



Меняем суть привычных вещей!

Маркетинговая и коммуникационная стратегии | Разработка фирменного стиля
Управление репутацией | Дизайн и полиграфия | Работа со СМИ | Консалтинг

зарегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан 04.04.2013 г.
Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания 13508-Ж.

Издается с января 2003 г.

Приказом №290 от 28.06.2022 г. Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК внесен в перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности.

В журнале публикуются материалы, отражающие состояние и перспективы развития геологии, горного дела и металлургии не только в нашей стране, но и за рубежом. Журнал освещает проблемы охраны труда и техники безопасности, экономики, подготовки кадров и других вопросов, связанных с горно-металлургическим комплексом. В журнале представлены статьи прикладного характера, результаты фундаментальных исследований, служащие основой для новых технических разработок.

При перепечатке материалов ссылка на Горный журнал Казахстана обязательна. Ответственность за достоверность сведений в публикуемых статьях и рекламных материалах несут авторы и рекламодатели. Мнение редакции не всегда может совпадать с мнением авторов.

Адрес редакции:
050026, г. Алматы,
ул. Карасай батыра, 146, оф. 401,
тел.: +7 (747) 440-46-35
+7 (747) 343-15-02
minmag.kz

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 28.07.2022 г.

Отпечатано:
«Print House Gerona»
ул. Сатпаева 30А/3, офис 124
тел: + 7 727 250-47-40,
+ 7 727 398-94-59,
факс: + 7 727 250-47-39

УЧРЕДИТЕЛЬ И СОБСТВЕННИК
ТОО «Научно-производственное
предприятие «ИНТЕРРИН»



INTERRIN

Главный редактор

М.Ж. БИТИМБАЕВ, mbitimbaev@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Л.А. КРУПНИК, leonkr38@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Х.А. ЮСУПОВ, yusupov_kh@mail.ru

Ответственный редактор

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

Специалист по связям с общественностью

Т.С. ДОЛИНА, Tatyana.Dolina@interrin.kz

Редакционная коллегия:

Fathi Habashi (Canada), Dr. techn. [Vienna], Dr.h.c. [St. Petersburg], Dr.h.c. [National Tech Univ, Lima], Dr.h.c. [San Marcos Univ, Lima]

Fidelis Tawiah Suorineni, PhD,
Professor of Mining Engineering

Ж.Д. Байгурин, д-р техн. наук, профессор
А.Б. Бегалинов, д-р техн. наук, профессор

А.А. Бекботаева, PhD

В.А. Белин (Россия), д-р техн. наук, профессор

В.И. Бондаренко (Украина), д-р техн. наук, профессор

Н.С. Буктуков, д-р техн. наук, профессор

А.Е. Воробьев (Россия), д-р техн. наук, профессор

С.Ж. Галиев, д-р техн. наук, профессор

А.И. Едильбаев, д-р техн. наук

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

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

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

Д.Г. Масыгин

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

В.С. Музгина, д-р техн. наук

В.И. Нифадьев (Кыргызстан), д-р техн. наук, профессор

М.Б. Нурпенсова, 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

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

Р.Р. Ходжаев, д-р техн. наук

П.А. Цеховой

Т.А. Чепуштанова, PhD



ПОБЕЖДАЯ РАЗРУШАЮЩУЮ СТИХИЮ ВРЕМЕНИ

Сварочные материалы и оборудование
для ремонта и восстановления

МЫ ОПРЕДЕЛЯЕМ БУДУЩЕЕ СВАРКИ И РЕЗКИ!

050008 г. Алматы, Республика Казахстан ул. Сатпаева, д. 29Д
Тел. (727) 352 86 60 E-mail: Almaty.sales@esab.ru



® – статья на правах рекламы

① – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

- 7 Колонка главного редактора
- 8 Усть-Каменогорский Свинцовый завод отметил 70-летний юбилей ®
- 10 «Шубарколь комир» и компания «ЭСАБ» анонсировали сотрудничество ®
- 12 Революция в области тонкого измельчения ®

Геотехнология

- 19 *Акбаров Т.Г., Нишанов А.Ш., *Уразов Ж.Д., Нишанов Д.К.*
Пути повышения полноты извлечения запасов при подземной разработке золоторудного месторождения Кочбулак

Маркшейдерское дело

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

Горные машины

- 35 *Игбаева А.Е., Елемесов К.К., Бортебаев С.А., *Басканбаева Д.Д.*
Исследование работы корпусов центробежного насоса из фибробетона под воздействием водно-песчаной смеси

Геоинформатика

- 41 **Ozhigin S.G.*
Digitization of mining assets with K-Mine
- 49 **Ивадилинова Д.Т., Шамшиев О.Ш., Богжанова Ж.К.*
Тау-кен қазбаларын бекіту түрін таңдау үшін Көмір қабаттарының табиғи газдылығын модельдеу әдістемесін әзірлеу

