methods of topographic surveys and types of instruments used in survey. The effectiveness of instrumental monitoring in geodetic measurements, its composition, methods and tools, purpose are defined. New geodetic technologies talk about the methods of determining the coordinate points of the signal with a special satellite of the Earth, moving in a given orbit. Dynamic topographic systems are based on the use of infinite motion, the determination of the position of the coordinates of the plan with a linear deviation. The development of a unified system of instrumental monitoring and the development of a scientific and methodological base ensures an increase in the effectiveness of land exploration and the provision of safe working conditions for employees.

Key words: automated method, geodetic survey, method of satellite positioning, electronic tacheometric survey, instrumental monitoring, ground survey, graphic method, dynamic topographic systems, laser-parallax systems, geodetic works.

Кіріспе

Жергілікті жердің сандық моделі базасында жүйелі автоматтандырылған жобалауға ауысу түсірілетін жер туралы ақпараттың көлемін үлкейтуге және дәлдігін жоғарлатуға мүмкіндік береді. Бұл автоматтандыру әдістерін, топографиялық түсіріс үдірісін, сонымен қатар оның нәтижелерін өңдеуді қажет етті.

Жер беті топографиялық түсірістерінің автоматтандырылған үдірісі геодезиялық практикаға жаңа әдістерді енгізуді, жинақтау жүйесі мен топографо-геодезиялық ақпараттарды біріншілік өңдеуді, оның ішінде динамикалық топографиялық және лазерлі-параллактикалық жүйелерді атап өтуге болады, электронды тахеометрия және спутникті жүйені позициондауды қамтамасыз етеді¹.

Зерттеу әдістері

Топографиялық түсірістерде қазіргі заманғы әдістерді пайдалану еңбек өнімділігін едәуір жоғарлатумен қатар, өлшеу нәтижесін өңдеуде орындаушының көз мөлшерімен алу әсерінен, өлшеу нәтижесін

журналға жазу, есептеу барысындағы жіберетін қателерінің минималды шамасын қамтамасыз етіп, есептеуді оңайластырып, уақытты үнемдеуде айтарлықтай оң нәтижесін береді.

Аталған әдістерге, келесі аспаптардың көмегімен жасалған түсіріс түрлерін жатқызуға болады:

- жасанды жер серіктік радионавигационды жүйелер (СРНС);
- лазерлі сканер;
- кешенді жүйе;
- электронды тахеометр;
- біріктірілген жүйе.

Спутникті позиционерлеу әдісі

Жаңа геодезиялық технологияларға анықталған орбитамен қозғалатын арнайы Жердің спутнигімен сигнал бойынша координата нүктелерін анықтау әдістері жатады. Қазіргі таңда геодезияда, нысанның кеңістіктегі жағдайын анықтау қажеттілігі туындағанда, кең көлемде жасанды жер серіктік радионавигационды жүйесі (СРНС) Глобалды жүйе NAVSTAR (АҚШ) және ГЛОНАСС (глобалды навигационды жасанды жер серігі жүйесі – Ресей) қолданылады [1].

Ұйымдастыру жұмыстарының негізгі принциптері

Электронды тахеометрлік түсірістің қолдану тиімділігі дәстүрлі әдістермен салыстырғанда бірінші кезекте бір станциядан түсіріс ауданының жоғарлауы есебінен болады.

Түсіріс кезінде жұмыс өнімділігін жоғарлату үшін платформамен қозғалатын сыртқы белгілер пайдаланылады, ол жер бетінен тахеометрді 2-3 м және одан да жоғарыға көтеруді қамтамасыз етеді, яғни жердің және 1-2 км радиуста бір станция бөлігінен түсірілетін ауданның көрінісі жоғарлайды. Осы мақсатпен жарықшақты 7,5 м-ге шейін көтеру үшін құрылғы қолданылады, яғни рефракцияның әсер етуінің төмендеу есебінен өсімшелерді өлшеу дәлдігін жоғарлатады. Түсіріс үдірісінде бақылаушы мен алабағаншының арасындағы байланыс радиобергіш көмегімен орындалады.

Өлшеу нәтижелерін өңдеу әдісіне, орнына және уақытына байланысты үш вариантта орындалуы мүмкін.

¹Низаметдинов Ф.К., Қуанышбекова А.А. Геоинформатика: оқу құралы. – Қарағанды: ҚарМТУ, 2015. – 97 б. (қазақ тілінде)

I-ші вариант топографиялық түсірістердің өнімділігін дәстүрлі схемасына жауап береді, мұнда өлшегіш, есептегіш және графикалық процесстер бірінің соңынан бірі болады. Өлшеулер нәтижелерін өңдеу және жергілікті жердің топографиялық планын жасау стационарлы камералды жағдайларда орындалады.

II-ші вариант айырмашылығы, түсіріс материалдарын камералды өңдеу далалық бригада базасында жасалады; бұл кездегі далалық және камералды жұмыстардың алшақтығы бірнеше күннен аспайды.

III-ші вариант жұмысты ұйымдастырудың жаңа схемасына жауап береді, бұл кезде далалық және камералды жұмыстар бірдей орындалады. Ол үшін жақын арадағы тұрғылықты пункт түсіріс объектісінде командалы-диспетчерді камералды пост ұйымдастырылады. Посттың түсірістің барлық қатысушыларымен байланысы радиостанция арқылы жасалады. Посттың міндеті тек қана қабылдау және түсіріс туралы ақпаратты оперативты өңдеу, сонымен қатар түсіріс үдірісін активті бақылау, оның мақсаты жергілікті жердің бедері мен ситуация планын толық және сапалы түрдегі көрінісін қамтамасыз ету болып табылады.

Жер бетінің түсірісі кезіндегі далалық ақпаратты біріншілік өңдеу үшін, мәліметтерді сандық формаға және оны НИИПГ-ке графикалық түрде келтіру топографтың далалық автоматтандырылған жұмыс орны жасалған (ПАРМ-Т), оның құрамына персоналды ЭЕМ және портативты планшетты графикажасаушы кіреді. ПАРМ-Т жаңа электронды тахеометрмен қиылысуында тахеометриялық түсіріс нәтижелерін өңдеу және планын жасау далалық жағдайда ғана орындалады².

Графо-аналитикалық әдіс кезінде байланыстырушы нүктелер мен түсіріс станциялары планға есептелген және теңдестірілген координаталар бойынша енгізіледі. Одан кейін планға ситуация мен жер бедері салынады. Графикалық әдіс кезінде байланыстырушы

нүктелердің координаталары план жасау үшін есептелмейді. Бірінші кезеңде біркелкі байланыстырушы нүктелер бойынша жеке блоктарды біріктіру жасалады. Алынған план жарық қабырғалары бойынша бағдарланбаған. Сондықтан екінші кезеңде жарықкөшіргіш стол көмегімен бастапқы пункттер бойынша планы бағдарлау орындалады, планын негізіне координата бойынша енгізіледі. Әдістің кемшілігі салыстырмалы түрде дәлдігі төмен; сондықтан оның қолдануын тек блоктардың саны аз уақытта ғана рұқсат етеді. Алынған план қолданылатын шартты белгілер тәртібір пайдалана отырып сызылады. Алдында айтылып кеткендей, электронды-есептеу техникасын тиімді пайдалану геодезиялық түсірістер үдірісі және оның нәтижелерін өңдеу кезінде, күрделі масштабты түсірістер көлемінің жоғарлауы мен инженерлі-геодезиялық ізденістер есебінің күрделенуі жергілікті жердің ақпаратын сан жүзінде сақталуы мен қолданылуы дәстүрлі графикалық құжаттарға қосымша немесе орнына келді. Пландар мен карталарда координата нүктелерін табудың графикалық дәлдігі орташа есеппен алғанда 0,5 мм және рельефтің қимасы биіктік бойынша 1/3 құрады, ол қазіргі кездегі көптеген есептерді шығару үшін жеткіліксіз. Сонымен қатар, рельефтің детальды түрде план мен карталарда көрсетілуі және түсініктеме қағазының тығыздалып жазылуы әдетте графикалық құжаттар және баса факторлармен жұмыс істеуге шектелген³.

Динамикалық топографиялық жүйелер нысаналаудың шексіз қозғалуын пайдаланумен негізделген, планы координаталар жағдайы сызықты кертпемен анықталады, ал биіктік лазерлі жазықтықты пайдаланып геометриялық нивелирлеу әдісімен өлшенеді. Осындай жүйенің мысалы автоматтандырылған топографиялық операциялық жүйе болып табылады (АТОС), ол рельеф қимасы 0,5 м арқылы 1:2000 масштабта түсірісті орындау үшін қажет.

АТОС алаңды комплексі автотомобильде және лазерлі тіректі жазықтық базасында биіктікөлшегішті қосады, төрт геодезиялық радиоқашық-тықөлшегіш түрі РДГВ немесе РДЛ және жартылайавтоматты регистратор ақпаратын құрайды. Биіктікөлшегіш негіздің түсіріс нүктелерінде орналасқан лазерлі жазықтықты сәулелендіруден, фотоқабылдағыш рейка және автомобиль кузовында орнатылатын қоздырғыш блогынан тұрады. Төрт радиоқашық-тықөлшегіш, оның екеуі негіздің түсіріс нүктелерінде, ал екеуі – автомобилде орналасқан, екіканалды жүйені құрады, ол кері сызықты кертпе пикеттерінің планы координаталарын анықтауға мүмкіндік береді.

Түсіріс үдірісінде автомобильдің қозғалысы доға бойынша болады, радиоқашық-тықөлшегіштің үштігі 90°-қа жақын бұрышпен қиылысады. Пикеттер 15 м арқылы центрлік доға бойынша анықталады, бір-бірінен 15-30 м аралығында орналасқан. Қозғалыстағы пикеттердің пландағы жағдайын анықтау дәлдігі 0,5 м (аялдама кезінде 0,13 м), ал көру дәлдігі 600 м биіктік болған кезде 3,3 см.

Алаңды ақпарат тіркегіші (РИП 01) компакт-кассеттаға мәліметтерді жазу магнитофоны түрінде беріледі, оған 1000 пикетке дейінгі жазулар енгізіледі. Нәтижелер камералды кешенге беріледі, есептеу орталығы мен экспедиция базасындағы ақпараттарды өңдеу техникалық құралдарынан тұрады.

Қазіргі ақпаратты тіркегіштер, алаңдық жағдайда алынған ақпараттарды сақтау және өңдеу, тіркеу үшін қажет, микропроцессордан, мәліметтерді енгізу клавиатурасынан, есептегіш пен жинақтаушыдан тұрады. Алаңды тіркегіш негізіндегі интерфейс ЭЕМ қосылған; осы жағдайда автотомомды тәртіпте тіркегішпен жұмыс істеуге мүмкіндік бар⁴.

Лазерлі-параллактикалық жүйелер сонымен қатар лазерлі жазықтық жасау принципі қолданылады. Бөру құрылғысы басы айналмалы

²Ямбаев Х.К. Геодезиялық құралдар. – М.: Академиялық жоба, 2011. – 583 б. (орыс тілінде)

³Лайкин В.И., Упоров Г.А. Геоинформатика. – Комсомольск-на-Амуре: АмГПМУ, 2010. – 162 б. (орыс тілінде)

лазерлі берушіні құрайды, ол горизонталды және жантайма топпен және радиобергішпен қалыптасады. Қабылдау құрылғысы телескопиялық штангадағы айналмалы көріністі объективпен фотоқабылдағыш түрінде көрінеді, оған радиоқабылдағыш және есептеуіш құрылғысы бекітілген. Беруші құрылғыны тұру станциясына, ал қабылдағыш құрылғысын – пикеттерде орнатады.

Пикеттердің биіктігі есебі горизонталь сәуле бойынша фотоқабылдағыш фиксациясымен, ал арақашықтық – горизонталды және жантайма лазерлі түйіндерінен құралған параллактикалық бұрышты қолданумен анықталады. Пикеттер координаталары есептеледі және есептеуіш құрылғысының таблосында көрсетіледі. Аспаптық мониторингтің бірыңғай жүйесін жасау мен ғылыми-әдістемелік негіздерін өңдеу жер үсті түсірістің тиімділігін жоғарлату және қызметкерлердің еңбектерінің қауіпсіз жағдайларын қамтамасыздандыруға бағытталған.

Аспаптық мониторинг – бұл жер үсті түсірістің жағдайларын басқару мен параметрлерін үздіксіз бақылау жүйесі, ол қрылыс алаңның топырақтарының физика-механикалық сипаттамалары туралы жаңа ақпараттарды алуға, геологиялық, гидрогеологиялық және жер бетінің құрылымдық-тектоникалық ерекшеліктерін есепке алуға және технологиялық параметрлерінің әсерін талдауға негізделген⁵.

1. Аспаптық мониторинг құрамына жатады:

- алаңның жер бетінің жағдайын нақты бақылануын болжамдау және беріктілігін есептеу үшін, құрылыс алаңның топырақтардың физика-механикалық қасиеттері мен кешенді инженерлік-геологиялық сипаттамаларының құрамын алу;
- жер бетіндегі процесстердің даму динамикасын зерттеу;
- нысанның жағдайларын бақылау, болжамдау және зерттеу бойынша инженерлік-геологиялық

және аспаптық жұмыс кешені, ол жобалау, құрылыс, қайта қалпына келтіру мен жою кезеңдерінде нысанның параметрлерін бақылауды басқаруға, сонымен қатар құрылыс жұмыстарының өндірістік және экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыздандыруға мүмкіндік береді.

2. Мониторингтің әдістері мен құралдары:

- құрылыс алаңның жағдайын инженерлік-геологиялық, инженерлік-геофизикалық және инженерлік-геодезиялық бақылауын орындау;
- ғимарат өзгерісін кешенді геодезиялық бақылауын жүргізу;
- құрылыс алаңның гидро-геологиялық жағдайларын болжамдау және бағалау;
- құрылыс алаңдағы геодезиялық жұмыстарын жүргізу технологиясының ерекшеліктерін және олардың құрылысқа әсерін зерттеу;
- құрылыс аймағының жер бедерінің беріктілік параметрлерін негіздеу үшін әдістеме мен бағдарламалық қамтамасыздандыруды өңдеу⁶.

3. Құрылыс алаңындағы жер бетінің беріктілігі бұзылуының жалпылама жіктелуін жасау, оған жататындар:

- жер бетінің беріктілігімен басқару шарттары бойынша жер бетінің түрін өңдеу және бұзылу ерекшеліктерін орнату, ол ашық геодезиялық жұмыстарын жүргізуде деформациялық процесстердің әсерін есепке алу қажет, яғни деформацияға қарсы шараларды қабылдау мен негіздеуге мүмкіндік береді.

Мониторингтің негізгі мақсаты жер бетіндегі тастақтармен, жартылай тастақтармен, сазды және құмды-сазды жыныстармен құралған күрделі құрылымды топырақтар беріктілігін қамтамасыз етуді ғылыми негіздеу болып табылады. Ашық геодезиялық жұмыстарының жаңа кезеңінің дамуы өндіріске жоғары өндірістік техникалар мен жаңа технологиялық шешімдерді жетілдірумен сипатталады, оның мақсаты жер жұмыстары көлемін

төмендету және геодезиялық жұмыстарын қауіпсіз жүргізуді қамтамасыздандыру болып табылады.

Құрылыс алаңның жер бетінің жағдайларын дәстүрлі әдістермен аспаптық бақылау өте күрделі және көп уақытқа созылады. Олар қазіргі өндіріс қажет ететін тез және негізі сапалы болжамдау бағаларын бермейді. Кейінгі жылдары маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстардың практикасына электронды тахеометрлерді, 3D сканерлер мен спутниктік аспаптарды енгізу, құрылыс алаңның жер бетінің жылжу параметрлерін анықтауға ғана мүмкіндік бермейді, сонымен қатар уақыт бойынша олардың жағдайларын автоматты түрде бақылауға мүмкіндік жасайды⁷.

Құрылыс алаңның жер бетінің геомеханикалық жағдайын бақылаудың қазіргі әдістері әртүрлі және қолдануға байланысты келесі түрлерге бөлінеді:

- арнайы автоматтандырылған аспаптарды үздіксіз немесе периодты режимде ақпараттарды дистанционды таңдау;
- дәстүрлі геодезиялық әдістер (геометриялық және тригонометриялық нивелирлеумен арақашықтықты өлшеу және т. б.);
- фотограмметриялық әдіс [2].

Бірақ осы аталған әдістер қазіргі уақытта тау-кен өндірісінің шарттарын қанағаттандыра алмайды, өйткені олар далалық және камералды жағдайларда өте қиын. Осы себептен электронды тахеометрлер мен 3D сканерді қолдану негізінде аспаптық бақылау әдістерін жетілдіру құрылыс алаңның жер бетінің беріктілігін есептеу әдістерінің ең тиімдісі болып табылады.

Нәтиже

Құрылыс алаңның жер бетінің нақты геологиялық жағдайы геологиялық орта бөлігі ретінде оның құрылымы мен құрылысына; негіз қабаттарының геометриялық параметріне және топырақтың физика-механикалық қасиеттеріне байланысты болады.

⁴Матвеев С.И. Инженерлік геодезия және геоинформатика. – М.: Академиялық жоба; «Әлем» Қоры, 2012. – 484 б. (орыс тілінде)

⁵Шинюлин В.Д. Геоақпараттық жүйелердің негізгі принциптері. – Х.: ХНАГХ, 2010. – 337 б. (орыс тілінде)

⁶Подшивалов В.П., Нестеренок М.С. Инженерлік геодезия: оқулық. – 2-ші басылым, түзетілген. – Минск: Жоғары мектеп, 2014. – 463 б. (орыс тілінде)

⁷Новиковский Б.А., Пермяков Р.В. Рельефті кешенді геоақпараттық-фотограмметриялық модельдеу: оқу құралы. – М.: МИИГАиК, 2019. – 175 б. (орыс тілінде)

Геологиялық ортаның құрылымы мен құрылысы оның құрамына жататын геологиялық объектілердің әртүрлілігімен және санымен сипатталады. Әртүрлі геологиялық объектілердің саны мен олардың өзара орналасуы нақты геологиялық орта қасиетін анықтайды. Құрылыс алаңның жер бетінің құрылымдық-геологиялық модель-дерін автоматты түрде құру үш мәліметтер базасының бар болуын қарастырады: геологты-маркшейдерлік ақпарат, құрылыс жер бетінің элементтері мен жарықшақтарды жаппай өлшеу, сонымен қатар әртүрлі геологиялық

шарттар үшін есептеу схемаларының математикалық модель банкі. Мұндай автоматтандырылған жүйе мынадан тұрады:

- мәліметтер базасы (геологты-маркшейдерлік ақпарат, жер бедері моделі, жер бедерінің жарықшақтарын бақылау);

- құрылыс алаңның жер бетінің беріктілігін бағалау және құрылымдық ерекшеліктерінің автоматтандырылған геометриясы (жер бедерінің құрылымдық-геометриялық моделі, әдістер банкі: есептеу схемасын таңдау үшін шешу кестелері, есептеу схемасын орындайтын бағдарлама)⁸.

Қорытынды

Түскен кіріс мәліметтерінің негізінде басқару жүйесі жұмыс мәліметтер базасын қалыптастырады, құрылыс алаңының жыныстарының жарықшақтарына талдау жүргізеді, нақты геологиялық жағдайларды бағалауды орындайды және оның негізінде шешім қабылдау кестелерімен жұмыс үшін іздеуді қалыптастырады. Іздеу түрі бойынша жер бетінің беріктілігінің есептеу схемасы анықталады, есептеулер кешені орындалады және экспертті талдау үшін кестелер қалыптастырылады.