- 56 Инструмент будущего: чем удивит юбилейная выставка MITEX 2022

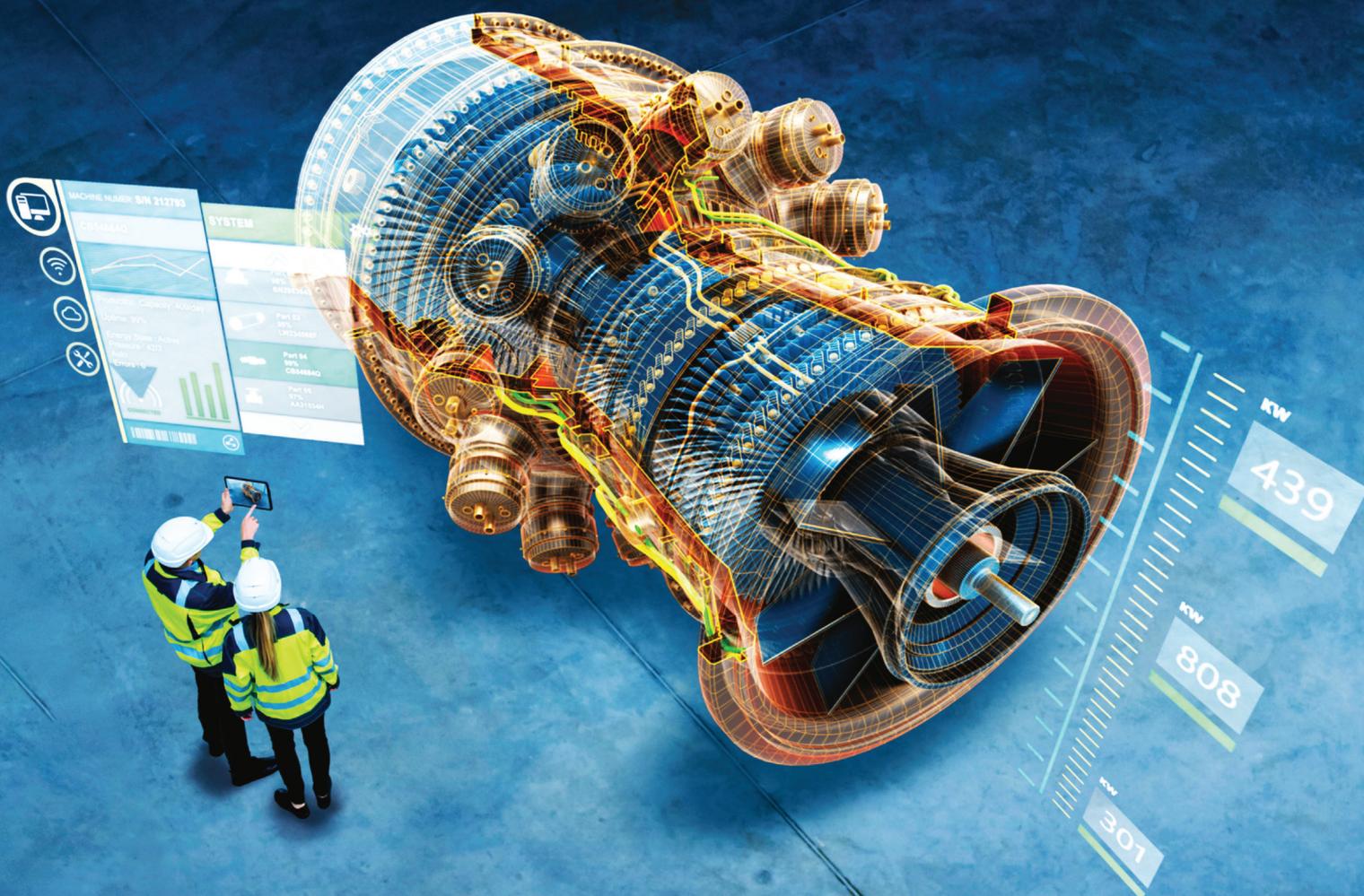
- 58 Требования к оформлению статей

- 60 Поздравляем Геннадия Васильевича Горбатенко с Днем рождения! ①



Profit Industry & Energy Day

profitday.kz/industry



Цифровизация промышленности и энергетики

Гибридная конференция

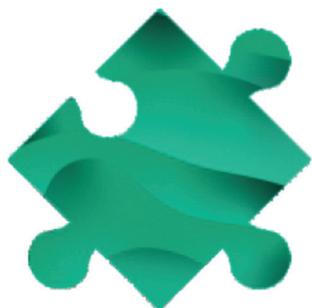
Зарегистрироваться



26 августа 2022
пятница, 9:20



Hilton Astana
Нур-Султан, Казахстан



Геомодель 2022

24-я конференция по вопросам геологоразведки
и разработки месторождений нефти и газа



Важные даты

Окончание приёма
тезисов докладов
1 июня 2022 г.

Окончание
регистрации по
льготному тарифу
1 июля 2022 г.

Окончание
приема заявок на
коммерческие
презентации
и выездной
практический курс
1 августа 2022 г.

Направления тем научных сессий

Общая геология и региональные сессии
 Геофизические исследования
 Обработка и интерпретация геолого-геофизических данных
 Методы промысловой геофизики и петрофизики
 Количественный анализ геолого-геофизической информации
 Разведка и разработка месторождений
 Геомеханика
 ТРИЗ
 Машинное обучение и искусственный интеллект
 Цифровизация процессов обработки данных
 Экономическая эффективность ГРП

Приём тезисов докладов
до 1 июня 2022 г.!

5-8 сентября 2022 г. | Геленджик, Россия

www.geomodel.ru

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

Дорогие читатели!

Уважаемые коллеги!

Июль – самый жаркий месяц в Северном полушарии – как нельзя лучше характеризует празднование Дня металлурга, который посвящен работникам «горячей профессии» – обогатителям и металлургам.

Металл был с первых дней существования человечества самым нужным предметом – оружием в руках, когда Homo Sapiens ощутил на деле, какую он помощь получил от природы. Постепенно, оставаясь востребованным как оружие, металлы, увеличиваясь в своей номенклатуре и ассортименте, полностью заполнили все ниши наших потребностей.

Гордясь достижениями отечественных металлургов и обогатителей, будучи уверенным, что мировой горно-металлургический комплекс будет оставаться всегда на уровне требований цивилизации, в первую очередь, надо особое внимание и заботу проявлять в отношении следующих решающих факторов: обеспечение мировой цивилизации увеличивающимся в геометрической прогрессии, по сравнению с ростом населения, количеством потребляемых металлов. Проблемой становится истощение недр Земли в пределах континентальной земной коры. Нам следует помнить, что полезные ископаемые, в первую очередь, металлы, являются принципиально невозобновляемым природным ресурсом.

Но человечество всегда будет нуждаться в металлах. Оно предпринимает меры по улучшению качества потребления (речь идет о снижении удельного расхода), решая эту проблему как задачу технологическую. Повышаются прочностные качества и износостойкость металлов, применяются новые металлические сплавы, в том числе улучшенные синтетическими материалами, увеличиваются объем и кратность повторного использования лома, идет работа над возможностью искусственной сборки на атомном уровне нужных химических элементов из природных горных пород в будущем, серьезно рассматривается получение металлов из океанической воды, шельфовых песков и донных отложений. Но по экономическим и техническим причинам развитие этих направлений ни заменить добычу руды из массива земной коры, ни совместно с добычей закрыть в будущем требования цивилизации примерно с 2050 года человечество не сможет. Поэтому кардинальным выходом из этой ситуации является создание действующего и реализуемого на практике научного принципа рудообразования нового типа. Такова воля, исходящая от необходимости непрерывного и качественного развития цивилизации, поэтому на протяжении развития одного поколения нам следует познать процесс рудообразования с участием в нем природных геохимических закономерностей и новых, ранее неучитываемых запасов, содержащихся в микро- и наноразмерных частицах. В этот же период нам следует создать и реализовать новые технологии добычи и переработки, учитывающие особенности рудообразования нового типа. Решение этой половины поставленной перед человечеством задачи обеспечит его рабочим механизмом производства металлов на уровне потребностей на исторически необозримый срок.

Решение это осложнено первоначально, но, в то же время, по своим конечным результатам позволит улучшить экономическую эффективность и безопасность горно-обогатительного производства, если мы одновременно организуем его на базе создания циркулярной экономики с цифровой трансформацией и практической декарбонизацией.