⁸Низаметдинов Ф.К., Қуанышбекова А.А. және т.б. Күрделі тау-кен геологиялық жағдайларда кеніштер қиябетінің тұрақтылығын зерттеу. / Монография. – Алматы, 2015. – 120 б. (қазақ тілінде)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Christian O.A., Beiping W., Ziggah Y. Дифференциалды GPS өлшеулерін қолдана отырып, SRTM 4.1 және ASTER GDEM 2 нұсқасының тік дәлдігін бағалау. / Оңдо штатындағы жағдайды зерттеу, Нигерия. // Халықаралық ғылыми және инженерлік зерттеулер журналы. – 2013. – Т. 4. – Шығ. 12. – Б. 523-531 (ағылшын тілінде)
2. Awrangleb M., Lu Guojun, Fraser C.S. Күрделі қалалық көріністерді қамтитын лидарлік мәліметтерден ғимараттарды автоматты түрде шығару. // ISPRS халықаралық мұрағаты. – Цюрих (Швейцария), 2014. – Б. 25-32 (ағылшын тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Christian O.A., Beiping W., Ziggah Y. Оценка вертикальной точности SRTM версии 4.1 и ASTER GDEM версии 2 с использованием дифференциальных GPS-измерений. / Тематическое исследование в штате Оңдо, Нигерия. // Международный журнал научных и инженерных исследований. – 2013. – Т. 4. – Вып. 12. – С. 523-531. (на английском языке)
2. Awrangleb M., Lu Guojun, Fraser C.S. Автоматическое извлечение зданий из лидарных данных, охватывающих сложные городские сцены. // Международный архив ISPRS. – Цюрих (Швейцария), 2014. – С. 25-32. (на английском языке)

REFERENCES

1. Christian O.A., Beiping W., Ziggah Y. Assessing Vertical Accuracy of SRTM Ver 4.1 and ASTER GDEM Ver 2 Using Differential GPS Measurements. / Case Study in Ondo State Nigeria. // International Journal of Scientific & Engineering Research. – 2013. – Vol. 4. – Issue 12. – P. 523-531 (in English)
2. Awrangleb M., Lu Guojun, Fraser C.S. Automatic building extraction from lidar data covering complex urban scenes. // The International Archives of ISPRS. – Zurich (Switzerland), 2014. – P. 25-32 (in English)

Авторлар туралы мәліметтер:

Қуанышбек Т.К., «Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамның, «Жерге орналастыру және геодезия» кафедрасының докторанты (Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан), cobrasystems@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5041-6739>

Қуанышбекова А.А., техника ғылымдарының магистрі, «Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамның, «Жерге орналастыру және геодезия» кафедрасының аға оқытушысы (Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан), www.tolk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2743-243>

Толубекова Ж.З., техника ғылымдарының кандидаты, «Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамның, «Жерге орналастыру және геодезия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан), jtoleubekova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6196-4821>

Сведения об авторах:

Қуанышбек Т.К., докторант кафедры «Землеустройство и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский агротехнический университет им. Сакена Сейфуллина» (г. Нур-Султан, Казахстан)

Қуанышбекова А.А., магистр техн. наук, старший преподаватель кафедры «Землеустройство и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский агротехнический университет им. Сакена Сейфуллина» (г. Нур-Султан, Казахстан)

Толубекова Ж.З., канд. техн. наук, ассоциированный профессор кафедры «Землеустройство и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина» (г. Нур-Султан, Казахстан)

Information about the authors:

Kuanyshebek T.K., Doctoral Student at the Department of Land Management and Geodesy of the Non-profit Joint Stock Company «Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University» (Nur-Sultan, Kazakhstan)

Kuanyshebekova A.A., Master of Technical Sciences, Senior Lecturer at the Department of Land Management and Geodesy of the Non-Commercial Joint Stock Company «Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University» (Nur-Sultan, Kazakhstan)

Tolubekova Zh.Z., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Land Management and Geodesy of the Non-Commercial Joint Stock Company «Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University» (Nur-Sultan, Kazakhstan)



XI ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ МАЙНЕКС КАЗАХСТАН 2021

Устойчивое развитие горно-геологической
отрасли Казахстана – возможности и вызовы

13-14 сентября 2021, г. Нур-Султан



600+

Человек,
посетивших выставку



400+

Участников форума



150+

Компаний



80+

Докладчиков и участников
дискуссий



30+

Экспонента

minexkazakhstan.com

Форум проводится в Казахстане с 2010-го года и является одним из наиболее представительных отраслевых мероприятий в стране. Площадка форума предоставляет возможности для презентации и обсуждения ключевых тенденций, проектов и технологий, в горно-геологической отрасли в Казахстане и в странах среднеазиатского региона.

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
kz@minexforum.com

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
ru@minexforum.com

ЛОНДОН – ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

Advantix Limited
16 Station Road, Chesham
Bucks, HP5 1DH
United Kingdom

+44 208 089 2886
uk@minexforum.com

Код МРНТИ 52.13.05

А.А. Алтаева, Г.Б. Әбдікәрімова, С.А. Съедина

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

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НА КАРЬЕРАХ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы по изучению трещиноватости массива горных пород, поскольку детальное изучение способствует повышению безопасности и производительности труда. При оценке устойчивости бортов и уступов карьеров одним из решающих факторов, подлежащих обязательному учету, является структура массива, характеризующаяся трещиноватостью пород, наличием поверхностей ослабления, выраженных плоскостями напластования, зонами тектонических нарушений, трещинами большого протяжения и другими поверхностями. Наличие трещин в массиве приводит к существенному снижению его прочности по сравнению с прочностью образцов. Для определения прочности массива используют расчетные значения физико-механических свойств, которые получают путем ведения корректирующих (понижающих) коэффициентов в данные лабораторных испытаний. В общем случае, при изучении трещиноватости пород необходимо установить количество систем трещин, элементы залегания трещин основных систем, интенсивность трещиноватости, размер и форму элементарных структурных блоков, образованных трещинами основных систем.

Ключевые слова: трещиноватость, массив горных пород, устойчивость бортов карьера, георадар, горный компас, инклинометр, стереокамеры.

Карьерлердегі тау жыныстары массивінің жарықшақтарын зерттеу әдістеріне аналитикалық шолу

Аңдатпа. Карьерлердің ернеулері мен кертпештерінің тұрақтылығын бағалау кезінде міндетті есепке алуға жататын шешуші факторлардың бірі жыныстардың жарылуымен, қатпарлану жазықтықтарымен, тектоникалық бұзылу аймақтарымен, үлкен ұзындықтағы жарықтармен және басқа беттермен көрінетін әлсіреу беттерінің болуымен сипатталатын массивтің құрылымы болып табылады. Массивтегі жарықтардың болуы оның беріктігінің үлгілердің беріктігімен салыстырғанда айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Массивтің беріктігін анықтау үшін физикалық-механикалық қасиеттердің есептік мәні қолданылады, олар зертханалық сынақ мәліметтеріндегі коэффициенттерді түзету (төмендету) арқылы алынады. Жалпы жағдайда, тау жыныстарының жарықшақтануын зерттеу кезінде жарықтар жүйелерінің санын, негізгі жүйелердің жарықтар пайда болу элементтерін, жарықтардың қарқындылығын, негізгі жүйелердің жарықтарынан пайда болған қарапайым құрылымдық блоктардың мөлшері мен пішінін анықтау қажет. Сондықтан, бұл мақалада тау жыныстарының жарықтығын зерттеу мәселелері қарастырылған, өйткені егжей-тегжейлі зерттеу қауіпсіздік пен еңбек өнімділігін арттыруға көмектеседі.

Түйінді сөздер: жарықтық, тау жыныстарының массиві, карьер ернеулерінің орнықтылығы, георадар, тау компасы, инклинометр, стереокамералар.

Analytical review of methods for studying fracturing of rock mass in open pits

Abstract. When assessing the stability of open pit sides, one of the decisive factors that must be taken into account is the structure of the massif, characterized by fracturing of rocks, the presence of weakening surfaces, expressed by bedding planes, zones of tectonic disturbances, long cracks and other surfaces. The presence of cracks in the massif leads to a significant decrease in its strength in comparison with the strength of the samples. To determine the strength of the massif, the calculated values of the physical and mechanical properties are used, which are obtained by maintaining corrective (lowering) coefficients in the laboratory test data. In general, when studying the fracturing of rocks, it is necessary to establish the number of fracture systems, the elements of occurrence of fractures of the main systems, the intensity of fracturing, the size and shape of the elementary structural blocks formed by the fractures of the main systems. Therefore, this article discusses the issues of studying the fracturing of the rock mass, since a detailed study contributes to an increase in safety and labor productivity.

Key words: fracturing, rock mass, pit wall stability, georadar, compass, inclinometer, stereo cameras.

Введение

Исследования устойчивости откосов и уступов в карьерах основываются на собранных данных, относящихся к неповрежденным и трещиноватым массивам горных пород. Определение полевых характеристик свойств структурных неоднородностей включает в себя сбор данных для различных параметров, таких как ориентация, углы падения, азимут падения, простирания трещин, шероховатость, заполняющий материал, наличие водопотоков и количество трещин в системе.

Одной из наиболее важных характеристик трещиноватости является их ориентация в пространстве как относительно друг друга, так и относительно поверхности уступа. Подобным образом ориентированные трещины обычно группируются в систему трещин [1]. Идентификация этих систем

является значимым шагом в процессе описания трещин.

При сборе данных о трещиноватости необходимо получить большой набор данных, который точно представляет геологические неоднородности участков (например, литологию, структуру горных пород). Данные, собранные в результате этих исследований, впоследствии могут быть использованы при блочном моделировании, проектировании горных работ и других инженерных проектных работах.

Методы исследования

Согласно данным Международного общества по механике горных пород (International Society for Rock Mechanics (ISRM)) [2], предлагаемые методы количественного описания трещиноватости делятся на ручные (методы бурения скважин, описание стенок скважин, горный компас, инклинометр) и

бесконтактные методы (наземная фотограмметрия, наземный георадар, лазерный сканер, тахеометр), которые приведены далее.

Метод бурения скважин дает важную информацию о геологическом строении недр. С помощью этого метода собирают данные об ориентации, протяженности и шероховатости трещин. Одним из важных преимуществ полученного керна является простой отбор образцов для изучения трещиноватости в породе и прилегающем массиве горных пород при испытаниях на деформируемость и прочность [3].

Описание стенок скважины состоит из ручных методов картирования, таких как сканирование линии и картирование по ячейкам. Эти методы предоставляют важные данные о нарушениях непрерывности, которые впоследствии могут быть проанализированы статистически.

Таблица 1
Сравнительный анализ методов наблюдения за трещиноватостью массива горных пород
Кесте 1
Тау жыныстары массивінің жарылуын бақылау әдістерін салыстырмалы талдау
Table 1
Comparative analysis of rock mass fracturing observation methods

Методы наблюдения	Область применения	Диапазон измерения	Сложность съемки	Сложность обработки
<i>Лазерное сканирование</i>	геодезия, горное дело, маркшейдерия, гражданская инфраструктура, геология	до 300 м	ограниченные возможности для автоматизации	требуются большие ресурсы вычислительной техники и мощные коммуникационные каналы
<i>Тахеометры без отражателя</i>	геодезия, горное дело, строительство	до 500 м	погодные условия и факторы окружающей среды	значительная трудоемкость и высокая стоимость проведения работ
<i>Цифровая фотограмметрия</i>	геодезия, горное дело, строительство	0,4 мкм – 30 м	неэффективны при исследовании небольших территорий	требуются высокая квалификация, практический опыт оператора для обработки
<i>Методы цифровой обработки изображений</i>	геодезия, горное дело, инженерно-геодезические изыскания, строительство	512 × 512 мкм или 768 × 512 мкм	влияние ряда негативных факторов, приводящих к появлению зашумленных участков	сложность обработки цифровых фотографий горных пород возникает при уменьшении шума и его устранении
<i>Горный компас</i>	горное дело, геология	вертикальные углы ± 90°	прямой физический доступ к поверхности горных пород может быть невозможен в любое время	собранные данные часто бывают субъективными в зависимости от опыта и геологических знаний
<i>Наземный георадар</i>	горное дело, геофизика, геология	от 0,25 м до 15 м	требует больше времени для обработки данных	обработка синхронизированных сигналов
<i>Метод бурения скважин</i>	горное дело, геофизика, геология	глубина до 2000 м	процесс бурения может существенно изменить физические характеристики пробурующего образца	образец может быть «нарушен» в том смысле, что четкое граничное условие становится труднее идентифицировать
<i>Сейсмоакустический метод</i>	горное дело, геофизика, геология	от 5 Гц до 500 Гц	методом преломленных волн определить степень трещиноватости	качество и точность выделения сигнала на фоне помех сильно зависит от реализации той или иной аппаратуры

Геометрические характеристики трещин традиционно измеряются на обнаженных поверхностях горных пород с использованием простого оборудования, такого как компас, инклинометр, измерительная лента и измеритель профиля шероховатости¹ (рис. 1). Хотя эти методы просты в использовании и позволяют определить геометрию

трещин, на практике ручной сбор данных по массиву горных пород может сопровождаться трудностями, предвзятостью или ошибками по следующим причинам:

- ограниченный физический доступ к поверхности горных пород;
- собранные данные часто бывают субъективными в зависимости от опыта и геологических знаний;

- работа в неукрепленных зонах может представлять определенный уровень опасности обрушения для персонала, собирающего данные;
- ошибки могут возникнуть из-за методов выборки, инструмента и в силу человеческого фактора;
- невозможность вручную эффективно измерить длинные расстояния (более 6 м).

¹Макаров А.Б. Практическая геомеханика: пособие для горных инженеров. – М.: Горная книга, 2006. – 391 с. ISBN 5-98672-038-5

Таблица 2

Преимущества и недостатки методов наблюдения за трещиноватостью массива горных пород

Кесте 2

Тау жыныстары массивінің жарылуын бақылау әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері

Table 2

Advantages and disadvantages of methods for observing the fracturing of a rock mass

Методы наблюдения	Доступность	Преимущества	Недостатки
<i>Лазерное сканирование</i>	высокая стоимость	захват большой площади с высоким разрешением; короткое время съемки; цифровое изображение; возможность определить физические изменения	контроль небольших деформаций, менее нескольких мм; дальность действия лазерного сканера ограничена
<i>Тахеометры без отражателя</i>	высокая стоимость	возможность быстро анализировать большие площади; нет прямого контакта с поверхностью горного массива; легкость сбора данных; возможность сбора данных в недоступных местах	трудоемкость, высокая стоимость проведения работ, погодные условия и факторы окружающей среды
<i>Цифровая фотограмметрия</i>	высокая стоимость	облака точек плотнее; простой в использовании, легкий в обработке; объективность и достоверность информации, возможность при необходимости повторения измерений	зависимость от метеоусловий; требования к вычислительной мощности
<i>Методы цифровой обработки изображений</i>	доступно	изображение представляет аналоговую модель снимаемого объекта; высокая разрешающая способность	ограничение спектральной зоны съемки (0,3-1,1 мкм); зависимость от погодных условий
<i>Горный компас</i>	низкая стоимость	определяет геометрию трещин	ручной сбор полевых данных обычно занимает много времени, труда
<i>Наземный георадар</i>	доступно	чрезвычайно экономичный и мобильный способ съемки; позволяет измерять размеры, глубину и толщину объектов; данные предоставляются быстро и могут охватывать большую площадь	не работает в плотных грунтах, прибор часто требует больше времени для обработки данных
<i>Метод бурения скважин</i>	высокая стоимость	бесценный объем информации о геологических условиях недр; возможность получения данных об ориентации, протяженности и шероховатости трещин	при использовании его под углом в трещинах породы может возникнуть заклинивание керна
<i>Сейсмоакустический метод</i>	низкая стоимость	низкие трудозатраты, стоимость и сроки выполнения работ	отсутствие единой методики исследований

Наземный георадар—это геофизический прибор радиолокационного зондирования, который использует радиоволны для захвата изображений под поверхностью земли минимально инвазивным способом [4]. Георадар состоит из передатчика, который посылает электромагнитную энергию в породу и приемной антенны, излучающей сверхкороткие электромагнитные импульсы

(единицы и доли наносекунды), имеющие 1,0-1,5 периода квазигармонического сигнала и достаточно широкий спектр излучения.

Сейсмоакустический метод — геофизический способ оценки трещиноватости и степени нарушенности массива горных пород, который применяется в основном для исследования глубокозалегающих трещин. Методика определения

трещиноватости этим способом основана на сопоставлении скоростей продольных волн, находящихся в зоне трещиноватых горных пород и вне ее пределов [5].

За последние несколько десятилетий были разработаны бесконтактные методы, такие как наземная цифровая фотограмметрия, лазерное сканирование, тахеометры и другие методы, которые

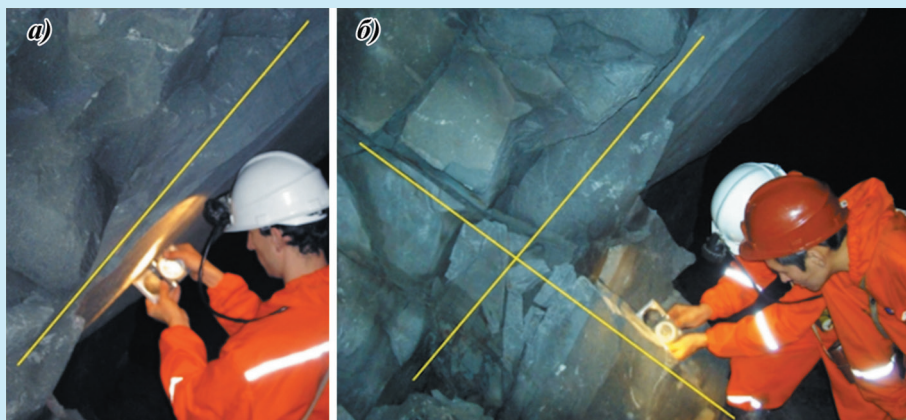


Рис. 1. Использование горного компаса с инклинометром для измерения угла падения (а) и направления азимута падения (б).

Сурет 1. Құлау бұрышын (а) және құлау азимуты бағытын өлшеу үшін инклинометрі бар тау компасын пайдалану (б).

Figure 1. Using a mountain compass with an inclinometer to measure the angle of incidence (a) and the azimuth direction of incidence (b).

минимизируют ошибки, традиционно вносимые ручным методом.

Наземная цифровая фотограмметрия – метод трехмерного картирования путем измерения изображений объекта, основанный на принципе триангуляции. Съемка какого-либо объекта выполняется с одной или нескольких фотостанций, состоящих из двух или трех точек фотографирования. На этих точках устанавливают штативы, в трегеры которых по очереди вставляют фотокамеру, теодолит, дальнометрную рейку или марку [6].

Тахеометр. Одним из новых методов бесконтактных измерений трещин является применение тахеометра без отражателя. Большая поверхность трещины может автоматически сканироваться с постоянным интервалом между точками отбора проб как в пределах определенной области, так и вдоль поперечного сечения обнаженной поверхности породы.

Наземное трехмерное лазерное сканирование – относительно новая технология, которая нашла широкое применение в области инженерии. Оно является бесконтактным методом измерения, с помощью которого получают растр большого количества точек (облака) на исследуемом объекте или участке местности. В процессе лазерного сканирования фиксируется расстояние до точек объекта и направление распространения лазерного луча [7].

Методы цифровой обработки изображений имеют высокую эффективность в этой области. Изображение в градациях серого – это двумерная функция, которая представлена $f(x, y)$. Цифровое изображение состоит из конечного числа элементов, каждый из которых имеет определенное место и количество пикселей [8, 9].

Применение стереокамер от Sirovision – специально созданная система, состоящая из двух цифровых

камер, системы освещения, лазерной системы наведения и программного обеспечения для эффективного сбора и обработки изображений скальных поверхностей. Система визуализации работает на принципах фотограмметрии, то есть наложения двух двумерных изображений с центральной точкой фокусировки с математическими алгоритмами, извлекающими трехмерную информацию из пары двумерных изображений. Сравнительный анализ перечисленных методов наблюдения за трещиноватостью горных пород приведен в табл. 1, 2.

Заключение

Проанализировав преимущества и недостатки изложенных методов, можно сделать следующий вывод:

- стандартные методы ручного картирования могут занимать много времени; доступ к области, подлежащей картированию, не всегда возможен, особенно при активных горных работах; более того, такие области, как борты и уступы, могут создавать опасность для персонала, собирающего данные, в виде оползней и осыпей;

- бесконтактные методы могут обеспечить большой набор данных с трещиноватостью и охватывать большие площади; кроме того, время, затрачиваемое на сбор информации о горных массивах, относительно невелико.

- бесконтактные методы (тахеометры, лазерные сканеры) могут быть на балансе предприятия, персонал умеет работать данными приборами.

- приобретение наземных георадаров, сейсмоакустических приборов требует приобретения специализированного оборудования и обучения персонала.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Levy M.E., Visca P.J. Статистическая характеристика структуры горных пород с использованием LiDAR. // 43-й симпозиум по механике горных пород в США и симпозиуме по механике горных пород США и Канады. – Эшвилл, 2009 (28 июня – 1 июля). – №38(11). – С. 26-29. (на английском языке)
2. Barton N.R. Предлагаемые методы количественного описания разрывов в горных массивах: Международное общество механики горных пород. // Журнал горных наук по механике горных пород и геомеханике. Тезисы докладов. – 1978. – №15. – С. 319-368. (на английском языке)
3. Williams H., Johnson D. Акустическое и оптическое построение изображений стенок скважин для исследования водоносных горизонтов трещиноватых пород. // Журнал прикладной геофизики. – 2004. – №55(1). – С. 151-159. (на английском языке).

4. Elkarmoty M., Colla C., Gabrielli E., Bonduà S., Bruno R. Детерминированное трехмерное моделирование разрушения горных пород на основе георадиолокационной съемки: тематическое исследование в карьере песчаника в Италии. // Экология и инженерные науки о Земле. – 2017. – №23(4). – С. 314-331. (на английском языке)
5. Прудецкий Н.Д., Соколов К.О., Федорова Л.Л. Аналитический обзор методов исследования трещин в четвертичных отложениях криолитозоны. // Успехи современного естествознания. – 2019. – №11. – С. 185-191. (на русском языке)
6. Uotinen L., Janiszewski M., Baghbanan A., et al. Фотограмметрия для регистрации геометрии поверхности горных пород и характеристики трещин. // Труды 14-го Международного конгресса по механике горных пород и горной инженерии (ISRM). – 2019. – Вып. 6. – С. 461-468. (на английском языке)
7. Ketenу J., Mofya E., Handy J. Использование цифровых изображений и технологий лазерного сканирования для определения характеристик трещин в полевых условиях. // Труды по почвам и породам Америки (12-я Панамериканская конференция по механике грунтов и геотехнической инженерии и 39-й симпозиум по механике горных пород в США). – Массачусетс: Массачусетский институт технологий, 2003. – С. 117-122. (на английском языке)
8. Lato M., Ketenу J., Harrap R.M., Bevan G. Создание общего хранилища и стандартов для оценки характеристик горных пород с использованием LiDAR и фотограмметрии. // Компьютеры и науки о Земле. – 2012. – №50(1). – Р. 106-114. (на английском языке).
9. Mohebbi M., Vafghi A.Y., Marji M.F., Gholamnejad J. Анализ структурных данных горных массивов с использованием методов обработки изображений (пример: северные склоны железорудного рудника Чогхарт). // Журнал горнодобывающей промышленности и окружающей среды. – Опул. в Интернетe: 27 мая 2016 г. – С. 61-75. (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Levy M.E., Visca P.J. LiDAR Көмегімен тау жыныстарының құрылымын статистикалық сипаттау. // АҚШ-тағы тау жыныстарының механикасы бойынша 43-ші симпозиумда және АҚШ пен Канада тау жыныстарының механикасы бойынша симпозиумда. – Эшвилл, 2009. (28 маусым – 1 шілде). – №38(11). – Б. 26-29. (ағылшын тілінде)
2. Barton N.R. Тау сілемдеріндегі үзілістерді сандық сипаттаудың ұсынылған әдістері. // Тау жыныстарының механикасы және геомеханика бойынша тау-кен ғылымдарының журналы. Баяндама тезистері. – 1978. – №15. – Б. 319-368. (ағылшын тілінде)
3. Williams H., Johnson D. Сынған жыныстардың сулы қабаттарын зерттеу үшін ұңғыма қабырғаларының суреттерінің акустикалық және оптикалық құрылысы // Қолданбалы геофизика журналы. – 2004. – №55(1). – Б. 151-159. (ағылшын тілінде)
4. Elkarmoty M., Colla C., Gabrielli E., Bonduà S., Bruno R. Георадиолокациялық түсіру негізінде тау жыныстарының жойылуын детерминирленген үш өлшемді модельдеу: тақырыптық зерттеу карьердегі өндіру құмтас Италия. // Экология және жер туралы инженерлік ғылымдар. – 2004. – №55(1). – С. 151-159. (ағылшын тілінде).
5. Прудецкий Н.Д., Соколов К.О., Федорова Л.Л. Криолитозонның төрттік шөгінділеріндегі жарықтарды зерттеу әдістеріне аналитикалық шолу. // Қазіргі жаратылыстанудың жетістіктері. – 2019. – №11. – Б. 185-191. (орыс тілінде)
6. Uotinen L., Janiszewski M., Baghbanan A., et al. Тау жыныстарының беткі геометриясын және жарықтардың сипаттамаларын тіркеуге арналған фотограмметрия. // 14-ші Халықаралық тау-кен механикасы және тау-кен инженериясы конгресінің еңбектері (ISRM). – 2019. – Шығ. 6. – Б. 461-468. (ағылшын тілінде)
7. Ketenу J., Mofya E., Handy J. Далалық жарықтардың сипаттамаларын анықтау үшін сандық кескіндер мен лазерлік сканерлеу технологияларын қолдану. // Жер механикасы және геотехникалық инженерия бойынша (12-ші Панамерикалық конференция және АҚШ-тағы тау жыныстары механикасы бойынша 39-шы симпозиум). – Массачусетс: Массачусетс Технологиялық Институты, 2003. – Б. 117-122. (ағылшын тілінде)
8. Lato M., Ketenу J., Harrap R.M., Bevan G. LiDAR және фотограмметрия, қолдана отырып, тау жыныстарының сипаттамаларын бағалау үшін ортақ қойма мен стандарттар құру. // Компьютерлер мен гео-ғылымды. – 2012. – №50(1). – Р. 106-114. (ағылшын тілінде)
9. Mohebbi M., Vafghi A.Y., Marji M.F., Gholamnejad J. Суреттерді өңдеу әдістерін қолдана отырып, тау-кен орындарының құрылымдық мәліметтерін талдау (мысалы: Чогхарт темір рудасының солтүстік беткейлері). // Тау-кен және қоршаған орта журналы. – Интернетте жарияланған: 27 мамыр 2016 ж. (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Levy M.E., Visca P.J. *Statistical Characterization of Rock Structure using LiDAR. // 43rd US Rock Mechanics Symposium and US-Canada Rock Mechanics Symposium. – Asheville, 2009 (28 June – 1 July). – №38(11). – P. 26-29. (in English)*
2. Barton N.R. *Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses: International Society for Rock Mechanics. // Journal of Rock Mechanics Mining Science and Geomechanics Abstracts. – 1978. – №15. – P. 319-368. (in English)*
3. Williams H., Johnson D. *Acoustic and optical borehole-wall imaging for fractured-rock aquifer studies. // Journal of Applied Geophysics. – 2004. – №55(1). – P. 151-159. (in English)*
4. Elkarmoty M., Colla C., Gabrielli E., Bonduà S., Bruno R. *Deterministic Three-dimensional Rock Mass Fracture Modeling from Geo-radar Survey: a Case Study in a Sandstone Quarry in Italy. // Environmental and Engineering Geoscience. – 2017. – №23(4). – P. 314-331. (in English)*
5. Prudeskii N.D., Sokolov K.O., Fedorova L.L. *Analiticheskij obzor metodov issledovaniya treshhin v chetvertichnyx otlozheniyax kriolitozony = Analytical review of methods for studying cracks in Quaternary sediments of the cryolithozone. // Uspexi sovremennogo estestvoznaniya = Achievements of modern natural science. – 2019. – №11. – P. 185-191. (in Russian)*
6. Uotinen L., Janiszewski M., Baghbanan A., et al. *Photogrammetry for recording rock surface geometry and fracture characterization. // Proceedings of the 14th International Congress on Rock Mechanics and Rock Engineering (ISRM). – 2019. – Vol. 6. – P. 461-468. (in English)*
7. Kemeny J., Mofya E., Handy J. *The use of digital imaging and laser scanning technologies for field rock fracture characterization. // Proceedings of Soil and Rock America (12th Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering and the 39th US Rock Mechanics Symposium). – Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2003. – B. 117-122. 2003. (in English)*
8. Lato M., Kemeny J., Harrap R.M., Bevan G. *Rock Bench: Establishing a common repository and standards for assessing rockmass characteristics using LiDAR and Photogrammetry. // Computers & Geosciences. – 2012. – №50(1). – P. 106-114. (in English)*
9. Mohebbi M., Bafghi A.Y., Marji M.F., Gholamnejad J. *Rock mass structural data analysis using image processing techniques (Case study: Choghart iron ore mine northern slopes). // Journal of Mining & Environment. – Published online: 27 May 2016. (in English)*

Сведения об авторах:

Алтаева А.А., младший научный сотрудник лаборатории горного давления Института горного дела им. Д.А. Кунаева – филиала Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан), a.aselya_92@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1675-6828>

Абдикаримова Г.Б., младший научный сотрудник лаборатории управления геомеханическими процессами Института горного дела им. Д.А. Кунаева – филиала Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан), abdykarimovagulnur@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0767-7538>

Сьедина С.А., PhD, научный сотрудник лаборатории управления геомеханическими процессами Института горного дела им. Д.А. Кунаева – филиала Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан), ssa2704@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0664-9057>

Авторлар туралы мәліметтер:

Алтаева А.А., Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен ісі институтының – «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» Республикалық мемлекеттік кәсіпорнының филиалы, тау-кен қысымы зертханасының кіші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Әбдікаримова Г.Б., Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен ісі институтының – «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» Республикалық мемлекеттік кәсіпорнының филиалы, геомеханикалық процесстерді басқару зертханасы кіші ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Сьедина С.А., PhD, Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен ісі институтының – «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» Республикалық мемлекеттік кәсіпорнының филиалы, геомеханикалық процесстерді басқару зертханасы ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Altayeva A.A., Junior Researcher Assistant at the Mining Pressure Laboratory of the D.A. Kunaev Institute of Mining – a Branch of the Republican State Enterprise «National Center for Integrated Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan» (Almaty, Kazakhstan)

Abdykarimova G.B., Junior Researcher Assistant at the Control of Geomechanical Processes Laboratory of the D.A. Kunaev Institute of Mining – a Branch of the Republican State Enterprise «National Center for Integrated Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan» (Almaty, Kazakhstan)

S'edina S.A., Researcher Assistant at the Control of Geomechanical Processes Laboratory of the D.A. Kunaev Institute of Mining – a Branch of the Republican State Enterprise «National Center for Integrated Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan» (Almaty, Kazakhstan)

Статья написана в рамках грантового финансирования по проекту №AP08053358 «Управление горным массивом для обеспечения безопасной отработки месторождения на основе комплексной геомеханической модели».

MinTech-2021

27-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ,
УГОЛЬНОЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



28-30 сентября
г.Павлодар
КАЗАХСТАН

www.kazexpo.kz



По вопросам участия
обращайтесь к организаторам:



тел./факс: 8 (727) 250-75-19
тел: 8 (727) 313-76-28, 313-76-29
e-mail: kazexpo@kazexpo.kz

Код МРНТИ 52.13.23

В.Ф. Демин, Р.А. Мусин, С.В. Барсуков, Д.И. Панферов

Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан)

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ КРОВЛИ НА НЕУСТОЙЧИВЫХ УЧАСТКАХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Аннотация. Проанализировав современные условия добычи твердых полезных ископаемых, в том числе угля, можно сделать вывод, что основная часть затрат направлена на крепление и поддержание устойчивости горных выработок. Зоны геологических нарушений являются критическим местом обрушения горного массива при его креплении. В таких случаях используется опережающее крепление. Преимуществами анкерования являются: увеличение скорости проходки за счет уменьшения времени, затрачиваемого на крепление и выкладки клетей под вывалы; повышение безопасности проходки за счет лучшей устойчивости к разрушению от воздействия взрывных работ и сохранения целостности горного массива; возможность максимальной механизации процесса крепления; снижение затрат на крепление и обслуживание выработок за счет экономии материалов и затрат при их доставке; а также возможность уменьшения проточного сечения шахты на 18-25% без существенного изменения ее аэродинамических характеристик.

Ключевые слова: анкерное крепление, крепление, крепление горных выработок, опережающее крепление, гибкая крепь, горное давление, управление кровлей, куполообразование.

Тау-кен қазбаларының тұрақсыз учаскелерінде тікелей шатырдың тұрақтылығын арттыру

Андатпа. Көмір өндіруші де, кен өндіруші де кәсіпорындарды игерудің заманауи жағдайларын талдай отырып, шығындардың негізгі бөлігі тау-кен қазбаларының тұрақтылығын нығайтуға және сақтауға байланысты деп қорытынды жасауға болады. Геологиялық бұзылу аймақтары тау сілемдерін бекіту кезінде оның құлауының сыни орны болып табылады. Мұндай жағдайларда алдын-ала бекіту қолданылады. Зәкірдің артықшылығы: бекіту мен орнатуға кететін уақытты азайту арқылы ену жылдамдығын арттыру; жару жұмыстарының әсерінен бұзылуға жақсы тұрақтылық және тау-кен массивінің тұтастығын сақтау есебінен ұңғыма қауіпсіздігін арттыру; бекіту процесін барынша механикаландыру мүмкіндігі; материалдарды және оларды жеткізу кезінде шығындарды үнемдеу есебінен қазбаларды бекіту және қызмет көрсету шығындарын азайту; сондай-ақ шахтаның ағындық кимасын оның аэродинамикалық сипаттамаларын елеулі өзгертпей 18-25%-ға азайту мүмкіндігі.

Түйінді сөздер: анкерлік бекіту, бекіту, тау-кен қазбаларын бекіту, озық бекіту, икемді бекіту, тау-кен қысымы, шатырды басқару, кумбезді қалыптастыру.

Improving the stability of the immediate roof in unstable areas of mine drifts

Abstract. After analyzing the modern conditions of development of both coal mining and ore mining enterprises, we can conclude that the main part of the costs is associated with the support and maintenance of the stability of mine workings. Zones of geological disturbances are the critical place for rock mass falls during fastening. In such cases, an advanced anchorage is used. The advantages of anchoring are: an increase in the rate of penetration due to a decrease in the time spent on fastening and castration of dumps; increasing the safety of penetration due to the best resistance to destruction of the impact of blasting operations and maintaining the integrity of the rock mass; the possibility of maximum mechanization of the fastening process; reduction of costs for fastening and maintaining workings, due to saving material and costs during their delivery; as well as the possibility of reducing the flow section of the mine by 18-25%, without significant changes in its aerodynamic characteristics.

Key words: anchoring, fastening of mine workings, advanced fastening, flexible support, rock pressure, roof control, dome formation, rock pliability, saving an array, underground mining.

Введение

Анкерное крепление на сегодняшний день является базовым технологическим процессом, во многом определяющим стратегию развития современного предприятия.

Традиционно анкер рассматривается, как чисто силовой элемент, который, в отличие от рамной и стоечной крепи, создает отпор массиву и препятствует расслоению пород, опираясь не на почву, а на более прочные породы, залегающие в массиве горной выработки.

Технологически анкерная крепь может характеризоваться конструктивными особенностями и несущей нагрузкой, приходящейся на один анкер. Несущая нагрузка является важным показателем, который определяется, главным образом, способом и условием закрепления. Поэтому увеличение надежности и эффективности системы анкерного крепления связано с усовершенствованием современных средств и способов [1].

Понимание сущности влияния анкерных крепей на закрепленный массив значительно отстает от внедрения данного вида крепления на предприятиях. Исходные данные для расчета паспорта крепления определяются из соображения устойчивости нижнего слоя пород, а не условия обеспечения несущей способности конструкции, создаваемой в окружающей выработку массиве.

Податливость при расчетах анкерного крепления сводится к минимуму за счет доведения несущей способности единичных анкерных крепей до необоснованно многократно завышенных показателей, при которых анкерная крепь выступает в роли жесткой опоры. Введение податливости при анкерном креплении горных пород позволит перейти к правильному пониманию трактовки теории о формировании грузонесущей конструкции или теории совместной работы крепи и породы.

Цель исследования – оптимизация совместной работы анкерной крепи и массива пород, что является наилучшим вариантом крепления, при котором силовая и деформационная характеристики крепи соответствуют напряжениям и деформациям массива.

Методы исследования

Проблема крепления горных выработок является одной из самых важных в общем комплексе вопросов строительства угледобывающих предприятий. Анкерная податливая крепь повседневно применяется в широком диапазоне горно-геологических условий и сечений выработок. Работоспособность, деформационно-силовые характеристики анкерных крепей и область их эффективного применения во многом зависят от принятой технологии крепления [2].

В настоящей работе анкерная крепь рассматривается как податливая, для проверки результатов данного крепления подобраны эмпирические формулы и рассмотрены различные варианты расположения анкеров [3].

Результаты исследований

Решаемая задача заключается в повышении эффективности крепления горных выработок за счет обеспечения возможности надежного и качественного закрепления выработок, обусловленного образованием зоны укрепленных пород как по контуру выработки, так и в пределах границ зоны возможного их обрушения¹.

Способ опережающего крепления кровли горных выработок применяется преимущественно для выработок прямоугольной формы поперечного сечения, в которых бурят шпуров и скрепляют массив анкерами.

Для решения поставленной задачи с заявляемым техническим результатом, необходимы: бурение в кровлю выработки наклонных шпуров (рис. 1, 2) под углом по направлению продвижения забоя и установка в них анкеров 1 для предотвращения развития импульса напряжений

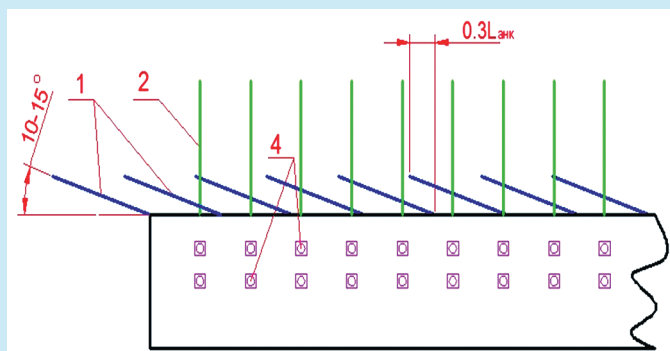


Рис. 1. Общий вид технологической схемы предлагаемого способа.

Сурет 1. Ұсынылған әдістің технологиялық схемасының жалпы түрі.

Figure 1. General view of the technological scheme of the proposed method.

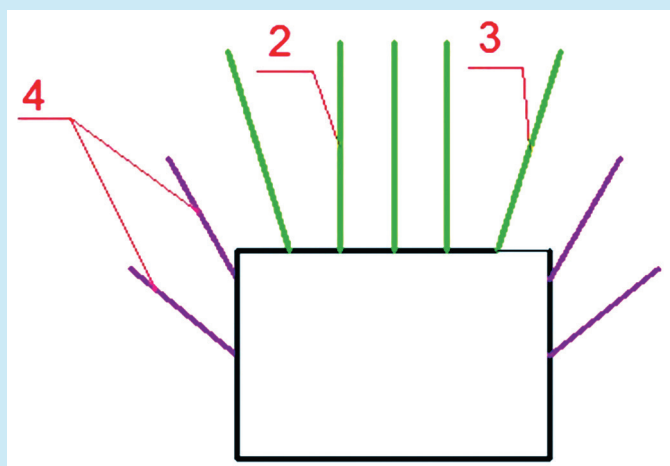


Рис. 2. Поперечное сечение горной выработки.

Сурет 2. Тау-кен қазбасының көлденең қимасы.

Figure 2. Cross-section of a mine.

и вывалообразований в процессе проведения выработки. По окончании проходческих работ бурят шпуров и устанавливают в них анкеры перпендикулярно кровле 2; одновременно бурят наклонные шпуров в кровлю выработки 3 и устанавливают анкеры в борта выработки 4.