Друзья! Задача осознана, она должна и будет решена, но праздник остается с нами. Редакция поздравляет всех с Днем металлурга, желает всем на предприятиях, в учебных заведениях, в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях, на стройплощадках, в лабораториях и в полевых условиях здоровья и благополучия, уверенности в завтрашнем дне и праздничного настроения всегда!



УСТЬ-КАМЕНОГОРСКИЙ СВИНЦОВЫЙ ЗАВОД ОТМЕТИЛ 70-ЛЕТНИЙ ЮБИЛЕЙ

25 июня 1952 года на Усть-Каменогорской промплощадке был получен первый свинец. Образовавшееся тогда предприятие впоследствии вошло в состав Усть-Каменогорского металлургического комплекса (УК МК) «Казцинк».

С момента основания Свинцовый завод славился своим современным оснащением и технологиями, которые не применялись нигде в мире. Сегодня предприятие не сдает лидирующих позиций. «Казцинк» занимает первое место по выпуску свинца в Казахстане. Завод производит 150000 тонн этого металла в год.

Свинцовое производство перерабатывает до 12 видов концентратов одновременно, и его конечный продукт – не только титульный свинец. На выходе получается несколько видов готовой продукции и сырья, богатого металлами, для других подразделений «Казцинка».

Отличительная особенность Свинцового завода – его экологичность. В 2012 году была проведена масштабная модернизация, здесь внедрили новую технологию ISASMELT для уменьшения выбросов сернистого ангидрида. Нововведение позволило эффективно перерабатывать газы и переводить их в товарный продукт – серную кислоту. Технология ISASMELT отличается абсолютной герметичностью оборудования плавки и получением при этом

малых объемов газов высокой концентрации, которые можно полностью утилизировать.

На Свинцовом заводе не пропадает даже пыль, содержащаяся в воздухе. Сотрудники отделения пылеулавливания в час очищают до 3 млн кубических метров воздуха. Это позволяет полностью исключить потери производства. Полученная пыль направляется обратно в печи.

– *За 70 лет Свинцовый завод превратился в эффективное, современное и экологичное производство,* – комментирует исполнительный директор по металлургии «Казцинка», директор УК МК **Турарбек Азекенов.** – *Мы не стоим на месте – непрерывно осваиваем новые технологии. Неизменно одно – профессионализм наших металлургов, безмерно преданных делу. Именно благодаря им мы добиваемся таких результатов. Зарубежные коллеги не раз перенимали у нас опыт, потому что казцинковцы – лучшие в своем деле. Уверен, впереди у Свинцового завода немало достижений!*



Материалы предоставлены Управлением по связям с общественностью ТОО «Казцинк»

5-8 сентября 2022 г.
г. Геленджик, Россия

Геомодель



ИНЖЕНЕРНАЯ : 2 И РУДНАЯ : 2022 ГЕОФИЗИКА : 2

18-я конференция и выставка

В рамках конференции вас ждут:

КРУГЛЫЕ СТОЛЫ:

Геологическая интерпретация геофизических данных

Беспилотные технологии. Комплексование, ограничения и трудности

КУРСЫ ЛЕКЦИЙ:

Метод стоячих волн и его применение для решения инженерных задач

ПОЛЕВАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ АППАРАТУРЫ



**ИНЖЕНЕРНАЯ И
РУДНАЯ ГЕОЛОГИЯ** | 2022

3-я конференция

«ШУБАРКОЛЬ КОМИР» И КОМПАНИЯ «ЭСАБ» АНОНСИРОВАЛИ СОТРУДНИЧЕСТВО

Компания «ЭСАБ» успешно завершила два опытно-промышленных испытания на площадках АО «Шубарколь комир» в Казахстане. Компании планируют начать масштабное сотрудничество в 2023 г.

Сотрудничество «Шубарколь комир» и «ЭСАБ» началось в конце 2021 года. Был осуществлен совместный выезд на промышленную площадку в Казахстане, запланированы и на данный момент успешно завершены два опытно-промышленных испытания (ОПИ).

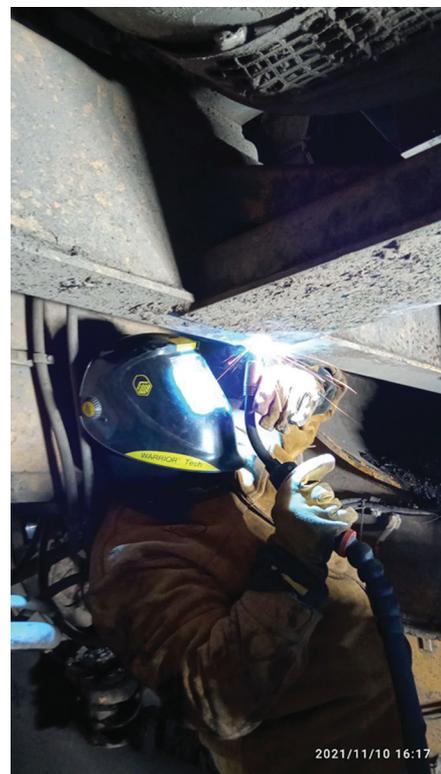
В рамках первого ОПИ была отремонтирована трещина рамы карьерного самосвала БЕЛАЗ-75306. Работы производились в условиях авторемонтного цеха АО «Шубарколь комир». Предложенная специалистами «ЭСАБ Казахстан» технология заключалась в выборке трещин на раме процессом воздушно-плазменной строжки с использованием оборудования ESAB Cutmaster 120 и последующей заваркой трещин сваркой-полуавтоматом ESAB Warrior 500i cc/cv с подающим механизмом RobustFeed Pro. Заварка трещин проводилась полуавтоматической сваркой с использованием проволоки сплошного сечения от ESAB – ОК AristoRod 12.50 диаметром 1,2 мм. По итогам первого испытания, которое длилось три месяца, подвергшийся заварке узел показал себя с положительной стороны, налицо – отсутствие трещин и выработка в пределах допустимой нормы.

Второй этап включал в себя проверку технологии износостойкой наплавки пяты и засова ковша экскаватора ЭКГ-12,5 на промышленной площадке АО «Шубарколь комир». Наплавка производилась на петлю засова и засов ковша ЭКГ-12,5 по технологическим рекомендациям



специалистов компании ТОО «ЭСАБ Казахстан». Восстановление геометрии проводилось самозащитной порошковой проволокой ESAB ОК Tubrodur 30 O M; три упрочняющих верхних слоя были наплавлены электродами ESAB Булат-1. Как результат – стабильная работа узлов, подвергшихся наплавке, без сколов и выработка в пределах допустимой нормы.

«Опытно-промышленные испытания, проведенные на базе акционерного общества «Шубарколь комир», – важный этап в сотрудничестве «ЭСАБ» и горнодобывающих предприятий Казахстана. Сварочное оборудование и электроды компании





в очередной раз на практике подтвердили заявленное высокое качество, а компетенции наших специалистов помогли подобрать оптимальную технологию для облуживания и ремонта парка спецтехники. Немаловажен и тот факт, что использование сварочных решений «ЭСАБ» позволило увеличить период повторной наплавки почти в два раза – с 15 до 27 рабочих смен, что значительно продлевает срок службы и повышает производительность машин на предприятии», – отметила **Екатерина Татаринова**, директор по продажам ESAB (регион Центральная Азия).

В 2023 году АО «Шубарколь комир» планирует приобрести сварочное оборудование, проволоку и наплавочные электроды «ЭСАБ», включить решения компании в ремонтную программу предприятия.

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

На добыче и отгрузке угля работают машины ведущих мировых производителей: Hitachi, Caterpillar, БелАЗ и т.д. Выполнять производственные задачи и оставаться конкурентоспособной компании удастся за счет регулярного обновления парка спецтехники разреза, а также эффективного использования



уже имеющихся ресурсов. Чтобы обеспечить последнее, на предприятии планируется внедрить современные технологии от компании «ЭСАБ» – одного из лидеров в области производства оборудования и расходных материалов для промышленной сварки и резки.

Компания «ЭСАБ» – один из мировых лидеров в области производства оборудования и расходных материалов для сварки и резки металлов. Сегодня «ЭСАБ» производит оборудование для ручной сварки и резки, автоматизированной сварки и механических систем резки, а также сварочные материалы и средства индивидуальной защиты.

Офисы продаж и техподдержки «ЭСАБ» функционируют в 145 странах. Компания имеет более 35 производственных предприятий, а ее штат насчитывает свыше 10000 сотрудников. Основной технологический центр компании расположен в г. Гётеборге (Швеция), где ведется разработка сварочных материалов.

В России и СНГ компания «ЭСАБ» имеет свыше 170 дистрибьюторов, представленных во всех федеральных округах. В 8 регионах РФ, в Беларуси, Казахстане и Украине ООО «ЭСАБ» открыто 10 филиалов, а также 2 завода по производству сварочных материалов – в г. Санкт-Петербурге и в г. Тюмени.

В 2016 году в России, в городе Красногорске Московской области был открыт технологический центр «ЭСАБ». В его задачи входит отработка технологий, обучение и демонстрация оборудования.





thyssenkrupp

РЕВОЛЮЦИЯ В ОБЛАСТИ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Стефан Вильбуш, Михаил Емуранов, Амир Кенжалиев

thyssenkrupp Industrial Solutions

В ответ на высокий рост затрат, связанный с энергопотреблением в процессе измельчения, компания thyssenkrupp Mining Technologies разработала вертикальную мельницу velix® – высокоэкономичную, с улучшенной износостойкостью, простотой техобслуживания и эксплуатации.

Вопрос оптимизации затрат на производство и выбросов CO_2 в окружающую среду и экономии запасов воды актуален как никогда в XXI веке.

В связи с ростом промышленности во всем мире наблюдается рост потребления электроэнергии, что ведет к повышению выброса углекислого газа CO_2 в окружающую среду. Как результат, требуются новые, более эффективные решения, снижающие влияние роста промышленности на окружающую среду. Рассматривая весь затраченный объем энергии на обогатительной фабрике, можно сделать вывод, что наибольшая ее часть расходуется на цикл измельчения, а не на цикл обогащения.

Актуальность мельниц и измельчения

В настоящее время горнорудные компании все больше имеют дело с переработкой труднообогатимых и тонковрапленных руд, что влечет за собой повышение энергетических и технических затрат. Обязательным процессом для таких руд является стадия измельчения, позволяющая раскрывать зерна минералов для последующего их извлечения. Использование шаровых мельниц Polysius с опорой на барабан делает этот процесс максимально энергоэффективным [Горный журнал Казахстана №6' 2018 «Шаровая мельница с опорой на корпус. Измельчение в крупных масштабах»]. Но, как показывает спрос на рынке обогащения, все больше требуются продукты тонкого и сверхтонкого измельчения с крупностью 15-20 мкм. В связи с этим инженеры thyssenkrupp Mining Technologies разработали уникальную вертикальную мельницу velix®.

Мельница velix® сконструирована для решения будущих задач по обогащению руды. Такие проблемы, как рост расходов на энергоносители, снижение качества руды и потребность в сверхтонком измельчении руд требуют энергоэффективного решения с обеспечением высокой производительности и оптимизацией процесса тонкого измельчения руды. Мельница тонкого измельчения thyssenkrupp, разработанная для решения всех этих задач, обладает дополнительными преимуществами – это оптимальный срок износа, простота техобслуживания и эксплуатации.

Что такое velix®, в чем простота и эффективность?

Конструкция вертикальной мельницы velix® thyssenkrupp довольно проста и состоит из нескольких основных элементов, что, в свою очередь, упрощает время сборки и объем технического обслуживания.

В вертикальных мельницах velix® при измельчении затрачивается меньше энергии, что означает меньший расход мелющей среды. Поскольку процесс

измельчения не предусматривает взаимного ударного контакта между футеровкой и мелющими телами (шарами), рабочая среда внутри velix® подвергается меньшему износу и сохраняет форму и характеристики.

Дополнительным ключевым фактором повышения эффективности эксплуатации является применение в мельнице шаров меньшего диаметра. Процесс измельчения в мельнице velix® не требует крупных мелющих тел, что позволяет получать более тонкий помол. Даже незначительное изменение диаметра мелющих тел может сильно повлиять на общую площадь измельчающей поверхности.



Рис. 1: 1 – дверь камеры с магнитной футеровкой; 2 – вращающийся шнек с облицовкой; 3 – корпус мельницы; 4 – двигатель, редуктор