Наклонные анкеры кровли выработки стоит применять как опережающую крепь в зонах геологических нарушений, вмещающие породы которых сложены из неустойчивых пород, склонных к вывалообразованию [4].

В призабойном пространстве проводимой выработки в кровлю выработки по направлению продвижения забоя под углом к контуру устанавливаются наклонные анкеры, выполняющие роль контурного опережающего крепления, препятствуя развитию разрушения пород массива. Прогнозируемая глубина куполообразования C в пластовых или породных выработках определяется по формуле (1) [5]:

$$C = [(K_{сж} \gamma HB / 100 \sigma_n) \times (\cos \alpha / 2) - 1] h \operatorname{tg}[(90^\circ - \varphi) / 2], \text{ м}, \quad (1)$$

где $K_{сж}$ – коэффициент концентрации сжимающих напряжений в пятах свода естественного равновесия, связанный с проведением выработки (принимается 1,2 для одиночной выработки; 1,4 – для сопряжений);

γ – средняя плотность горных пород, залегающих над выработкой до поверхности, 2,7 т/м³;

H – глубина заложения выработки от поверхности, м;

B – коэффициент влияния очистных работ для пластовых и породных выработок, сооружаемых вне зоны влияния очистных работ, 1,5 (легкоуправляемые породы кровли) – 1,7 (трудноуправляемые породы кровли);

σ_n – средняя прочность сжимаемой толщи пород мощностью h , подсеченных выработкой, МПа;

α – угол падения горных пород, градус;

h – мощность сжимаемой толщи слоев пород, подсеченных выработкой, м.

Длина куполообразования с нарушением устойчивости горной выработки определяется по протяженности зоны неустойчивых пород [6, 7]:

$$L_H = 25,8 e^{-0,035a}, \text{ м}, \quad (2)$$

где a – угол встречи выработки с плоскостью нарушения, град.

Длина контурных анкеров в кровле и боках (при необходимости) выработки $L_{ак}$ с нахлестом $0,3L_{ак}$ смежных партий установленных анкеров и углом их наклона $10-15^\circ$ от оси плоскости проведения выработки¹ рассчитывается по формуле:

$$L_{ак} = L_y + L_y / f_n \cos \varphi, \text{ м}, \quad (3)$$

где L_y – глубина возможного ухода груди забоя по кровле (без ее крепления), м;

f – коэффициент крепости по шкале проф. Протоdjяконова;

φ – угол внутреннего трения пород.

На основе полученных данных по куполообразованию определяются длина опережающих и кровельных анкеров с учетом характера проявлений горного давления, расчетной схемы анкерной крепи и глубины зоны возможного обрушения пород, плотность установки анкеров в кровле, расстояние и шаг установки анкеров, а также параметры установки боковых анкеров.

¹Черняк И.Л. Повышение устойчивости подготовительных выработок. – М.: Недра, 1993. – 256 с.

Обсуждение результатов

Результатом опережающего крепления является отсутствие вывалов горной массы из массива. Это достигается, благодаря крутонаклонным анкерам, которые не позволяют трещинам распространяться в массив и отделять горную массу². Особенностью является взгляд на работу анкера как податливой крепи, обычно рассматриваемого абсолютно жестким креплением.

Сложность применения данной технологии заключается в дополнительных трудо- и материалозатратах на опережающую крепь, и в том, что не вся техника способна производить бурение крутонаклонных шпуров под данные анкеры.

Целесообразно изучить использование данного типа крепления в породах, имеющих очень развитую систему трещин. При расположении трещин согласно

направлению продвижения выработки возможно расширение и увеличение системы трещин посредством бурения шпуров [4, 8].

Заключение

Техническим результатом решения поставленной задачи является технология крепления кровли выработки, обеспечивающая снижение напряжений и сохранение целостности массива в забойной части выработки с породами кровли, склонными к вывалообразованию. Данное техническое решение увеличивает показатели устойчивости непосредственной кровли на неустойчивых, склонных к обрушению участках горных выработок, улучшает условия безопасности ведения работ на глубоких горизонтах посредством сшивания неустойчивых пород непосредственной кровли и последующим закреплением созданного искусственного контура.

²Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Инструкция по расчету применению анкерной крепи на угольных шахтах. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. – Серия 05. – Вып. 42. – 186 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Демин В.Ф., Мусин Р.А., Демина Т.В., Жумабекова А.Е. Исследование влияния кромкозащитных анкеров на пучение грунта горных выработок. // *Новости Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геолого-технических наук.* – 2020. – №5(443). – С. 71-80. (на английском языке)
2. Демин В.Ф., Мусин Р.А., Баузбаев М.Б., Асанова Ж.М. Управление геомеханическим состоянием приконтурного массива в зоне влияния горного давления. // *Промышленность Казахстана.* – 2020. – №3(111). – С. 82-87. (на русском языке)
3. Демин В.Ф., Мусин Р.А., Яворский В.В., Демин В.В. Эффективность использования геомеханической системы «горный массив – анкерное крепление» для повышения устойчивости горных выработок. // *Уголь.* – 2014. – №2. – С. 18-23. (на русском языке)
4. Li D., Wong L. Nu., Liu G., Zhang X. Влияние содержания воды и анизотропии на прочность и деформируемость низкопористых метаосадочных пород при трехосном сжатии. // *Инженерная геология.* – 2012. – №126. – С. 46-66. (на английском языке)
5. Лучников В.Н., Еременко В.А., Сэнди М.П. Наземные опоры для подземных горных выработок: энергоемкость и затраты. // *Добыча полезных ископаемых в Евразии.* – 2014. – №1. – С. 54-62. (на английском языке)
6. Zhang Q.W., Zhao J. Обзор динамических экспериментальных методов и механического поведения горных материалов. // *Механика горных пород и горная инженерия.* – 2014. – №47(4). – С. 1411-1478. (на английском языке)
7. Демин В.Ф., Портнов В.С., Мусин Р.А., Маусымбаева А.Д., Демин В.В. Анкерное крепление горных выработок для повышения устойчивости угленосного массива. // *Уголь.* – 2013. – №11. – С. 70-74. (на русском языке)
8. Еременко В.А., Разумов Е.А., Зяятдинов Д.Ф., Позолотин А.С., Прохвятилов С.А., Красилов С.Ю. Совершенствование двухуровневой технологии анкерного крепления широких сопряжений горных выработок. // *ГИАБ.* – 2013. – №5. – С. 20-30. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Демин В.Ф., Мусин Р.А., Демина Т.В., Жумабекова А.Е. Кен қазбаларында топырақтың ісінуіне шеткі қорғаныс якорларының әсерін зерттеу. // *Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым Академиясының жаңалықтары. Геологиялық және техникалық ғылымдар сериясы.* – 2020. – №5(443). – Б. 71-80. (ағылшын тілінде)

2. Демин В.Ф., Мусин Р.А., Байызбаев М.Б., Асанова Ж.М. Тау қысымының әсер ету аймағындағы контурлық массивтің геомеханикалық күйін басқару. // Қазақстан Өнеркәсібі. – 2020. – №3(111). – Б. 82-87. (орыс тілінде)
3. Демин В.Ф., Мусин Р.А., Яворский В.В., Демин В.В. Тау-кен қазбаларының тұрақтылығын арттыру үшін «тау массиві-анкерлік бекіту» геомеханикалық жүйесін қолдану тиімділігі. // Көмір. – 2013. – №11. – Б. 70-74. (орыс тілінде)
4. Li D., Wong L. Ny., Liu G., Zhang X. Триаксиалды сығылған кезде кеуектілігі төмен метаседиментарлық жыныстардың беріктігі мен деформациялануына су құрамы мен анизотропияның әсері. // Инженерлік геология. – 2012. – №126. – Б. 46-66. (ағылшын тілінде)
5. Лучников В.Н., Еременко В.А., Сэнди М.П. Жер асты тау-кен жұмыстарына арналған жер тіректері: энергия сыйымдылығы және шығындар. // Пайдалы қазбаларды Еуразиялық өндіру. – 2014. – №1. – Б. 54-62. (ағылшын тілінде)
6. Zhang Q.B., Zhao J. Құрама Штаттардағы көмір қалдықтарымен жұмыс істеу тәжірибесі: шолу. // Халықаралық көмір ғылымы мен технологиясының журналы. – 2014. – №47(4). – Б. 1411-1478. (ағылшын тілінде)
7. Демин В.Ф., Портнов В.С., Мусин Р.А., Маусымбаева А.Д., Демин В.В. Көмір массивінің тұрақтылығын арттыру үшін кен қазбаларын бекіту. // Көмір. – 2013. – №11. – Б. 70-74. (орыс тілінде)
8. Еременко В.А., Разумов Е.А., Заятдинов Д.Ф., Позолотин А.С., Прохвятилов С.А., Красилов С.Ю. Тау-кен қазбаларының кең түйіспелерін анкерлік бекітудің екі деңгейлі технологиясын жетілдіру. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2013. – №5. – С. 20-30. (in Russian)

REFERENCES

1. Demin V., Mussin R., Demina T., Zhumabekova A. Study of edge protecting anchors influence on soil heaving of the mine working. // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences. – 2020. – №5(443). – P. 71-80. (in English)
2. Demin V.F., Musin R.A., Baizbaev M.B., Asanova Zh.M. Upravlenie geomexanicheskim sostoyaniem prikonturnogo massiva v zone vliyaniya gornogo davleniya [Control of the geomechanical state of the near-contour massif in the zone of influence of rock pressure]. // Promyshlennost' Kazaxstana = Industry of Kazakhstan. – 2020. – №3(111) – P. 82-87. (in Russian)
3. Demin V.F., Musin R.A., Yavorskij V.V., Demin V.V., E'ffektivnost' ispol'zovaniya geomexanicheskoy sistemy «gornyj massiv – ankernoe kreplenie» dlya povysheniya ustojchivosti gornyx vyrabotok [Efficiency of using the geomechanical system «rock mass – anchorage» to increase the stability of mine workings]. // Ugol' = Coal. – 2014. – №2. – P. 18-23. (in Russian)
4. Li D., Wong L. Ny., Liu G., Zhang X. Influence of water content and anisotropy on the strength and deformability of low porosity meta-sedimentary rocks under triaxial compression. // Engineering Geology. – 2012. – №126. – P. 46-66. (in English)
5. Louchnikov V.N., Eremenko V.A., Sandy M.P. Ground support liners for underground mines: energy absorption capacities and costs. // Eurasian Mining. – 2014. – №1. – P. 54-62. (in English)
6. Zhang Q.B., Zhao J. A review of dynamic experimental techniques and mechanical behaviour of rock materials. // Rock Mechanics and Rock Engineering. – 2014. – №47(4). – P. 1411-1478. (in English)
7. Demin V.F., Portnov V.S., Musin R.A., Mausymbaeva A.D., Demin V.V. Ankernoe kreplenie gornyx vyrabotok dlya povysheniya ustojchivosti ugleporodnogo massiva [Anchoring of mine workings to increase the stability of the coal-rock mass]. // Ugol' = Coal. – 2013. – №11. – P. 70-74. (in Russian)
8. Eremenko V.A., Razumov E.A., Zayatdinov D.F., Pozolotin A.S., Proxvatilov S.A., Krasilov S.Yu. Sovershenstvovanie dvuxurovnevoj tehnologii ankernogo krepleniya shirokix sopryazhenij gornyx vyrabotok [Improvement of the two-level technology of anchoring of wide interfaces of mine workings]. // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' = Mining information and analytical bulletin. – 2013. – №5. – P. 20-30. (in Russian)

Крепление горных выработок

Сведения об авторах:

Демин В.Ф., д-р техн. наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), vladfdemin@mail.ru; orcid.org/0000-0002-1718-856X
Мусин Р.А., PhD, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), r.a.mussin@mail.ru; orcid.org/0000-0002-1206-6889
Барсуков С.В., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), sergey.com.ru@mail.ru; orcid.org/0000-0002-2448-6944
Панферов Д.И., магистрант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан), panferov-1998@mail.ru; orcid.org/0000-0002-5641-8401

Авторлар туралы мәліметтер:

Демин В.Ф., техника ғылымдарының докторы, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының профессоры (Қарағанды қ., Қазақстан)
Мусин Р.А., PhD докторы, «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының аға оқытушысы (Қарағанды қ., Қазақстан)
Барсуков С.В., «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының докторанты (Қарағанды қ., Қазақстан)
Панферов Д.И., «Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру» кафедрасының магистранты (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Demin V.F., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)
Musin R.A., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)
Barsukov S.V., Doctoral Student at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)
Panferov D.I., Master's Student at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint-Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

ПОСТАВКА КАЧЕСТВЕННОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ВОДОПОДГОТОВКИ:

ионообменные смолы, сульфуголь, антрацит, кварцевый песок, а также коагулянты и флокулянты для очистки сточных вод, подготовки питьевой воды. Занимаемся проектированием, поставкой и наладкой очистных сооружений, КНС, станций приготовления и дозирования коагулянтов и флокулянтов.

ПОСТАВКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Угольная промышленность:

поставка флокулянтов и коагулянтов неорганических и органических (полидадмак и полиамины производим в России).

Цветная промышленность, драгоценные и редкоземельные металлы:

цианирование — реагент, замена цианида натрия, выщелачивание — ионообменные смолы и активированный уголь, флотация — собиратели (дитиофосфаты (аэрофлоты), ксантогенаты, депрессанты, диспергаторы, вспениватели, пылеподаватели, органические связующие, активаторы, флокулянты.

ПОСТАВКА ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ НЕФТЕ- и ГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:

поставка флокулянтов (полиакриламидов) и коагулянтов неорганических и органических (полидадмак и полиамины производим в России); ионообменные смолы, активированные угли, галит марки А и марки Б, жидкое стекло, пеногасители, гидрофобизирующие жидкости, сульфолон, биопрепараты и сорбенты, антивспениватели, полимерные тампонажные составы для изоляции зон поглощений, кислоты и многое другое, а также нефтепродукты и масла высокого качества.



ООО «ФЛОТЕНТ КЕМИКАЛС РУС»

443080, Россия, Самарская обл., г. Самара, улица Революционная, дом 70, помещение 227.

тел.: 8 (846) 277-17-55, моб.: +7-927-207-17-55

e-mail: aqwasama@mail.ru, am@flotent.com, or@flotent.com

www.flotent.com

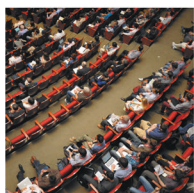


17-Й ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ МАЙНЕКС РОССИЯ

5-7 октября – г. Москва, Россия

Форум МАЙНЕКС Россия – ведущая международная отраслевая площадка, открывающая новые возможности и форматы для развития бизнеса в горнодобывающей и металлургической отраслях России и стран Евразийского Экономического Сообщества.

«Развитие горной индустрии будущего»



Форум и мастер-классы

Программа форума объединяет комплекс мероприятий и событий, организуемых на площадке в Москве и виртуально. Благодаря технологии гибридных мероприятий участники форума смогут слушать презентации и задавать вопросы докладчикам, выступающим как на физической площадке в Москве, так и удаленно.



Конференция «Трансформация 4.0»

Конференция предоставляет международную площадку для обсуждения перспектив промышленной трансформации в горно-металлургической отрасли с использованием цифровых решений и технологий «Индустрия 4.0».



Конференция «Кадровые ресурсы ГМК»

В рамках ярмарки проводится открытая конференция «Кадровые ресурсы ГМК». В ходе конференции ВУЗы и компании смогут представить успешные проекты, провести мастер-классы и обсудить проблемы и возможные пути для их решения.



Выставка «МАЙНЕКС Россия»

Выставка технологий и проектов проводится в рамках форума, стимулируя трансфер в горнодобывающую отрасль передовых технологий, создание партнёрств и привлечение инвестиций.



Кадровая Ярмарка

Впервые на выставке проводится Кадровая Ярмарка с участием HR-директоров, руководителей направлений оценки, обучения и развития персонала, управления талантами, рекрутинга, ВУЗов, Центров научно-технического развития, Кадровых агентств и компаний, специализирующихся на разработке программ и технологий управления персоналом и обучения.



Виртуальная выставка

Виртуальная выставка «МАЙНЕКС Форум», предлагает маркетинговую и коммуникационную платформу, отвечающую требованиям эпохи цифровой трансформации горно-металлургической отрасли.

Москва – Россия
+7 495 128 35 77
ru@minexforum.com

Нур-Султан – Казахстан
+7 7172 696 836
kz@minexforum.com

Лондон – Великобритания
+44 208 089 2886
uk@minexforum.com

minexrussia.com



Код МРНТИ 52.01.83

V.V. Povetkin¹, A.Z. Bukayeva², A.Z. Nurmukhanova¹, M.K. Tatybayev³¹Non-profit Joint-Stock Company «Al-Farabi Kazakh National University» (Almaty, Kazakhstan),²Yessenov University (г. Актау, Казахстан),³Non-profit Joint-stock Company «Kazakh National Agrarian University» (Almaty, Kazakhstan)

ANALYSIS OF MODERN METHODS OF APPLYING PROTECTIVE COATINGS

Abstract. In the article the analysis of strengthening technologies of application of high-alloy materials on metals is carried out. The processes and technologies of wear-resistant coatings on metal surfaces of machine parts are considered. The authors propose a number of devices for applying hardening coatings on metal surfaces of machine parts and, in particular, on pipelines for oil and gas transportation. A device for flame spraying of metal powders is proposed, including a burner with a nozzle, a cylindrical nozzle connected to the burner, a three-channel manifold for feeding fuel and oxidant into the combustion chamber, an annular diffuser with channels for sucking in additional oxidant, a magazine for feeding a metal powder into the nozzle, and a mechanism for moving the work pieces, and for feeding termite powder into the gas flow, oblique channels are made at the section of the cylindrical nozzle.

Key words: wearproof powders, welding materials, thermal tool, detonation, plasmatron, corrosion.

Қорғаныс жабындарын қолданудың заманауи әдістерін талдау

Аннотация. Мақалада металлдарға жоғары легирленген материалдарды қолданудың қатайтатын технологияларына талдау жасалды. Машина бөлшектерінің металл беттеріндегі тозуға төзімді жабындардың процестері мен технологиялары қарастырылған. Авторлар машина бөлшектерінің металл беттеріне, атап айтқанда, мұнай мен газды тасымалдау құбырларына қатайтатын жабындарды жағуға арналған бірқатар құрылғыларды ұсынды. Металл ұнтақтарын жалынмен бүркуге арналған құрылғы, оның ішінде қыздырғышқа қосылған саптама қыздырғышы бар цилиндрлік саптама, жану камерасына отын мен тотықтырғышты жеткізуге арналған үш арналы коллектор, қосымша тотықтырғышты соруға арналған каналдары бар сақиналы диффузор, саптамаға металл ұнтағын жеткізуге арналған дүкен және өңделетін бөлшектерді жылжыту механизмі және термит ұнтағын газ ағынына беру үшін цилиндрлік саптаманың бөлімінде көлбеу арналар жасалды.

Түйінді сөздер: тозуға төзімді ұнтақтар, балқыту материалдары, жылу құралы, детонация, плазматрон, коррозия.

Анализ современных способов нанесения защитных покрытий

Аннотация. В статье выполнен анализ упрочняющих технологий нанесения на металлы высоколегированных материалов. Рассмотрены процессы и технологии износостойких покрытий для металлических поверхностей деталей машин. Авторами предложен ряд устройств для нанесения упрочняющих покрытий на металлические поверхности деталей машин и, в частности, на трубопроводы транспортировки нефти и газа. Предложено устройство для газопламенного напыления металлических порошков, включающее горелку с соплом, соединенный с горелкой цилиндрический насадок, трехканальный коллектор для подачи топлива и окислителя в камеру сгорания, кольцевой диффузор с каналами для подсоса дополнительного окислителя, магазин для подачи в сопло металлического порошка и механизм для перемещения обрабатываемых деталей, а для подачи термитного порошка в газовый поток на срезе цилиндрического насадка выполнены наклонные каналы.

Ключевые слова: износостойкие порошки, наплавочные материалы, термоинструмент, детонация, плазматрон, коррозия.