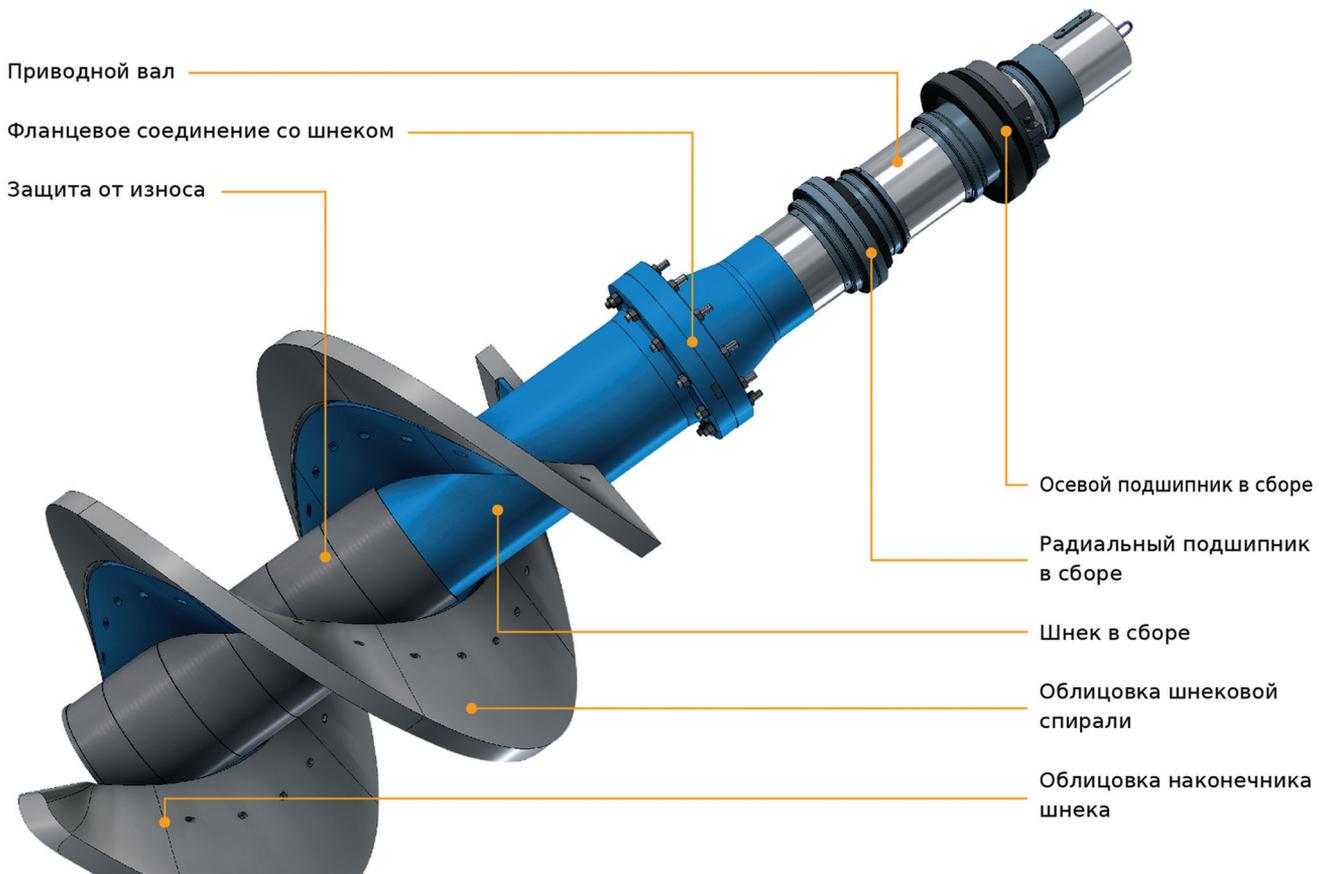


Рис. 2. Шнек вертикальной мельницы velix®

Уникальность конструкции вертикальной мельницы velix®

Износ в основном появляется в результате взаимодействия двух различных поверхностей и деформации материала на поверхности от механического воздействия.

Окружная скорость – один из основных факторов износа шнека. Перед инженерной группой стояла задача определить оптимальную геометрию шнека, которая обеспечивала бы наименьшую возможную окружную скорость в сочетании с высочайшей возможной производительностью. В результате разработок появилась уникальная конструкция шнека, обеспечивающая надлежащий баланс между производительностью и степенью износа с максимальными преимуществами для заказчика.

Максимальный износ облицовки наконечника шнека возникает в месте погружения шнека в массу материала. В традиционных конструкциях шнека износ напрямую связан с переработкой материала. Износ, т. е. уменьшение длины шнека в традиционной конструкции влечет за собой увеличение области отсутствия измельчения на дне мельницы. Поэтому мы решили разработать новую концепцию облицовки.

В нашей новой конструкции облицовка горизонтальной части наконечника шнека обеспечивает распределение износа таким образом, что не происходит технического влияния на технологический процесс, что значительно продлевает срок службы.

Основные конструктивные решения, разработанные для более эффективного размельчения материалов

Сегментированный корпус мельницы (рис. 3)

За счет усовершенствованного корпуса упрощается транспортировка на промплощадку и обеспечивается безопасность погрузочно-разгрузочных работ во время монтажа.

Преимущества клиента:

- экономия затрат на транспортировку;
- экономия затрат на монтаж;
- экономия затрат на грузоподъемное оборудование.

Конструкция вала шнека (рис. 4)

С учетом результатов компьютерного анализа метода конечных элементов, была оптимизирована конструкция вала. Как результат – меньше масса и сниженные капитальные затраты.

Преимущества клиента:

- экономия капитальных затрат;
- снижение уровня риска отказов в процессе эксплуатации.

Облицовка с пониженным износом и длительным сроком эксплуатации (рис. 5)

Самофутеруемая облицовка барабана способна удерживать в своих ячейках мелющие шары

и измельчаемый материал. Силы, возникающие в мельнице, способствуют образованию нескольких слоев материала, что помогает избежать износа на внутренних поверхностях камеры мельницы.

Преимущества клиента:

- экономия времени на техобслуживание;
- длительный срок службы;
- высокая надежность.



Рис. 3. Корпус мельницы

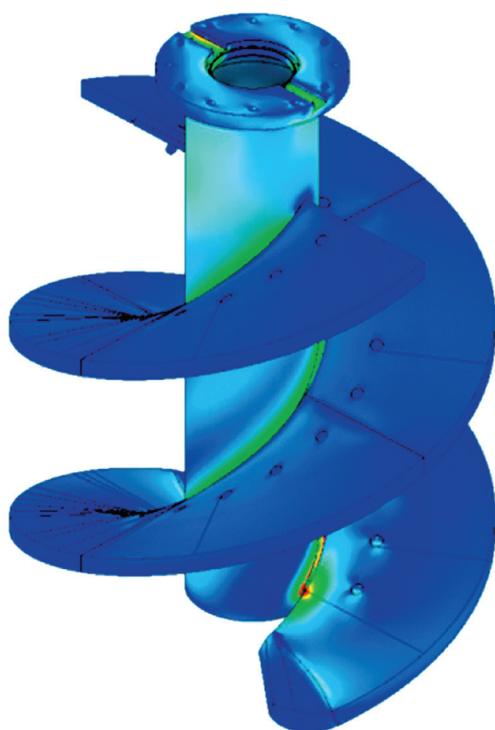


Рис. 4. Конструкция вала шнека



Рис. 5. Внутренняя облицовка барабана

Мельница velix® в действии

Вертикальная мельница velix® чаще всего устанавливается либо после традиционной горизонтальной шаровой мельницы, либо, в последнее время, после измельчающих валков высокого давления (ИВВД) polusom®.