Introduction

The problem of increasing the service life of technological equipment is acute in mechanical engineering. Service life of any equipment depends on working loads and, related to them, decrease of wear resistance of working contacting surfaces. At the present time there is a large reserve of methods and means of increasing wear resistance of rubbing and, experiencing high loads, surfaces of working parts of machines¹⁻³ [1].

Materials and Methods

The authors⁴ [2, 3] considered effective methods to improve the wear resistance of the surfaces of machine parts and equipment, allowing the application of high-performance powder and surfacing materials with a complex composition of alloying elements, increasing wear

resistance and, consequently, the service life of the equipment with a high-quality resistant coating. The proposed materials are also effective in protecting against corrosion, such as pipeline transportation system of liquid and gaseous, hydrocarbon materials, which is a paramount task for the national economy of Kazakhstan, as one of the leading countries of the world, which has a developed gas transportation system.

In works [2, 3] researches and experiments on different methods of spraying wear-resistant powders on working surfaces of articles were conducted, effective methods and technological methods of coating deposition with the use of gas flows of high speed and temperature were established. When a high-speed gas flow, with molten powder material,

strikes the machining surface, the molten powder flow firmly adheres to the machining surface. Various combustible materials based on propane or acetylene, which have a high combustion temperature, are used as a working medium, which allows the use (melting) of many alloying materials. Also the industry uses effective methods of wear-resistant coatings by detonation and plasma methods, which have high efficiency, but low durability of working elements – electrodes and wearing nozzles.

To solve the issue of increasing the efficiency of the method of spraying wear-resistant materials from alloying metals, the authors propose a thermodetonation method, implementing small-sized rocket burners (thermal tools).

¹Zenin B.S., Slosman A.I. *Modern technologies of surface hardening and coating: textbook. manual.* – Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2012. – 2nd ed. – 120 p. (in Russian)

²Laschenko G.I. *Plasma hardening and sputtering.* – Kiev: Eco-technology, 2003. – 64 p. (in Russian)

³Powder metallurgy and sprayed coatings. / Ed. Mitina B.S. – M.: Metallurgy, 1987. – 792 p. (in Russian)

⁴Kostitsyna I.V. *Corrosion resistance of pipe steels in aggressive environments of oil and gas fields.* / Dis. ... Candidate of Technical Sciences: 02.00.04. – Chelyabinsk, 2014. – 147 p. (in Russian)

Thermal tools are widely used in mining and construction industry in mining and processing of granite blocks⁵, they have high speed of gas flow (torch) and high temperature. High gas flow rate, with the inclusion of powders, will improve the adhesion properties of the coating. These parameters of heat flows are realized by liquid gas burners operating on the basis of in-compartment combustion of hydrocarbon combustibles and formation of a high-speed (2000-2500 m/s), high-temperature (2000-2500 and more °C) flare, in which powder material is introduced and transported to the treatment surface.

Results

As a result of research⁶, at the level of invention, the method of gas-flame spraying of metal powders and a device for its implementation have been developed.

The invention relates to the technology and equipment of flame spraying and can be used for coating, for example, for restoration of pipeline valves. The method of flame spraying of metal powders is known, which includes feeding of fuel and oxidizer into the burner of the combustion chamber, and metal powder into the burner nozzle, as well as feeding of additional oxidizer - air with formation of spraying flow, directed through a cylindrical nozzle, connected with the burner, to the surface of the work pieces⁷.

It is known that the device for gas flame spraying of metal powders with which the method is carried out contains a combustion chamber, including a burner with a nozzle and a cylindrical nozzle connected to the burner, a three-channel manifold for feeding fuel and oxidizer into the combustion chamber, an annular diffuser with channels for sucking in additional oxidant (air), a magazine for supplying metal powder to the nozzle, and a mechanism for moving the work pieces, which is located outside the combustion chamber⁷.

The disadvantage of the method and the device for its implementation

is that the sputtering stream is removed at some distance from the cut of the burner nozzle, due to which the gas stream stream cooling occurs. The gas stream, having a temperature of 2500°C in the oxidation zone, is cooled to a temperature of 1100-1200°C, which significantly reduces the adhesion properties of the coating.

The task of the invention is to develop a method and device for gas-flame application of metal powders, which provides a high temperature of the transported gas along the entire length of the flare from the combustion chamber to the processing surface.

To achieve the technical result in the method of gas flame spraying of metal powders, including feeding into the combustion chamber of fuel, oxidizer, metal powder, as well as feeding additional oxidizer, with the formation of a spray flow directed on the surfaces of the treated parts, according to the invention in the jet of spray flow, at the outlet of the combustion chamber, thermite powder is introduced in an amount of 8-10% of the weight of the sprayed metal powder. Aluminum or aluminum oxide, or a mixture of aluminum and iron oxide are used as thermal powder.

To achieve the technical result in a device for gas flame spraying of metal powders, containing a combustion chamber, a burner with a nozzle, a cylindrical nozzle connected to the burner, a three-channel manifold for feeding fuel and oxidizer into the combustion chamber, an annular diffuser with channels for sucking in additional oxidizer - air, a magazine for feeding the metal powder into the nozzle, and a mechanism for moving the parts to be treated, according to the invention, slanting channels for feeding the thermite powder are made on the cut of the cylindrical nozzle (Figure 1).

The proposed device for flame spraying of metal powders, shown in the drawing, contains a combustion chamber 1, a gas-jet burner 3 with a nozzle Laval 2 and, connected to the burner cylindrical nozzle 4, in which at the junction with the nozzle 2 holes 5 are made to connect the cavity of the nozzle 4 with a magazine for delivery to the nozzle 4 of metal powder.

Three-channel manifold 6 for fuel and oxidizer supply is introduced into the burner 3. The annular diffuser 10 is made in the form of a perforated partition 10 with a rough surface and is located inside a cylindrical nozzle

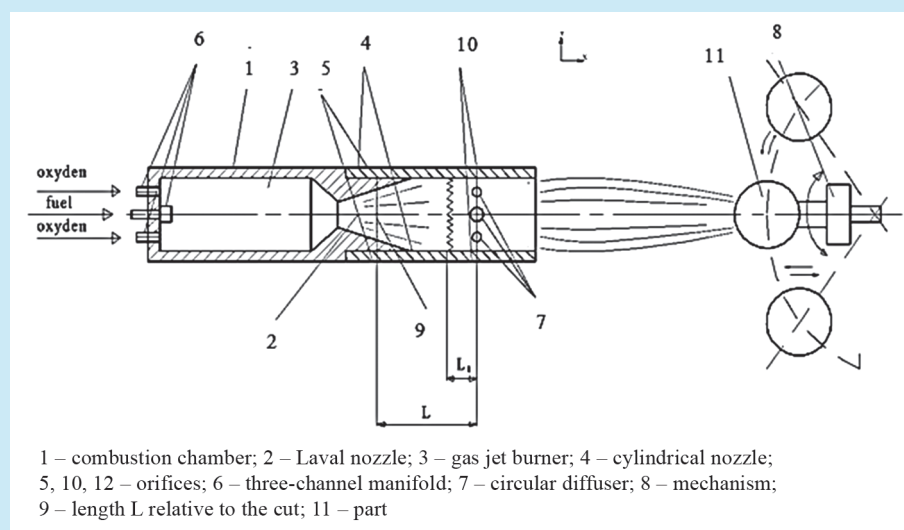


Figure 1. Device for gas flame spraying of metal powders.

Рис. 1. Устройство для газопламенного напыления металлических порошков.

Сурет 1. Металл ұнтақтарын газжалынды бүркуге арналған құрылғы.

⁵Povetkin V.V. Fire-blasting of granite blocks. – Almaty, 2001. – 145 p. (in Russian)

⁶Baishuakov A.A., Povetkin V. V., Karim M. S. Innovation patent of the Republic of Kazakhstan 27057. Method of gas-flame spraying of metal powders and a device for its implementation. – Publ. 14.06.2013: bul. №6. (in Russian)

⁷Povetkin V.V., Povetkin A.V., Baishuakov A.A. Preliminary patent of RK 15419. Installation for applying gas-thermal coatings. – Publ. 15.02.2005. (in Russian)

with holes 10 sloping at an angle to the axis of the nozzle 4 for supplying additional oxidant – air, which are equidistant by length L relative to the cut 9, nozzle 2. The mechanism 8 of moving parts 11 is located outside at the outlet of the combustion chamber 1. On the cut of the cylindrical nozzle 4 there are additionally slanted holes 12 for feeding the thermite mixture of aluminum or aluminum oxide, or mixture of aluminum and iron oxide, which during combustion in the gas jet stream prevents reduction of spraying flow temperature, provides a constant temperature of sprayed powder over the whole length of its transportation to the treatment surface.

The proposed device for gas flame spraying of metal powders works as follows. When fuel components (gasoline, kerosene, diesel oil, propane) and oxidizer are fed through the three-channel manifold 6 to the burner 3 of combustion chamber 1, they are ignited by a flare or electric candle. The resulting combustion gases, having a temperature of 2500°C, through the nozzle 2 flow into the cylindrical nozzle 4 at a speed of about 2000 m/s.

At the same time in the high-temperature gas stream flowing out of the burner 3 through the holes 5, connected to the magazine (not shown in the drawing), metal powder is fed, which in motion in the stream is heated to plastic, as well as additional oxidant (ambient air from the atmosphere), which goes in the opposite direction to the cylindrical nozzle 4 through holes 10 and circular diffuser 7.

In this case the powder material is also transported in the opposite direction of motion of the additional oxidizer through the diffuser 7 in the shock wave front created in the gas flow due to the shock pulse with the formation of a powerful compaction jump at a meeting with the rough surface of the diffuser 7, which, moving towards the gas flow, is balanced by the onrushing speed of the flow and set in the section L of the diffuser 7.

The gas flow carrying the metallic powder and unburned fuel from the burner 3 enters the stationary shock wave and supports combustion of the fuel in it at a high rate. Rapid afterburning of the fuel components and melting of the metal powder occurs due to additional oxidizer in the L1 seal jump. Newly formed behind the shock wave front at the section L1, the gas jet carrying the metal powder is accelerated, in the cylindrical nozzle and with a velocity of 2000-2500 m/s is directed to the surface of work pieces 11 (pipeline fittings, ball surface of valves).

The thermite powder supplied through the inclined holes 12, located on the cut of the cylindrical nozzle, provides maintenance of a stable temperature of about 3000°C along the entire length of the torch flame. Gas flame spraying of chromium, aluminum, nickel, molybdenum with aluminum or aluminum oxide, or mixture of aluminum and iron oxide as a thermal powder was carried out. The consumption of thermite powder was 8-10% of the weight of the sprayed metal powder. The adhesion strength of the coating to the substrate was more than 50 MPa, while according to the known method it was 45 MPa.

Discussion

One of the practical options for using progressive technologies that allow hardening the surfaces of the gears is the impact on the working surfaces of the teeth by a high-speed torch burner. The method of hardening of gears consists in shot blasting the involute surface of the teeth of the driven gear of the ball mill drive to create in the surface layer of the hardening and the development of compression stresses in it, and to increase the accuracy of the gearing and the elimination of geometric errors before the surface treatment with shot and the creation of a new layer of hardening the driven gear is subjected to pre-treatment hardened pinion in the course of 10-12 hours at the operating mode of the mill. The machine is characterized by the

fact that after hardening additional heating of the surface layer of the teeth to a temperature below the structural-phase transformation, after which the surface of the wheel tooth is blasted, and the heating is carried out by the torch torch with the ability to move and fix in the direction relative to the machined surface, and the spot contact torch torch is located throughout the tooth, including the bottom⁸ [4].

Conclusion

The analysis of modern methods of applying protective coatings with wear-resistant materials, in high-temperature and high-speed gas flows, with the use of powder materials from alloying steels is carried out; The analysis of modern methods of applying protective coatings with wear-resistant materials, in high-temperature and high-speed gas flows, with the use of powder materials from alloying steels is carried out.

A method of gas flame spraying of metal powders has been developed that includes feeding into the combustion chamber of fuel, oxidizer, metal powder, and additional oxidizer to form a spraying stream directed to the surface of the parts to be treated. In the stream of spraying stream at the outlet of the combustion chamber the thermal powder in an amount of 8-10% of the mass of the spraying metal powder as aluminum or aluminum oxide, or a mixture of aluminum and iron oxide is introduced.

A device for gas flame spraying of metal powders is proposed, including a burner with a nozzle, a cylindrical nozzle connected to the burner, a three-channel manifold for feeding fuel and oxidant into the combustion chamber, an annular diffuser with channels for sucking in additional oxidant, a magazine for feeding the metal powder into the nozzle, and a mechanism for moving the work pieces, and for feeding thermite powder into the gas flow, oblique channels are made at the section of the cylindrical nozzle.

⁸Povetkin V.V., Sushkova O.A., Ibragimova Z.A. Innovation patent of the Republic of Kazakhstan 29620. Method of strengthening the gears of the ball mill drive. – Publ. 16.03.2015: bul. №3.

REFERENCES

1. Topolyanskij P.A., Sosnin N.A., Ermakov S.A. Finishnoe plazmennoe uprochnenie instrumenta i osnastki – itogi issledovanij i vnedrenij [Finishing plasma hardening of tools and equipment-results of research and implementation]. // *Texnologii remonta, vosstanovleniya, uprochneniya i obnovleniya mashin, mexanizmov, oborudovaniya i metallokonstrukcij: Materialy 6-j Mezhdunarodnoj prakticheskoj konferencii-vystavki = Technologies of repair, restoration, strengthening and updating of machines, mechanisms, equipment and metal structures. Materials of the 6th International Practical Conference-Exhibition.* – Sankt-Peterburg: SPbGPU = St. Petersburg Polytechnic University. – 2004 (April 13-16). – P. 232-257. (in Russian)
2. Ermekov D.K., Povetkin V.V., Rutkuniene Zhivil'e. Sostoyanie oborudovaniya i texnologij dlya naneseniya iznosostojkix pokrytij na texnologicheskie oborudovaniya [The state of equipment and technologies for applying wear-resistant coatings to technological equipment]. // *Vestnik Kazaxstansko-Britanskogo texnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kazakh-British Technical University.* – Almaty, 2019. – №1(48). – P. 7-15. (in Russian)
3. Ermekov D.K., Povetkin V.V., Rutkuniene Zhivil'e. Vliyanie korrozionnoj sredy na fiziko-ximicheskoe iznashivanie detalej oborudovaniya s iznosostojkim pokrytiem [The effect of a corrosive environment on the physical and chemical wear of equipment parts with a wear-resistant coating]. // *Vestnik Kazaxstansko-Britanskogo texnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kazakh-British Technical University.* – Almaty, 2020. – №2(53). – P. 15-20 c. (in Russian)
4. Povetkin V.V., Nurmuxanova A.Z., Ermekov D.K., Bukaeva A.Z., Isaeva I.N. Uprochnyayushhie gazoplamennye texnologii i oborudovanie [Strengthening gas-flame technologies and equipment]. // *Sbornik trudov XXVII mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoy konferencii «Mashinostroenie i texnosfera XXI veka» v g. Sevastopole = Proceedings of the XXVII International scientific and technical conference «Mechanical Engineering and the technosphere of the XXI century» in Sevastopol.* – Doneck: DonNTU, 2020 (September 14-20). – P. 315-319. ISSN 2079-2670. (in Russian)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тополянский П.А., Соснин Н.А., Ермаков С.А. Финишное плазменное упрочнение инструмента и оснастки – итоги исследований и внедрений. // *Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов, оборудования и металлоконструкций: Материалы 6-й Международной практической конференции-выставки.* – Санкт-Петербург: СПбГПУ. – 2004 (13-16 апреля). – С. 232-257. (на русском языке)
2. Ермаков Д.К., Поветкин В.В., Руткуниене Живилье. Состояние оборудования и технологий для нанесения износостойких покрытий на технологические оборудования. // *Вестник Казахстанско-Британского технического университета.* – Алматы, 2019. – №1(48). – С. 7-15. (на русском языке)
3. Ермаков Д.К., Поветкин В.В., Руткуниене Живилье. Влияние коррозионной среды на физико-химическое изнашивание деталей оборудования с износостойким покрытием. // *Вестник Казахстанско-Британского технического университета.* – Алматы, 2020. – №2(53). – С. 15-20. (на русском языке)
4. Поветкин В.В., Нурмуханова А.З., Ермаков Д.К., Букаева А.З., Исаева И.Н. Упрочняющие газопламенные технологии и оборудование. // *Сборник трудов XXVII международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века» в г. Севастополе.* – Донецк: ДонНТУ, 2020 (14-20 сентября). – С. 315-319. ISSN 2079-2670. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Тополянский П.А., Соснин Н.А., Ермаков С.А. Құрал – саймандар мен жарақтарды ақырғы плазмалық нығайту-зерттеулер мен енгізулердің қорытындылары. // *Машиналарды, механизмдерді, жабдықтар мен металл құрылымдарын жөндеу, қалпына келтіру, нығайту және жаңарту технологиялары: 6-шы Халықаралық практикалық конференция-көрменің материалдары* – Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2004 (13-16 сәуір). – Б. 232-257. (орыс тілінде)
2. Ермаков Д.К., Поветкин В.В., Руткуниене Живилье. Технологиялық жабдықтарға тозуға төзімді жабындарды салуға арналған жабдықтар мен технологиялардың

жай-күйі. // Қазақстан-Британ техникалық университетінің хабаршысы. – Алматы, 2019. – №1(48). – Б. 7-15. (орыс тілінде)

3. Ермеков Д.К., Поветкин В.В., Руткунциене Живилье. Коррозиялық ортаның тозуға төзімді жабыны бар жабдық бөлшектерінің физикалық-химиялық тозуына әсері. // Қазақстан-Британ техникалық университетінің хабаршысы. – Алматы, 2020. – №2(53). – Б. 15-20. (орыс тілінде)
4. Поветкин В.В., Нурмуханова А.З., Ермеков Д.К., Букаева А.З., Исаева И.Н. Газ жалынды технологиялар мен жабдықтарды нығайту. // «Севастополь қаласында өткен XXVII Халықаралық ғылыми-техникалық конференцияның»: XXI ғасырдың машина жасау және техносферасы еңбектер жинағы. – Донецк: ДонНТУ, 2020 (14-20 қыркүйек). – С. 315-319. ISSN 2079-2670. (орыс тілінде)

Information about the authors:

Vitaly V. Povetkin, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Thermal Physics and Technical Physics of the Non-profit Joint-Stock Company «Al-Farabi Kazakh National University» (Almaty, Kazakhstan), vv1940_povetkin@mail.com; orcid.org/0000-0002-3872-3488

Amina Z. Bukayeva, PhD, Senior Lecturer at the Department of Mechanical Engineering of the Yessenov University (Aktau, Kazakhstan), amina_bukaeva@mail.ru; orcid.org/0000-0003-0956-1552

Alfiya Z. Nurmukhanova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Thermal Physics and Technical Physics of the Non-profit Joint-Stock Company «Al-Farabi Kazakh National University» (Almaty, Kazakhstan), alfiya.nurmukhanova@gmail.com; orcid.org/0000-0002-0289-3610

Mukhtarbek K. Tatybayev, PhD, Associate Professor at the Department «Technology and food safety» of the Non-profit Joint-Stock Company «Kazakh National Agrarian University» (Almaty, Kazakhstan), mukhtar_t.k@mail.ru; orcid.org/0000-0001-9980-1040

Авторлар туралы мәліметтер:

Поветкин В.В., техника ғылымдарының докторы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Жылу физикасы және техникалық физика» кафедрасының профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Букаева А.З., PhD, Yessenov University «Машина жасау» кафедрасының аға оқытушысы (Ақтау қ., Қазақстан)

Нурмуханова А.З., техника ғылымдарының кандидаты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Жылу физикасы және техникалық физика» кафедрасының доценті (Алматы қ., Қазақстан)

Татыбаев М.К., PhD, Қазақ ұлттық аграрлық университеті, «Тағам өнімдерінің технологиясы және қауіпсіздігі» кафедрасының доценті (Алматы қ., Қазақстан)

Сведения об авторах:

Поветкин В.В., д-р техн. наук, профессор кафедры «Теплофизика и техническая физика» Казахского национального университета им. аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан)

Букаева А.З., PhD, старший преподаватель кафедры «Машиностроение» Yessenov University (г. Актау, Казахстан)

Нурмуханова А.З., канд. техн. наук, доцент кафедры «Теплофизика и техническая физика» Казахского национального университета им. аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан)

Татыбаев М.К., PhD, ассоциированный профессор кафедры «Технология и безопасность пищевых продуктов» Казахского национального аграрного университета (г. Алматы, Казахстан)



ОТКРЫТА ПОДПИСКА

КАЗПОЧТА ЕВРАЗИЯ ПРЕСС ЭВРИКА-ПРЕСС

Подписной индекс 75807

Заявка на главной странице сайта MINMAG.KZ

Следите за новостями!



minmag.kz



[@minmag.kz](https://www.instagram.com/minmag.kz)

+7 747 343 15 02

post-dts@yandex.kz

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





Рудник Урала – 2021 Екатеринбург

9–11
ноября

6-я специализированная выставка современных технологий, оборудования и спецтехники для добычи и обогащения руд и минералов

крупнейший проект горной тематики на Урале

Официальная поддержка:



Правительство
Свердловской
области



Торгово-промышленная палата
Российской Федерации
В интересах бизнеса, во благо России

Профессиональная поддержка:



ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
**ПЕРМСКАЯ
ЯРМАРКА**

МВЦ «Екатеринбург-ЭКСПО»
ЭКСПО-бульвар, дом 2
(342) 264-64-14
www.mine.exporm.ru



Код МРНТИ: 52.13.17

С.Ж. Галиев

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

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТКАХ

Аннотация. В статье обосновывается актуальность разработки методического и инструментального обеспечения эффективной эксплуатации горного железнодорожного транспорта, а также раскрываются имеющийся потенциал и возможные направления его реализации на новой информационно-технической основе. В качестве наиболее важных факторов повышения эффективности горного железнодорожного транспорта отмечаются факторы организационного и экономического характера, которые могут быть реализованы в рамках процессного подхода в корпоративном управлении горно-транспортными работами с внедрением в практику элементов соответствующей экономики. Принципиально важным указывается развитие и практическое применение единой методологической и инструментальной базы на этапах проектирования, планирования и эксплуатации, что обеспечивает единые подходы, более глубокую оптимизацию и возможность практической реализации всего потенциала на всех перечисленных этапах управления функционированием геотехнологического комплекса с использованием железнодорожного транспорта. Это в существенной мере повышает качество и эффективность самих процессов проектирования, планирования, прогнозирования и оптимизации работы геотехнологических комплексов. Научно-практическую ценность статьи составляет и перечень направлений и факторов реализации потенциала повышения эффективности функционирования геотехнологических комплексов с применением железнодорожного типа транспортирования горной массы.

Ключевые слова: горнотранспортная система, геотехнологический комплекс, железнодорожный транспорт, эффективность, потенциал, режим эксплуатации, энергоэффективность, управление.

Ашық әзірлемелерде темір жол көлігінің тиімділігін арттыру бағыттары

Аңдатпа. Мақалада тау-кен темір жол көлігін тиімді пайдалануды әдістемелік және аспаптық қамтамасыз етуді әзірлеудің өзектілігі негізделді, сонымен қатар оны жаңа ақпараттық-техникалық негізде жүзеге асырудың әлеуеті мен мүмкін бағыттары ашылады. Тау-кен темір жол көлігінің тиімділігін арттырудың неғұрлым маңызды факторлары ретінде ұйымдық және экономикалық сипаттағы факторлар атап өтіледі, олар практикаға тиісті экономиканың элементтерін енгізе отырып, тау-кен көлігі жұмыстарын корпоративтік басқарудағы процесстік тәсіл шеңберінде іске асырылуы мүмкін. Жобалау, жоспарлау және пайдалану кезеңдерінде бірінші әдіснамалық және аспаптық базаны дамыту және практикалық қолдану өте маңызды, бұл бірінші тәсілдерді, терең оңтайландыруды және басқарудың барлық кезеңдерінде барлық әлеуетті практикалық іске асыру мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Теміржол көлігін қолдана отырып геотехнологиялық кешеннің жұмысы. Бұл геотехнологиялық кешендердің жұмысын жобалау, жоспарлау, болжау және оңтайландыру процесстерінің сапасы мен тиімділігін айтарлықтай арттырады. Мақаланың ғылыми-практикалық құндылығы тау-кен массасы көлігінің теміржол түрін қолдана отырып, геотехнологиялық кешендердің жұмыс істеу тиімділігін арттыру әлеуетін іске асырудың бағыттары мен факторларының тізбесін де құрайды.

Түйінді сөздер: тау-кен көлігі жүйесі, геотехнологиялық кешен, теміржол көлігі, тиімділік, әлеует, пайдалану режимі, энергия тиімділігі, басқару.

Directions for improving the efficiency of iron ore transport at open pit mines

Abstract. The article substantiates the relevance of development of methodological and instrumental support of effective operation of mining railway transport, as well as reveals the existing potential and possible directions of its implementation on a new information and technical basis. As the most important factors of increase of efficiency of a mining railway transport the organizational and economic factors which can be realized within the limits of the process approach in corporate management of mining transport works with introduction in practice of elements of the appropriate economy are marked. Development and practical application of unified methodological and instrumental base at the stages of design, planning and operational is fundamentally important, which provides unified approaches, deeper optimization and possibility of practical realization of all potential at all above mentioned stages of management of geotechnological complex functioning with the use of railway transport. This significantly increases the quality and efficiency of the processes of designing, planning, forecasting and optimization of geotechnological complexes operation. Scientific and practical value of the article is also a list of directions and factors of realization of the potential to increase the efficiency of geotechnological complexes functioning with the use of railway rock mass transportation.

Key words: mining transport system, geotechnological complex, railway transport, efficiency, potential, planning, forecasting, optimization mode of operation, energy efficiency, management.

Введение

В современной горнодобывающей отрасли железнодорожный транспорт все еще продолжает быть одним из наиболее распространенных видов и играть существенную роль в развитии экономик горнодобывающих стран мира¹. В наибольшей степени это касается стран СНГ, где этот вид транспорта почти 70 лет наиболее интенсивно развивался, а по объемам перевозок безоговорочно занимал первое место. Традиционно основными достоинствами железнодорожного карьерного транспорта являются высокая надежность в работе, низкая себестоимость перевозок и незначительная

зависимость его от климатических условий. Основной недостаток заключается в сравнительно высокой капиталоемкости. В связи с этим использование железнодорожного карьерного транспорта эффективно на крупномасштабных предприятиях с объемами перевозок от 10-15 млн т в год и более, а также с большими размерами карьерного поля при расстояниях транспортирования 4-5 км и более [1].

В последнее время железнодорожный транспорт в современном менеджменте горных и горно-металлургических предприятий пользуется все меньшей популярностью. С годами он продолжает

уступать гегемонию автомобильному и комбинированному автомобильно-конвейерному видам транспорта, что, по всей видимости, объясняется преимущественно тремя факторами – это продолжающееся углубление проведения горных работ, относительно большие капитальные затраты и тенденции повышения гибкости горного производства в современном мировом рынке минерального сырья. Между тем, очевидно, что горный железнодорожный транспорт далеко не исчерпал своих экономических преимуществ, продолжая оставаться наиболее рентабельным (себестоимость одного тонно-километра

¹Железнодорожный карьерный транспорт. / Горная энциклопедия. <http://www.mining-enc.ru/zh/zheleznodorozhnyj-karernyj-transport>.

железнодорожного транспорта на порядок меньше аналогичного показателя по автомобильному транспорту) и экологически чистым.

Основные направления повышения эффективности горнотранспортных комплексов

Исследование проблем развития транспортных систем карьеров связано с развитием технологий и методологии освоения недр^{2, 3} [2, 3]. Основной потенциал повышения эффективности и снижения себестоимости горного железнодорожного транспорта заключается в повышении качества организации горнотранспортных процессов на основе развития научно-технического прогресса в области энергетики и информационной базы на основе более детальной цифровизации и углубленной аналитики, методического обеспечения анализа, оценки и оптимизации работы горнотранспортных комплексов на этапах их проектирования, планирования и эксплуатации. Это объясняется тем, что фактор организационно-экономических отношений определяется наличием баланса социальных и экономических интересов субъектов (подразделений), является релевантным фактором эффективности развития предприятия, а его рост (коэффициент конкордации – приведение различных интересов) на 1% дает прирост эффективности⁴ на 1,86%. В результате развития горного железнодорожного транспорта по указанным направлениям он может быть в существенной мере более эффективным в комбинированных открыто-подземных вариантах освоения месторождений твердых полезных ископаемых, а также в сочетании с автомобильным и автомобильно-конвейерными видами транспорта⁵. Имеются также чисто технологические эффективные возможности снижения затрат на организацию железнодорожного транспорта, к каковым можно отнести, к примеру, внедрение карьерного тягового агрегата с накопителем (суперконденсаторами) энергии для условий карьеров.

Таблица 1
Направления и факторы повышения эффективности горного железнодорожного транспорта

Кесте 1
Тау-кен темір жол көлігінің тиімділігін арттырудың бағыттары мен факторлары

Table 1
Directions and factors to increase the efficiency of mining rail transport

Наименование направлений и факторов
Организационные
<i>Режим и условия эксплуатации основного технологического оборудования</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ скоростные ограничения; ▪ режимы разгона и торможения; ▪ структура и геометрия схем путевого развития; ▪ разбиение путей на блок-участки на перегонах и других путях; ▪ расположение и численность пунктов погрузки-выгрузки в карьерном пространстве; ▪ режимы ожидания поездов в пунктах погрузки-выгрузки; ▪ техническое состояние путей; ▪ режим ремонтов путей; ▪ вспомогательные работы; ▪ продолжительность (время) смены работы оборудования; ▪ время погрузки и разгрузки поездов; ▪ режим амортизации основного технологического оборудования; ▪ нормирование энергорасхода и горюче-смазочных материалов; ▪ состав поездов (количество думпкаров, наличие обмоточных); ▪ режим загрузки транспортных средств и погрузочно-разгрузочного оборудования (с шапкой, без шапки); ▪ физико-механические свойства горных пород.
<i>Время маршрутов поездов</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ скорость движения поездов (динамика изменения); ▪ разные маршруты пропуска; ▪ протяженность маршрутов (от длины и числа включаемых блок-участков); ▪ режимы разгона и торможения поездов.
<i>Организация движения поездов</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ пакетный пропуск и неравномерность интервалов движения поездов; ▪ специализация путей по направлениям (грузовое, порожняковое); ▪ ручное или автоматизированное управление стрелочными переводами; ▪ разрешение и запрещение остановок на блок-участках; ▪ очередность пропуска поездов.
<i>Экономика горнотранспортного процесса</i>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ операционные затраты на поддержание путей; ▪ заработная плата водителей и машинистов, помощников; ▪ амортизационные отчисления; ▪ структурированный учет затрат по расходам ГСМ; ▪ структурированный учет прочих расходов.

В современных условиях качество организации горнотранспортных процессов с применением железнодорожного транспорта может быть реализовано только лишь с переходом от применяемого сегодня

функционального подхода в управлении им к процессному, который сопровождается переходом к практике соответствующей процессной экономики. Данный переход, в свою очередь, требует формирования

²Яковлев В.Л. Теория и практика выбора транспорта глубоких карьеров. – Новосибирск: Наука, 1989. – 240 с.

³Технико-экономические показатели горных предприятий за 1990-2015 гг. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2015. – 255 с.

⁴Каплан А.В. Управление социально-экономическим развитием горнодобывающего предприятия. – Москва: Экономика, 2015. – 270 с.

⁵Анистратов Ю.И., Анистратов К.Ю. Технология открытых горных работ. – М.: ООО «НТЦ «Горное дело», 2008. – 472 с.

Таблица 2
Направления реализации потенциала повышения эффективности горнотранспортных работ на карьерах
Кесте 2
Карьерлердегі тау-кен көлігі жұмыстарының тиімділігін арттыру әлеуетін іске асыру бағыттары
Table 2
Areas of implementation of the potential to increase the efficiency of mining transport work in open pits

Этапы управления	Реализуемые функции	Процессы	Направления реализации
<i>Проектирование</i>	Планирование Организация	Выбор оборудования	Адекватный учет режимов и условий эксплуатации
<i>Проект освоения месторождения</i>		Расчеты и обоснование основных ТЭП	Пооперационный учет затрат по горнотранспортному процессу с учетом амортизационных отчислений
<i>Проект реконструкции</i>		Обоснование режимов эксплуатации	Экономическая целесообразность и процессный подход Учет состояния оборудования
<i>Перепроектирование</i>		Условия эксплуатации	Экономическая целесообразность и взаимное соответствие
		Обоснование кондиций	Оптимизация кондиций
<i>Эксплуатация</i>	Планирование	Горнотранспортные работы	Адекватный учет взаимодействия параметров, режимов и условий эксплуатации оборудования
		Ремонтные работы по оборудованию и транспортным системам	Рентабельность геотехнологического комплекса Планирование ремонтов оборудования в увязке с показателем себестоимости горнотранспортных работ
		Экология и безопасность	Оптимизация режимов и условий эксплуатации
	Организация	Погрузка	Адекватный пооперационный учет режимов и условий эксплуатации основного технологического оборудования Взаимодействие по принципу корпоративности Минимизация затрат на горнотранспортные работы Сокращение коридора варьирования – максимально постоянное содержание Диспетчеризация
		Разгрузка	
		Транспортирование	
		Взаимодействие	
	Учет	Объемы, энергорасход, рейсы, продолжительность операций, режим и условия эксплуатации	Оптимизация
	Нормирование	Породопотоки	Пооперационный учет режимов и диспетчеризация
	Регулирование		
	Стимулирование		

соответствующего методологического и инструментального обеспечения, которое необходимо для реализации более углубленной аналитики. В этом случае методологическое обеспечение и инструментарий должны соответствовать требованиям пооперационного рассмотрения горнотранспортных процессов.

Важными факторами, которые до настоящего времени так и не получили

своего качественного учета в процессах проектирования горного железнодорожного транспорта, являются факторы организационного и экономического характера, которые представлены в табл. 1. Каждый из указанных факторов имеет существенное влияние на эффективность работы железнодорожного транспорта и горнотранспортных систем с применением железнодорожного

транспорта, однако они либо не адекватно учитываются в процессе проектирования, либо и вовсе учету не подлежат. Основная причина такого положения дел заключается в отсутствии соответствующего методического и инструментального обеспечения, а также в подходах к управлению горным железнодорожным транспортом. К примеру, скоростные ограничения в реальном

железнодорожном транспортном процессе могут устанавливаться по постоянным и временным путям, в пунктах проведения технических осмотров и взвешивания, на криволинейных участках в целях безопасности, тогда как в процессе проектирования это сделать практически невозможно. Средние и среднетехнические скорости движения поездов зависят от режимов разгона и торможения, полезной массы и численности рабочего парка поездов, технического состояния путей и т. д. Время погрузки и разгрузки поездов зависит от моделей и технического состояния технологического оборудования.

В связи с существующими значительными погрешностями по учету базовых факторов горнотранспортного процесса отдельного внимания, с точки зрения достоверности получаемых результатов, заслуживают такие принципиальные для железнодорожного транспорта параметры, как пропускная и провозная способность схем путевого развития, их отдельных станций, постов и перегонов.

Во-первых, в традиционных методах практически отсутствует возможность оценивать пропускную и провозную способность для транспортной системы в целом.

Во-вторых, традиционно применяемый для учета неравномерности движения поездов коэффициент неравномерности, принимаемый со значением, равным 1,40-1,35, касательно любых станций, постов или перегонов по факту не соответствует действительности. Как показывает практика и значительный опыт проведения научных исследований в данном направлении, значения показателя неравномерности движения поездов по различным станциям и постам, а также перегонам, могут варьироваться от 1,1 до 3,5 только для средних карьеров, где имеется порядка 10-15 такого рода объектов. На более масштабных транспортных системах – до 20 и более станций и постов, это значение может быть еще выше. В этих условиях средняя погрешность оценки реальной пропускной и провозной способности той или иной

конструкции будет достигать 20-40% и больше.

Учитывая, что в реальности существуют различные режимы пропуска поездов – в пакетном режиме, специализация, без регулирования, а также фактор взаимовлияния в этом аспекте станций и постов друг на друга, то становится очевидно, что традиционные математические подходы или даже матричные, являются весьма приблизительными. Для более качественной оптимизации необходимо учитывать и влияние пунктов погрузки-выгрузки, прохождения технических осмотров и взвешивание локомотивосоставов. В процессе оптимизации режимов и условий, а также интегрированных общих показателей функционирования железнодорожных транспортных систем принципиальное значение имеет значение интервалов движения (прибытия и выбытия) поездов, а также временная протяженность и длина формируемых маршрутов, структурный анализ которых позволяет целенаправленно оптимизировать структуру объектов схемы путевого развития, а также их пропускную и провозную способность. Без соответствующей пооперационной и структурной цифровизации это реализовать с высокой точностью практически невозможно. Реализация технологически возможного потенциала пропускной и провозной способности оптимизацией численного соотношения горного и транспортного оборудования, их модификациями. Модификации применительно к локомотивосоставам предполагают варьирование числа грузовых и обмоторенных думпкаров, что жестко коррелирует со скоростями их передвижения. Все эти моменты убедительно говорят о необходимости применения соответствующего методического и инструментального обеспечения. Обобщая сказанное, необходимо цифровое подобие железнодорожной транспортной системы в контексте горнотранспортного комплекса карьера.

Принципиально важным для повышения эффективности применения железнодорожного транспорта

на открытых разработках является использование единого методологического и инструментального обеспечения расчета основных параметров проектируемых систем как на стадии их проектирования, так и на стадиях планирования и эксплуатации (табл. 2).

Понятие «управление» применительно к горному железнодорожному транспорту включает в себя реализацию семи основных функций: организация, планирование, учет, контроль, нормирование, регулирование и стимулирование. На этапе проектирования железнодорожных транспортных систем преимущественно решаются базовые задачи, связанные с такими функциями управления, как планирование и организация. В их рамках реализуются такие процессы, как выбор основного технологического оборудования, рассчитываются основные технико-экономические показатели работы горнотранспортного комплекса, закладываются базовые условия и режимы эксплуатации оборудования. Погрешность в расчетах на данном этапе по различным факторам составляет от 5% до 30% [4]. Как показал проведенный технико-технологический аудит конкретных проектов горнотранспортных комплексов, наибольшие отклонения связаны с учетом технического состояния, скоростными режимами, энергорасходом и простоями, а также численностью транспортных средств. Наличие погрешностей в проектных решениях приводит к тому, что на этапе эксплуатации предприятия сталкиваются с необходимостью дополнительных финансовых затрат и, следовательно, со снижением рентабельности освоения месторождений, а также существенным снижением эффективности функционирования горнотранспортных систем карьеров. Многие из указанных недостатков практически не устранимы традиционными методами оперативно-регулируемого и управления, такими как автоматизированные системы диспетчеризации, учета и контроля технического состояния машин, поскольку в их функционал такого рода управленческие

решения не входят⁶. В частности, применительно к железнодорожному транспорту системы диспетчеризации не избавляют от простоев основного горного и транспортного оборудования, вызванных структурными особенностями, принятыми горно-геометрическими параметрами схем путевого развития, несоответствием технологических параметров горного и транспортного оборудования и т. д.

Принципиальное значение для повышения эффективности горного железнодорожного транспорта, с точки зрения эффективности горнотранспортной системы в целом и снижения общей себестоимости горнотранспортных работ, имеет обоснование режимов и условий эксплуатации железнодорожного транспорта в достоверной интеграции с другими элементами и условиями функционирования горнотранспортной системы. Именно в эффективном взаимодействии и соответствии друг другу всех элементов и подсистем горнотранспортной системы сосредоточен основной потенциал повышения их корпоративной эффективности.