Продукт, выходящий из этих мельниц (рис. 6), сначала подается в шламовый отстойник (1). Свежий материал подается насосом в блок гидроциклонов (2) для разделения материала на крупные и мелкие частицы. Мелкий материал направляется ниже по системе (10), а крупный – самотеком в емкость для нижнего продукта гидроциклона (3). Нижний продукт гидроциклона подается насосом на вход мельницы velix® (4). Входное отверстие расположено в нижней части камеры измельчения (5). Таким образом обеспечивается прохождение материала через всю камеру измельчения, что значительно повышает эффективность измельчения. Насос для нижнего продукта гидроциклона (6), установленный перед мельницей, обеспечивает стабильный требуемый поток во всей камере измельчения.

После измельчения крупного материала мелкие частицы переносятся со шламом снизу вверх на переливной фланец камеры мельницы (7). Через соединительный патрубок (8) переливаемый материал самотеком переходит в шламовый отстойник (1), в котором продукт мельницы и новые подаваемые материалы перемешиваются и направляются в блок гидроциклонов (2). Рабочие материалы, потребляемые в процессе измельчения, периодически пополняются новыми партиями для компенсации использованных (9). Оборудование для загрузки материалов обеспечивает простую и точную дозагрузку для поддержания оптимальной производительности.