Результаты исследования

В результате проведенных исследований и анализа влияния совокупности факторов, обуславливающих эффективность горного железнодорожного транспорта на всех этапах управления им, сделан вывод о том, что применяемые на этапе проектирования методы расчетов не обеспечивают в адекватной мере учета некоторой части из них, что приводит к существенным погрешностям

в определении основных технико-экономических показателей функционирования геотехнологических комплексов в целом.

В результате исследований определен и представлен перечень факторов, требующих при их оценке более углубленного подхода и адекватных методов расчетов.

Принципиально важным выводом является целесообразность развития и применения единого и адекватного методологического обеспечения на всех этапах управления геотехнологическими комплексами с железнодорожным видом транспорта, что в существенной мере повысит эффективность процессов оптимизации параметров их взаимодействия и обеспечит снижение себестоимости горнотранспортных работ.

Обсуждение результатов исследования

Имеющийся существенный потенциал повышения эффективности горного железнодорожного транспорта может быть качественно реализован введением в практику корпоративного управления подходов процессного управления с соответствующим комплексом целевых и критериальных показателей, которые могут быть использованы для углубленной и всесторонней аналитики управляемых процессов. В свою очередь, такой подход позволяет на этапе эксплуатации оптимизировать и вырабатывать максимально эффективные управленческие решения, целенаправленно и более эффективно осуществлять на предприятиях меры инвестиционной, инновационной политик, устойчиво реализовывать

процесс технологической модернизации, обеспечивая тем самым повышение гибкости функционирования и конкурентоспособности предприятий на мировом и региональных рынках минерального сырья.

Учитывая тот факт, что горный железнодорожный транспорт продолжает оставаться одним из наиболее распространенных видов транспорта, а горнодобывающие отрасли часто являются базовыми отраслями экономики страны, то все обозначенные направления и меры повышения его эффективности обуславливают как конкурентоспособность отраслей, так и повышение рентабельности освоения минерально-сырьевой базы, а также устойчивость функционирования экономики страны в целом.

Заключение

В заключение важно отметить, что имеется существенный потенциал повышения эффективности использования на открытых разработках наиболее экономичного и надежного, а также экологически чистого железнодорожного вида транспорта, который хорошо может быть реализован по направлениям, связанным с переходом на процессное управление посредством адекватной цифровизации и углубленной аналитики горнотранспортных процессов. Эти направления стратегически важны в условиях Казахстана и их развитие необходимо всемерно стимулировать и поддерживать как на этапах реализации фундаментальных и прикладных исследований, так и на стадии коммерциализации результатов этих исследований.

⁶Анистратов Ю.И., Анистратов К.Ю. и др. *Открытые горные работы – XXI век: справочник под ред. Анистратова К.Ю.* – М.: ООО «Система максимум», 2019. – Том 2. – 872 с. ISBN 978-5-8493-0420-5 (рус.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Яковлев В.Л. *Исторический опыт развития научных идей методологических подходов к обоснованию технологий, параметров горных работ.* // Проблемы недропользования. – 2014. – №3. – С. 15-26. (на русском языке)
2. Трубецкой К.Н., Корнилков С.В., Яковлев В.Л. *О новых подходах к обеспечению устойчивого развития горного производства.* // Горный журнал. – 2012. – №1. – С. 15-19. (на русском языке)
3. Яковлев В.Л., Корнилков С.В. *Методологические особенности освоения недр на современном этапе.* // Вестник УрО РАН. Наука. Общество. Человек. – 2013. – №4. – С. 43-49. (на русском языке)
4. Галиев С.Ж., Алпысбаева Ж.Т., Фарахов К.А. *Потенциал повышения эффективности процессов проектирования освоения месторождений твердых полезных ископаемых*

на основе цифровизации и углубленной аналитики. // Журнал Казахского университета технологии и бизнеса «Вестник КазУТБ». – Нур-Султан. – 2020. – №2. – С.45-54. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Яковлев В.Л. Ғылыми әдістемелік идеяларды дамытудағы тарихи тәжірибе технологияларды негіздеу тәсілдері, тау-кен жұмыстарының параметрлері. // Жер қойнауын пайдалану мәселелері. – 2014. – №3. – Б. 15-26. (орыс тілінде)
2. Трубецкой К.Н., Корнилков С.В., Яковлев В.Л. Тау-кен өндірісінің тұрақты дамуын қамтамасыз етудің жаңа тәсілдері туралы. // Тау-кен журналы. – 2012. – №1. – Б. 15-19. (орыс тілінде)
3. Яковлев В.Л., Корнилков С.В. Қазіргі кездегі жер қойнауын игерудің әдіснамалық ерекшеліктері кезең. // Ресей Ғылым академиясының Орал филиалының хабаршысы. Ғылым. Қоғам. Адам. – 2013. – №4. – Б. 43-49. (орыс тілінде).
4. Галиев С.Ж., Алпысбаева Ж.Т., Фарахов Қ.А. Цифрландыру және терең талдау негізінде қатты пайдалы қазбалар кен орындарын игеру үшін жобалау процестерінің тиімділігін арттыру әлеуеті. // Қазақ технология және бизнес университетінің «Хабаршысы КазУТБ» журналы. – Нур-Сұлтан. – 2020. – №2. – Б. 45-54. (орыс тілінде).

REFERENCES

1. Yakovlev V.L. Istoricheskij opyt razvitiya nauchnyx idej metodologicheskix podxodov k obosnovaniyu texnologij, parametrov gornyx rabot [Historical experience of development of scientific ideas of methodological]. // Problemy nedropol'zovaniya = Problems of Subsoil Use. – 2014. – №3. – P. 15-26. (in Russian)
2. Trubeckoj K.N., Kornilkov S.V., Yakovlev V.L. O novyx podxodax k obespecheniyu ustojchivogo razvitiya gornogo proizvodstva [On new approaches to sustainable development of mining]. // Gornyj zhurnal = Mining Journal. – 2012. – №1. – P. 15-19. (in Russian)
3. Yakovlev V.L., Kornilkov S.V. Metodologicheskie osobennosti osvoeniya nedr na sovremennom e'tape [Methodological peculiarities of subsoil development at the present stage]. // Vestnik UrO RAN. Nauka. Obshhestvo. Chelovek = Bulletin of UB RAS. Science. Society. Man. – 2013. – №4. – P. 43-49. (in Russian)
4. Galiev S.Zh., Alpysbaeva Zh.T., Faraxov K.A. Potencial povysheniya e'ffektivnosti processov proektirovaniya osvoeniya mestorozhdenij tvyordyx poleznyx iskopaemyx na osnove cifrovizacii i uglublennoj analitiki [Potential to improve the efficiency of design processes for the development of deposits of solid minerals on the basis of digitalization and advanced analytics]. // Zhurnal Kazaxskogo universiteta texnologii i biznesa «Vestnik KazUTB» = Journal of the Kazakh University of Technology and Business «Bulletin of KazUTB». – Nur-Sultan. – 2020. – №2. – P. 45-54. (in Russian)

Сведения об авторах:

Галиев С.Ж., д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, заведующий отделом горной системологии Института горного дела им. Д.А. Кунаева – филиала Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан), руководитель научно-практического направления, связанного с разработкой методов технико-экономического анализа, оптимизации и управления геотехнологическими комплексами на открытых разработках, развитием методологии технико-технологических и энергоаудитов функционирования геотехнологических комплексов, профессор Акционерного общества «Казахский университет технологии и бизнеса» и МУА по дисциплинам промышленной политики и технологической модернизации, seitgaligaliyev@mail.ru; orcid.org/0000-0002-6918-419X

Автор туралы мәліметтер.

Галиев С.Ж., техника ғылымдарының докторы, Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясының корреспондент-мүшесі, профессор, Д.А. Қонаев атындағы тау-кен ісі институтының – «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» республикалық мемлекеттік кәсіпорнының филиалы, тау-кен жүйесі бөлімінің меңгерушісі (Алматы қ., Қазақстан), техникалық-экономикалық талдау әдістерін әзірлеуге, ашық әзірлемелерде геотехнологиялық кешендерді онтайландыру мен басқаруға, геотехнологиялық кешендердің жұмыс істеуінің техникалық-технологиялық және энергия-аудит әдіснамасын дамытуға байланысты ғылыми – практикалық бағыттың басшысы, «Қазақ технология және бизнес университеті» Акционерлік қоғамы және АМУ өнеркәсіптік саясат және технологиялық жаңғырту пәндері бойынша профессоры

Information about the author:

Galiev S.Zh., Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor, Head of Department of Mining Systemology of the D.A. Kunaev Institute of Mining – Branch of the Republican State Enterprise «National Center for Integrated Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan» (Almaty, Kazakhstan), Head of Scientific and Practical Direction Related to the Development of Methods of Technical and Economic Analysis, Optimization and Management of Geotechnological Complexes in Opencast Mining, Development of Methodology of Technical and Technological and energy Audits of Geotechnological Complexes Functioning, Professor of the Joint-Stock Company «Kazakh University of Technology and Business» and MUA on Disciplines of Industrial Policy and Technological Modernization

Международная
конференция и выставка

УГОЛЬ РОССИЯ И СНГ

16-17 НОЯБРЯ 2021, МОСКВА

Организатор:

VOSTOCK CAPITAL

+7 (495) 109 9 509 (Москва)
events@vostockcapital.com

КЛЮЧЕВЫЕ МОМЕНТЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

200+ УЧАСТНИКОВ, среди которых руководители крупнейших угольных предприятий России и стран СНГ, а также инициаторы инвестиционных проектов, компании-разработчики и производители оборудования и технологий для предприятий, российские и международные инвесторы

15+ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

по производству угля и строительству объектов угольной инфраструктуры

40+ ДОКЛАДЧИКОВ И УЧАСТНИКОВ ДИСКУССИЙ:

представители проектов, регуляторные органы, ведущие эксперты отрасли

БУДУЩЕЕ ИНДУСТРИИ УГОЛЬНОЙ

ПРОМЫШЛЕННОСТИ: перспективные векторы развития отрасли в России и СНГ, **возможности для увеличения экспорта и государственная поддержка**

ПРИМЕРЫ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК И ЛУЧШИХ ТЕХНОЛОГИЙ для повышения производственной эффективности

СТАТУС КРУПНЕЙШИХ ИНВЕСТИЦИОННЫХ

ПРОЕКТОВ – модернизация производства и развитие инфраструктурных проектов

АКТУАЛЬНО! Технический круглый стол: **обеспечение промышленной безопасности в угольных шахтах**

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ: российский и иностранный опыт внедрения инновационных технологий для оптимизации производственных процессов

СПЕЦИАЛЬНАЯ СЕССИЯ: Строительство портовой и железнодорожной инфраструктуры – какие мощности необходимы?

ВАЖНО! Экология угольной промышленности: минимизация техногенного воздействия на окружающую среду и инвестиции в экологические проекты

КРУГЛЫЙ СТОЛ: Развитие глубокой переработки угля и углекислоты – альтернатива или необходимость?

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА технических, технологических и сервисных решений от лидеров отрасли



COALOFRUSSIA.COM

среди
ПОСТОЯННЫХ
участников:



Код МРНТИ 52.01.81

Н.А. Дрижд, Н.М. Замалиев, А.Ж. Даулетжанов, Ж.Т. Даулетжанова

Некоммерческое акционерное общество «Карагандинский технический университет» (г. Караганда, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ ЗОЛЬНОСТИ УГЛЯ

Аннотация. Данная статья посвящена обзору методов обогащения угля и лабораторных испытаний по снижению зольности угля. Обсуждение проблемы высокой зольности вызвана спросом на отечественный уголь и конкуренцией на мировом рынке. На сегодняшний день продолжают развиваться наиболее распространенные техники обогащения угля, и только комбинирование методов приводит к наиболее приближенному результату, востребованному потребителями. Применение уже известных высокотехнологических способов требует больших капитальных затрат и эксплуатационных расходов во всех циклах производства. При этом глубокая очистка достигается исключительно немеханическим воздействием на уголь. В работе представлен способ кислотной очистки от неорганических примесей, нехарактерный для обогащения угля. Приведены результаты и сравнительный анализ обработки угля с разным уровнем зольности.

Ключевые слова: уголь, зольность, кислотная обработка, технический анализ, флотация, обогащение угля.

Көмір күлін азайту тәсілдерін зерттеу

Аңдатпа. Бұл мақала көмірді байыту әдістеріне шолу және көмірдің күлін төмендету мақсатында зертханалық сынақтарға арналған. Күлдің жоғары болу мәселесін талқылау отандық көмірге деген сұраныстан және әлемдік нарықтағы бәсекелестіктен туындады. Бүгінгі таңда көмірді байытудың кең таралған әдістері дамуын жалғастыруда және тек аралас әдістер тұтынушылар талап ететін ең жақын нәтижеге әкеледі. Белгілі жоғары технологиялық әдістерді қолдану өндірістің барлық кезеңдерінде үлкен капиталды және өндірістік шығындарды қажет етеді. Бұл жағдайда терең тазартуға көмірге тек механикалық емес әсері арқылы қол жеткізіледі. Жұмыста көмірді байытуға тән емес бейорганикалық қоспалардан қышқылмен тазарту әдісі ұсынылған. Әр түрлі күл деңгейі бар көмірді өңдеудің нәтижелері мен салыстырмалы талдауы келтірілген.

Түйінді сөздер: көмір, күл, қышқылмен өңдеу, техникалық талдау, флотация, көмір байыту.

The research of ways to reduce the ash content of coal

Abstract. This article is devoted to the review of methods of coal enrichment and laboratory testing to reduce the ash content of coal. Discussion of the problem of high ash content caused by the demand for domestic coal and competition in the world market. To date, the most common coal processing techniques continue to develop, and only a combination of methods leads to the most approximate result that is in demand by consumers. The use of already known high-tech methods requires large capital expenditures and operating costs in all production cycles. At the same time, deep cleaning is achieved exclusively by non-mechanical action on coal. The paper presents a method of acid purification from inorganic impurities that is not typical for coal enrichment. The results and comparative analysis of the processing of coal with different levels of ash content are presented.

Key words: coal, ash content, acid treatment, technical analysis, flotation, coal enrichment.

Введение

Одним из актуальных вопросов отечественной угледобывающей отрасли является управление качеством продукции. Для повышения конкурентоспособности на мировом рынке и эффективности работы угольного предприятия в целом необходимо привлекать современные технологические решения для понижения зольности и улучшения механических свойств угля для удовлетворения потребностей заказчиков. В основном, казахстанский уголь добывается открытым способом, имеет низкую себестоимость добычи, но экспорт угольной продукции ограничивается из-за высокой зольности, которая на некоторых месторождениях¹ достигает 30-40%. Зольность в 5-8% наиболее востребованного для металлургической промышленности угля Шубаркольского месторождения также требует применения технологии снижения неорганического содержания до уровня 2-3% для поддержания

спроса на международном рынке [1]. Снижение зольности угля, добытого на Шубаркольском месторождении, в том числе благотворно влияет на сохранность угля, предотвращая выветривание и самовозгорание при складировании и транспортировке до мест потребления [2].

Несмотря на селективную добычу, применяемую на Шубаркольском месторождении, прогнозируется рост зольности угля с углублением карьера² (рис. 1, табл. 1).

По природе происхождения минеральный состав углей разделяется на внутренний, формировавшийся во время образования угольных пластов, и внешний, включаемый в угольное сырье при добыче из окружающих пород [3]. Соответственно, управление постоянной зольностью углей не только зависит от применяемого способа добычи, но также требует привлечения технологий обогащения до момента складирования и отгрузки готовой продукции³.

Существуют способы снижения зольности, которые условно можно разделить на простые, гравитационные и флотационные методы обогащения угля. Применимость данных технологий обуславливается техническими и качественными характеристиками исходного сырья, а также рациональностью того или иного способа (табл. 2).

В основе гравитационных способов обогащения угля лежит разделение частиц по плотности, размеру и форме, влияющим на скорость движения в рабочей среде под воздействием гравитационных сил. В зависимости от характеристик обрабатываемого сырья применяют разные среды для разделения минералов (воздух, вода и тяжелые суспензии) в сочетании с гидродинамическими силами и силой трения частиц друг о друга, стенки оборудования. Подобные технологические установки позволяют достичь высокой степени сепарации в основном при обогащении крупных

¹Калмыков Д.Е., Маликова А.Д. Загнанные в уголь. / Обзор. Угледобыча и угольная энергогенерация в Казахстане. Состояние и перспективы. – Караганда: Центр по внедрению новых экологически безопасных технологий «CINEST», 2017. – 70 с.

²Отчет компетентного лица об угольных активах. / SRK консалтинг (Казахстан) Ltd KZ0521. – Алматы, 2018. – 88 с.

³Морозова Л.А. Решение проблемы обогащения рядовых углей на угледобывающих предприятиях Львовско-Волынского бассейна. // <https://ukrniit.ucoz.ua>. – Публ. 01.10.2013 (по сост. 20.02.2021).

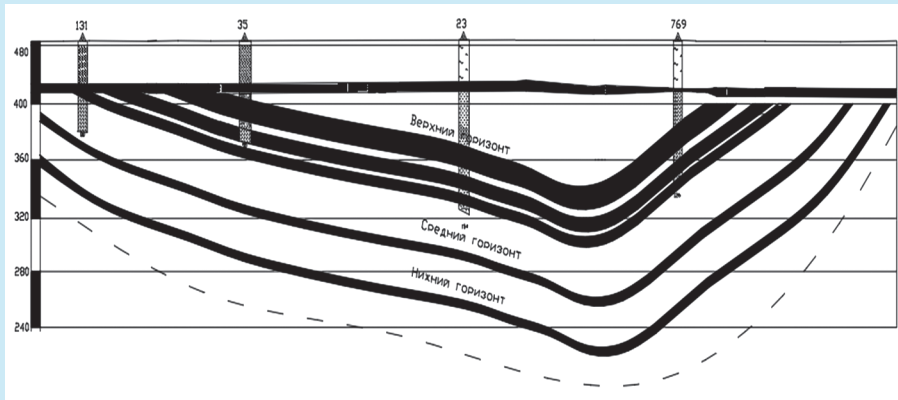


Рис. 1. Продольный разрез Шубаркольского месторождения.
Сурет 1. Шұбаркөл кен орнының бойлық қимасы.
Figure 1. Longitudinal section of the Shubarkol coal deposit.

фракций углей, а в исключительных случаях и угольной мелочи размером до 75 микрон [4, 5].

Флотационные или иные специальные техники обогащения позволяют достигать высокой эффективности при обработке более широкого диапазона гранулированного состава угля. Однако, флотация угля имеет ряд особенностей и трудностей в силу высокой сорбционности, аполярной природы и неоднородности петрографического состава. В связи с этим важно комбинировать методы флотации со специальными физическими способами сепарации, основанными на магнитных, электрических и иных свойствах разделяемых частиц, что обеспечит достаточно высокую селективность разделения минеральных частиц и углей с выходом зольности на уровне 2-5% [6-8].

При этом рациональными физическими методами глубокую очистку от внутренней зольности без применения химического воздействия на структуру угля производить на сегодняшний день не представляется возможным. Известны эффективные технологии извлечения или рафинирования разных руд кислотной обработкой, которые теоретически допустимы к работе при обогащении угля, так как при определенных условиях органический состав угля остается неизменным при взаимодействии с минеральными кислотами [9].

Таким образом, в лаборатории Карагандинского технического университета была предпринята

попытка снижения внутренней зольности углей путем обработки раствором минеральных кислот.

Методы исследования

Подбор кислот для обработки угольных фракций производился, исходя из состава золы после сжигания Шубаркольского угля, которая представлена преимущественно окислами кремния, алюминия и железа [1, 2]. При этом из практики известно, что наиболее эффективной и при этом доступной на рынке является разбавленная соляная кислота, которая успешно применяется для разрушения минеральных осадков и извлечения металлов.