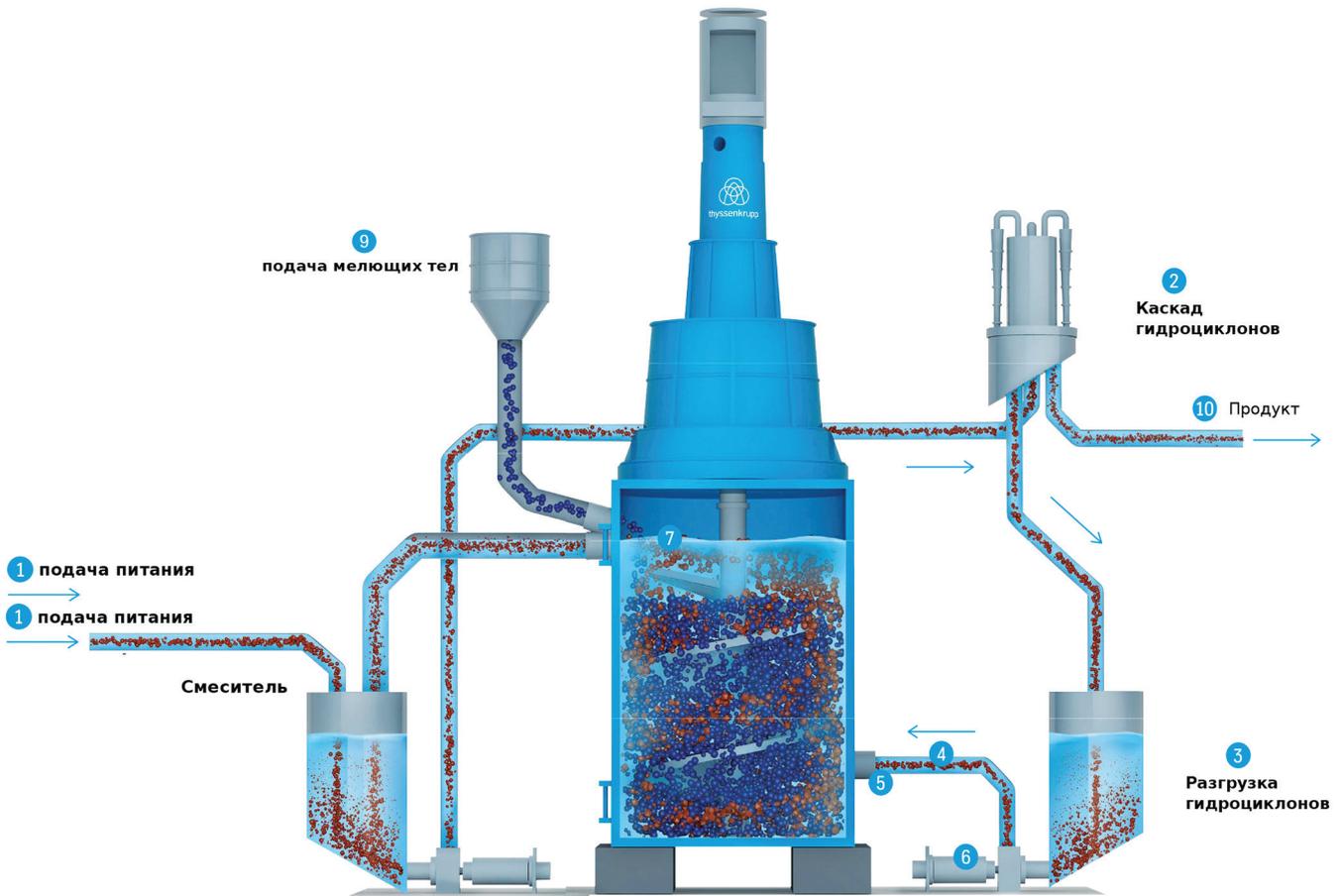


Рис. 6. Схема потоков процесса в вертикальной мельнице velix®

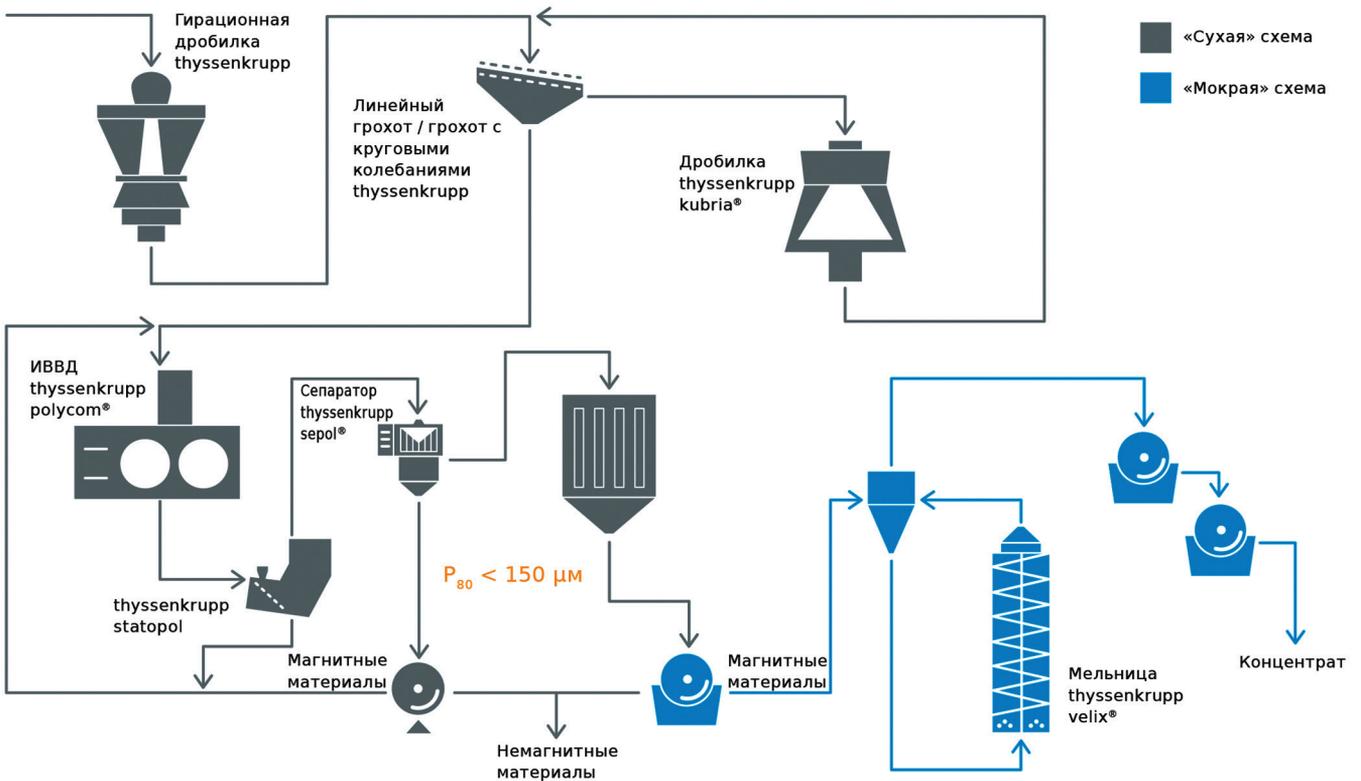


Рис. 7. Технологическая схема железнорудного обогащения руды с ИВД и вертикальной мельницей velix®

Технические параметры мельницы velix

Общие данные

Обрабатываемые материалы: медь, золото, железная руда и прочие.

Типичная максимальная крупность сырья: < 1-2 мм.

Крупность продукта: до 15-20 мкм.

velix®	3500	4500	6000
Длина, м	6,10	6,10	7,10*
Ширина, м	6,40	6,40	7,10*
Высота, м	17,10	19,20	24,20*
Масса мельницы, т	260	295	490*

*предварительно

Привод	
Конструкция привода:	Двигатель с фиксированной скоростью
Мощность двигателя:	velix® 3500: 3500 лс (2610 кВт)
	velix® 4500: 4500 лс (3356 кВт)
	velix® 6000: 6000 лс (4474 кВт)
Скорость вращения двигателя:	1000 об/мин (1200 об/мин при 60 Гц)

Не требующая обслуживания футеровка решетки

▪ Автогенная решетчатая футеровка обеспечивает снижение износа и длительный срок службы

Шнек для измельчения

▪ Новая усиленная конструкция «Tip Liner» обеспечивает снижение затрат на техническое обслуживание за счет уменьшения износа и увеличения срока службы.

▪ Замена винтовой накладки производится в несколько простых шагов, используя проверенную концепцию демонтажа.

Конструкция винтового вала

▪ FEM-оптимизированная конструкция винтового вала обеспечивает меньший вес и снижает CAPEX.

Опыт в странах СНГ

В настоящее время компания thyssenkrupp поставила более 2200 мельниц по всему миру. Например, в странах СНГ находится в эксплуатации 13 мельниц различной конструкции (МПСИ, шаровые). Говоря о вертикальных мельницах, компания thyssenkrupp Mining Technologies недавно получила первый заказ на четыре вертикальные мельницы velix® для крупного железорудного проекта в Узбекистане.

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, регулярный осмотр и технологическое обслуживание квалифицированным персоналом, чтобы гарантировать бесперебойность производства.

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

info@thyssenkrupp-industrial-solutions-kazakhstan.com



Сегментированный корпус мельницы

▪ Упрощенная транспортировка корпуса на стройплощадку.

▪ Простое и безопасное перемещение во время монтажа.

▪ Требуется меньше грузоподъемности крана.

Система привода

▪ Двигатель с фиксированной скоростью вращения.

▪ Доступны различные системы плавного пуска для улучшения процедуры запуска (опция).

Фундамент

▪ Меньшая площадь основания приводит к меньшему объему фундаментных работ.

▪ До 50% меньше потребление энергии.

Геомодель



**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ДАНЫХ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ
ТРЕТЬЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

ДЕДЛАЙН НА ПОДАЧУ ТЕЗИСОВ - 15 ИЮНЯ!