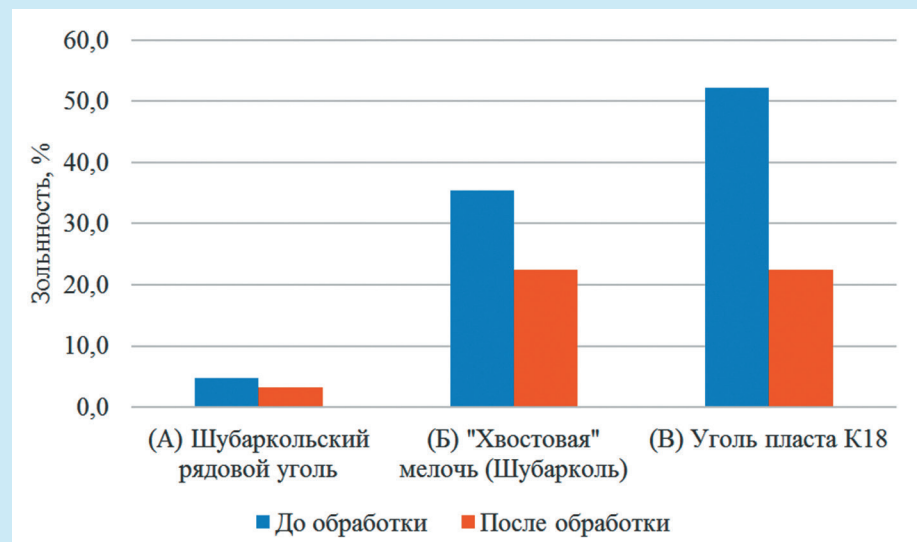
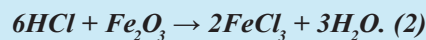
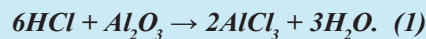


Рис. 2. Снижение зольности углей путем кислотной обработки.
Сурет 2. Қышқылмен өңдеу арқылы көмірдің күлін азайту.
Figure 2. Reducing the ash content of coals by acid treatment.

Для отделения тугоплавкого оксида кремния (IV), который проявляет химическую стойкость по отношению к большинству кислот, применима лишь фтористоводородная кислота, которая реагирует следующим образом (3):



Используя особенности химических свойств окислов металлов, делаем расчеты по определению объема каждой кислоты для избавления от алюминия и кремния по стехиометрии указанных химических реакций (1-3).

Приемлемые концентрации кислот рассчитывались, исходя из планируемого объема угля массой 15 г с зольностью не более 5%. С учетом обработки навески угля в 50 мл раствора кислот рассчитанное количество реагентов установлено в соотношении 10% соляной и 20% плавиковой кислот.

Кислотной обработке подвергалась фракция угля 0,315 мкм, предварительно измельченная на вибрационной мельнице Retsch RS 200. Навеска угля, погруженная в раствор кислоты, выдерживается в течение 30 минут при температуре 80°C. По практике работы с фтористоводородной кислотой обработка навески угля проводилась в пластиковой посуде, нагрев рабочей среды – в масляной бане.

Таблица 1

Показатели качества угля по каждому пласту

Кесте 1

Әр қабат бойынша көмір сапасының көрсеткіштері

Table 1

Coal quality indicators for each bed

Пласт	2V	2V2 + 3 + 4	2V4	2V3	2V1	1V	1V2	1V22	1V12	1V1
Зольность рядового угля (% DB)	7,2	2,7	7,4	9,4	18,7	14,6	11,4	9,3	5,2	10,5
Теплота сгорания DAF (МДж/кг)	31	32,9	30,62	30,25	31,33	30,19	30,59	31,18	31,41	30,8

Таблица 2

Способы обогащения угля

Кесте 2

Көмірді байыту әдістері

Table 2

Methods of coal enrichment

Способ	Наименование/вид технологии	Результат
Механическая сортировка	Ручная сортировка	Снижение зольности на 3-5%
	Механическая сортировка	
	Обогащение по трению	
Гравитационное обогащение	Мокрое обогащение: <ul style="list-style-type: none"> ▪ моечный желоб; ▪ концентрационные столы; ▪ отсадочные машины; ▪ тяжелые жидкости. 	Снижение зольности уровня 30-50% до 25%
	Сухой метод обогащения: <ul style="list-style-type: none"> ▪ применение сухих лотков; ▪ применение пневматических сепараторов. 	Снижение зольности уровня 50% до 25-27%
Флотация	Пневматические	Снижение зольности до 3-5%
	Механические	
	Механо-пневматические	
	Специальные способы: <ul style="list-style-type: none"> ▪ магнитная сепарация; ▪ электрическая сепарация; ▪ рентгенометрическая сепарация; ▪ химическое обогащение; ▪ селективная коагуляция; ▪ обогащение по естественной радиоактивности. 	

Исходная и финальная зольность и другие технические параметры установлены с помощью термогравиметрического анализатора Eltra Thermostep согласно СТ РК ASTM D 7582-2019.

Результаты

Эксперименты проводились на образцах угля Шубаркольского месторождения зольностью 5% (А), а также «хвостовой» мелочи (Б) и угля пласта К₁₈ Карагандинского угольного бассейна (В). В табл. 3 представлены результаты испытаний трех образцов, при этом каждая проба подвергалась кислотной обработке по три раза.

Обсуждение результатов

Полученные результаты демонстрируют снижение зольности на всех образцах минимум в 1,5 раза на вариативных уровнях минерализации. Наиболее высокая степень очистки наблюдается на углях пласта К₁₈. Меньшая эффективность прослеживается в угле, оставшемся после сепарации. Наименьший эффект, но, по-прежнему, существенный иллюстрируется на образцах Шубаркольского рядового угля. При этом начальный уровень зольности на всех образцах существенно отличался, а обработка производилась

одной и той же концентрацией кислот при одинаковой продолжительности и температуре воздействия.

Образцы (Б) и (В) имеют высокий начальный уровень зольности, демонстрируют схожие конечные результаты на уровне 20-24%, несмотря на отличие начальной минерализации в 1,5 раза (рис 2). Снижение зольности на уровне 20% может быть объяснимо концентрацией кислотной смеси, т. к. исходные соотношения рассчитывались на более низкий уровень зольности в угле. Однако и при низкой зольности угля (А) эффективность

Таблица 3
 Результаты кислотной обработки рядового угля повышенной крупности Шубаркольского месторождения
 Кесте 3
 Шұбарқол кен орнының ірілігі жоғары қатардағы көмірді қышқылмен өңдеу нәтижелері

Table 3

The results of acidic treatment of raw coal increased size from Shubarkol deposit

Технические параметры	Аналитические летучие, %	Зольность, %	Низшая теплота сгорания, Q2, кКал/кг	Аналитические летучие, %	Зольность, %	Низшая теплота сгорания, Q2, кКал/кг
Название образца	До обработки			После обработки		
(А) Шубаркольский рядовой уголь, №1	19,1	4,7	6219	20,81	3,0	6434
(А) Шубаркольский рядовой уголь, №2	18,61	4,8	6224	20,8	3,3	6449
(А) Шубаркольский рядовой уголь, №3	18,61	4,7	6228	20,7	3,2	6476
(Б) «Хвостовая» мелочь (Шубарколь), №1	35,2	36,3	3960	38,0	20,9	4542
(Б) «Хвостовая» мелочь (Шубарколь), №2	34,6	35,7	3984	38,2	22,1	4573
(Б) «Хвостовая» мелочь (Шубарколь), №3	33,3	34,5	4042	41,2	24,4	4345
(В) Уголь пласта K ₁₈ , №1	25,0	52,1	2631	35,6	21,9	4719
(В) Уголь пласта K ₁₈ , №2	25,1	52,6	2605	33,8	24,1	4481
(В) Уголь пласта K ₁₈ , №3	26,2	51,9	2641	35,3	21,1	4646

кислотной обработки сохранилась на прежнем уровне в 150%. Предполагается, что причина состоит в генетических характеристиках угля, и для разрушения внутренней зольности необходимо создать условия, катализирующие окислительные процессы неорганического состава, т. е. температурный режим, продолжительность выдержки угля в реакционной среде, оптимальные соотношения кислот и иные средства.

Для повышения эффективности кислотной очистки эксперимент требует большей вариативности концентраций кислот и внешних условий проведения обработки. Но и при этом предложенная схема демонстрирует снижение зольности в 2-2,5 раза. Снижение зольности рядового угля с 4,7% до уровня 3% уже может быть

привлекательным для обеспечения потребности определенных металлургических производств.

Высокая токсичность применяемых реагентов для снижения зольности требует дополнительных мер предосторожности и разработки комплекса утилизации и регенерации кислотной смеси при применении на производственном объекте.

Заключение

Существует множество техник первичного и глубокого обогащения угля, которые базируются на механических и смежных технологиях. И выбор сводится к технологии с меньшей энергоемкостью, зачастую, не в пользу качества конечного продукта. В основном, это оправдывается потребностями рынка. Однако, в связи с ростом мирового высокотехнологического

производства повышается и спрос на более рафинированное сырье, которое, соответственно, требует более глубокой очистки. К таким способам, наряду с комбинированной флотацией, несомненно, можно отнести кислотную обработку угля, при которой снижается зольность путем химического разрушения неорганической составляющей угля без воздействия на органическую массу. Так, кислотная очистка является более избирательной по сравнению с наиболее распространенными средствами обогащения угля.

Преимуществом предложенного способа, в том числе, является его применимость к любым фракциям угля, что также повышает рациональность производства, сводя «хвостовые» остатки дробления и сепарации сырья к минимуму.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Сафонов А.А., Маусымбаева А.Д., Портнов В.С., Парафилов В.И., Коробко С.В. Анализ возможного использования углей месторождения Шубарколь при выплавке технического кремния. // Уголь. – 2019. – №2 – С. 68-72. (на русском языке)
2. Дрижд Н.А., Даулетжанов А.Ж., Даулетжанова Ж.Т. Влияние зольности и неорганического состава на самовозгорание угля. // Тр. междунар. науч.-практ.

- конф. «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №12). – Караганда, 2020. – С. 84-86. (на русском языке)
3. Хоютанов Е.А., Гаврилов В.Л. Повышение полноты извлечения запасов сложноструктурных пластов с учетом зольности угля в приконтактных зонах. // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2016. – №10. – С. 20-29. (на русском языке)
 4. Chaurasia R.C., Nikkat S. Оптимизационные исследования мультигравитационного сепаратора для обработки сверхмелкого угля. // Международный журнал подготовки и утилизации угля. – 2016. – С. 195-212. (на английском языке)
 5. Iveson M., Galvin K., Mason M. Гравитационная сепарация и обесшламливание мелкодисперсного угля: опытно-промышленное исследование с использованием последовательных классификаторов рефлюкса. // Международный журнал подготовки и утилизации угля. – 2014. – С. 239-259. (на английском языке)
 6. Петухов В.Н., Юртумбаева А.Р. Разработка режима флотации углей при использовании реагентов-вспенивателей различного химического состава и строения молекул. // Теория и технология металлургического производства. – 2016. – №2. – С. 5-7. (на русском языке)
 7. Билетский В., Молчанов П., Сокур М., Гайко Г., Савик В., Орловский В., Лиак М., Ятсышин Т., Фурса Р. Исследование процесса подготовки украинского угля методом масляной агрегации. // Восточно-Европейский журнал корпоративных технологий. – 2017. – №87. – С. 45-53. (на английском языке)
 8. Chen Y., Cao M., Ma C. Обзор технологии электрофикации угля и десульфурации магнитной сепарации. // Прикладные науки. – 2019. – №9(6). – С. 1158. (на английском языке)
 9. Yahya A.A., Ali N., Kamal N., Shahidan Sh., Beddu S., Nuruddin M., Shafiq N. Восстановление элементов тяжелых металлов из угольной золы с помощью обработки выщелачиванием лимонной кислотой. // Веб конференция МАТЕС. – 2017. – №103(9). – С. 01004. (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Сафонов А.А., Маусымбаева А.Д., Портнов В.С., Парафилов В.И., Коробко С.В. Техникалық кремнийді балқыту кезінде Шұбаркөл кен орнының көмірін пайдалану мүмкіндігін талдау. // Уголь. – 2019. – №2. – Б. 68-72. (орыс тілінде)
2. Дрижд Н.А., Даулетжанов А.Ж., Даулетжанова Ж.Т. Күлдің және бейорганикалық құрамның көмірдің өздігінен жануына әсері // «Ғылым, білім және өндіріс интеграциясы – Ұлт жоспарын жүзеге асырудың негізі» (№12 Сагинов оқулары) атты халықаралық ғылыми-практикалық online конференциясының еңбектері. – Қарағанды. – 2020. – Б. 84-86. (орыс тілінде)
3. Хоютанов Е.А., Гаврилов В.Л. Түйіспелі аймақтардағы көмірдің күлін ескере отырып, күрделі құрылымдық қабаттардың қорларын алудың толықтығын арттыру. // Забайкальский мемлекеттік университетінің хабаршысы. – 2016. – №10. – Б. 20-29. (орыс тілінде)
4. Chaurasia R.C., Nikkat S. Өте ұсақ көмірді өңдеуге арналған мультигравитациялық сепараторды оңтайландыру зерттеулері. // Көмірді дайындау мен кәдеге жаратудың халықаралық журналы. – 2016. – Б. 195-212. (ағылшын тілінде)
5. Iveson M., Galvin K., Mason M. Ұсақ дисперсті көмірді гравитациялық бөлу және шламнан шығару: дәйекті рефлюкс классификаторларын қолдана отырып, тәжірибелік-өнеркәсіптік зерттеу. // Көмірді дайындау мен кәдеге жаратудың халықаралық журналы. – 2014. – Б. 239-259. (ағылшын тілінде)
6. Петухов В.Н., Юртумбаева А.Р. Әр түрлі химиялық құрамы мен молекулаларының құрылымы бар реагент-көбіктендіргіштерді пайдалану кезінде көмірді флотациялау режимін әзірлеу. // Металлургиялық өндірістің теориясы мен технологиясы. – 2016. – №2. – Б. 5-7. (орыс тілінде)
7. Biletskyi V., Molchanov P., Sokur M., Gayko G., Savyuk V., Orlovskyy V., Liakh M., Yatsyshyn T., Fursa R. Майлы агрегациялау әдісімен украин көмірін дайындау процесін зерттеу. // Шығыс Еуропалық корпоративті технологиялар журналы. – 2017. – №87. – Б. 45-53. (ағылшын тілінде)

8. *Chen Y., Cao M., Ma C. Көмірді электрлендіру және магнитті сепарацияны күкіртсіздендіру технологиясына шолу. // Қолданбалы ғылымдар. – 2019. – №9(6). – Б. 1158. (ағылшын тілінде)*
9. *Yahya A.A., Ali N., Kamal N., Shahidan Sh., Beddu S., Nuruddin M., Shafiq N. Лимон қышқылымен шаймалау арқылы ауыр металл элементтерін төменгі көмір күлінен қалпына келтіру. // MATEC веб конференциясының еңбектері. – 2017. – №103(9). – Б. 01004. (ағылшын тілінде)*

REFERENCES

1. *Safonov A.A., Mausymbayeva A.D., Portnov V.S., Parafilov V.I., Korobko S.V. Analysis of the possible use of coal from the Shubarkol deposit in the smelting of technical silicon. // Coal. – 2019. – №2 – P. 68-72. (in Russian)*
2. *Drizhd N.A., Dauletzhanov A.Zh., Dauletzhanova Zh.T. Influence of ash content and inorganic composition on spontaneous combustion of coal. // Proceedings of International scientific and practical online conference «Integration of Science, education and production – the basis for implementation of the national Plan» (Saginov readings №12). – Karaganda. – 2020. – P. 84-86. (in Russian)*
3. *Choyutanov E.A., Gavrilov V.L. Increasing the completeness of recovery of reserves of complex-structured formations, taking into account the ash content of coal in the contact zones. // Bulletin of the Trans-Baikal State University. – 2016. – №10. – P. 20-29 (in Russian)*
4. *Chaurasia R.C., Nikkam S. Optimization Studies on Multi Gravity Separator Treating Ultra-Fine Coal. // International Journal of Coal Preparation and Utilization. – 2016. – P. 195-212. (in English)*
5. *Iveson M., Galvin K., Mason M. Gravity Separation and Desliming of Fine Coal: Pilot-Plant Study Using Reflux Classifiers in Series. // International Journal of Coal Preparation and Utilization. – 2014. – P. 239-259. (in English)*
6. *Petuhov V.N., Yurtumbayeva A.R. Development of the coal flotation mode using foaming agents of different chemical composition and molecular structure. // Theory and technology of metallurgical production. – 2016. – №2. – P. 5-7. (in Russian)*
7. *Biletskyi V., Molchanov P., Sokur M., Gayko G., Savyk V., Orlovskyy V., Liakh M., Yatsyshyn T., Fursa R. Research into the process of preparation of Ukrainian coal by the oil aggregation method. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – №87. – P. 45-53. (in English)*
8. *Chen Y., Cao M., Ma C. Review of Coal-Fired Electrification and Magnetic Separation Desulfurization Technology // Applied Sciences. – 2019. – №9(6). – P. 1158. (in English)*
9. *Yahya A.A., Ali N., Kamal N., Shahidan Sh., Beddu S., Nuruddin M., Shafiq N. Reducing Heavy Metal Element from Coal Bottom Ash by Using Citric Acid Leaching Treatment. // MATEC Web of Conferences. – 2017. – №103(9). – P. 01004. (in English)*

Сведения об авторах:

Дрижд Н.А., д-р техн. наук, профессор кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского технического университета (г. Караганда, Казахстан), *n_drizhd@mail.ru*; orcid.org/0000-0001-7269-7626

Замалиев Н.М., д-р философии, старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского технического университета (г. Караганда, Казахстан), *nailzamaliev@mail.ru*; orcid.org/0000-0003-0628-2654

Даулетжанов А.Ж., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского технического университета (г. Караганда, Казахстан), *dauletzhanov@gmail.com*; orcid.org/0000-0002-1770-3728

Даулетжанова Ж.Т., докторант кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Карагандинского технического университета (г. Караганда, Казахстан), *kaliyeva_zhanna@mail.ru*; orcid.org/0000-0001-9682-5127

Авторлар туралы мәліметтер:

Дрижд Н.А., техникалық ғылыми докторы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру» кафедрасының профессоры, Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Замалиев Н.М., PhD докторы, «Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру» кафедрасының аға оқытушысы, Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Даулетжанов А.Ж., «Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру» кафедрасының докторанты, Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Даулетжанова Ж.Т., «Пайдалы қазбалар кен орындарын өндіру» кафедрасының докторанты, Қарағанды техникалық университеті (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about authors:

Drizhd N.A., Doctor of Science, Professor at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint-stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Zamaliev N.M., PhD, Senior Lecturer at the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint-stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Dauletzhanov A.Zh., PhD Doctoral Student of the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint-stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Dauletzhanova Zh.T., PhD Doctoral Student of the Department «Development of Mineral Deposits» of the Non-profit Joint-stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

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 первичной 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 предоставляются на трех языках (ученая степень, ученое звание, должность, место основной работы, контактные данные (адрес электронной почты), город, страна, **ORCID**);
 - полное название организации (-й), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
 - аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация (реферат) предоставляется на казахском и русском языках объемом не менее 700 и не более 900 символов (примерно 150...200 слов);
 - ключевые слова в количестве 6...10 устойчивых словосочетаний, по которым в дальнейшем будет выполняться поиск статьи (сокращения и аббревиатуры не допускаются): ключевые слова отражают специфику темы, объект и результаты исследования и предоставляются на казахском и русском языках;
 - текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение);
 - список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2010 года, предоставляется на казахском и русском языках.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

К статье прилагаются сведения на английском языке:

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

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

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

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

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

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

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

4. Стоимость публикации.

Стоимость публикации статьи в издании с 1 апреля 2021 года составляет 10000 тенге. В стоимость входит восемь экземпляров журнала с опубликованной статьей и присвоение DOI. Для авторов, проживающих в других городах (кроме г. Алматы) и не имеющих представителей в г. Алматы, в счет включаются почтовые услуги.



VI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА MINING & MINERALS EXPO'2021

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ И УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

19–21 октября



ОРГАНИЗАТОР:
Международный выставочный центр

Технический партнер: *RentMedia*



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
г. Киев, Броварской пр-т, 15
станция метро "Левобережная"

тел./факс: (044) 201-11-67
e-mail: energoprom@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.мвц.укр