21-23 СЕНТЯБРЯ 2022 Г. | НОВОСИБИРСК , РОССИЯ

www.geomodel.ru

**KAZAKHSTAN
INDUSTRY WEEK**

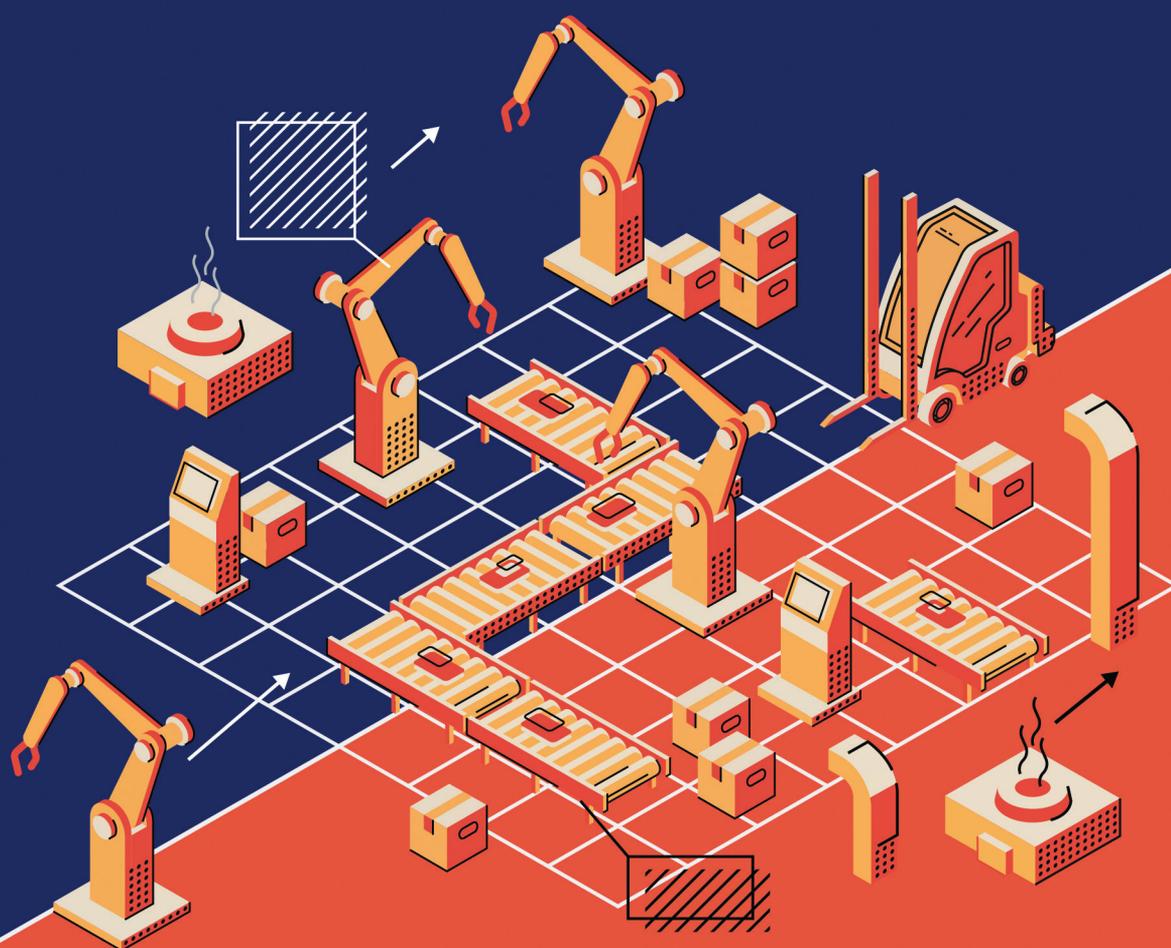


**KAZAKHSTAN
MACHINERY FAIR**



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ И МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ



21-23 сентября 2022

Международный выставочный центр «EXPO»
г. Нур-Султан, Казахстан

Выставочная компания «Астана-Экспо КС»
+7 (7172) 64 23 23, aat@astana-expo.com

promweek.kz / kmfexpo.kz

Организаторы:



Министерство индустрии
и инфраструктурного развития
Республики Казахстан



AEXKS

Код МРНТИ 52.13.15

Т.Г. Акбаров¹, А.Ш. Нишанов², *Ж.Д. Уразов², Д.К. Нишанов¹¹Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан),²Алмалыкский горно-металлургический комбинат (г. Алмалык, Узбекистан)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПОЛНОТЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗАПАСОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОЧБУЛАК

Аннотация. Важной задачей развития горного производства при добыче полезных ископаемых является применение новых и совершенствование существующих систем подземных разработок, обеспечивающих максимальные показатели извлечения полезных компонентов из недр. В работе приведен анализ показателей извлечения запасов при подземной разработке Кочбулакского золоторудного месторождения и путей повышения эффективности обработки рудных тел в сложных горно-геологических условиях. В статье даны сведения о применяемых системах подземных разработок по участкам месторождения с условиями их применения. Приведены основные показатели полноты и качества извлечения запасов по системам разработок и рудным телам месторождения Кочбулак. Для существенного улучшения показателей потерь и разубоживания предложена система разработки подэтажных ортов, а также приведены основные направления совершенствования применяемых систем разработок.

Ключевые слова: рудное тело, вмещающие породы, устойчивость руд, золоторудное месторождение, системы разработки, обработка месторождения, потери руды, разубоживание, подготовка блока, очистная выемка.

Ways to strengthen the completeness of reserve recovery in the underground development of the Kochbulak gold mining deposit

Abstract. Involving new and improving existing underground mining systems that maximize the extraction of mineral components from the subsurface is an important objective of mining development in mining activities. The paper analyzes the parameters of mineral reserves extraction when developing the Kochbulak gold mining deposit and presents the ways of improving the efficiency of ore bodies mining in challenging mining and geological conditions. The article provides information on the current systems of underground mining on the principle of the field sites location with the reasons for their application. It also gives key metrics on the completeness and quality of resource extraction by development system and ore bodies in the Kochbulak field. In order to significantly improve the loss and dilution indicators, the system of development of sub-stage orfts is offered. The principal directions of development system improvement are also given.

Key words: ore body, containing breeds, ore resistance, gold mining deposit, development systems, mining development, loss of ore, dilution, block preparation, clean-up mine extraction.

Кочбулак алтын кен орнын жерасты игеру кезинде корларды алудын толықтыгын арттыру

Андатпа. пайдалы казбаларды өндіру кезинде тау-кен өндірісін дамытудың маңызды міндеті жер койнауынан пайдалы компоненттерді алудын ең жоғары көрсеткіштерін қамтамасыз ететін жер асты эзірлемелерінің жаңа жүйелерін қолдану және қолданыстағыларын жетілдіру болып табылады. Жұмыста Кочбулак алтын кені кен орнын жерасты игеру кезинде қорларды алу көрсеткіштеріне және күрделі тау-геологиялық жағдайларда кен денелерін өңдеу тиімділігін арттыру жолдарына талдау келтірілген. Мақалада оларды қолдану шарттары бар кен орнының учаскелері бойынша қолданылатын жерасты игеру жүйелері туралы мәліметтер берілген. Кочбулак кен орнының кен денелері мен игеру жүйелері бойынша қорларды алудың толықтығы мен сапасының негізгі көрсеткіштері келтірілген. Шығындар мен құнарлылықты едәуір жақсарту үшін ішкі кабаттарды дамыту жүйесі ұсынылады, сонымен қатар қолданылатын даму жүйелерін жетілдірудің негізгі бағыттары келтірілген.

Түйінді сөздер: тау жыныстарын қамтитын кен денесі, кеннің тұрақтылығы, алтын кен орны, игеру жүйелері, кен орнын өңдеу, кен шығыны, құнарсыздану, блоқты дайындау, тазарту ойығы.

Введение

Природные ресурсы Узбекистана многообразны, велики и создают благоприятные условия для развития экономики. Их важнейшими слагаемыми в индустрии являются крупные запасы полезных ископаемых. Перспектива развития минерально-сырьевого комплекса Республики Узбекистан связана с освоением золоторудных месторождений (Кызылалмасай, Кочбулак, Кайрагач, Гузаксай, Пирмираб, Зармитан, Каульды, Хандиза и других) подземным способом.

Золоторудное месторождение Кочбулак, эксплуатируемое Ангренским рудоуправлением АО «Алмалыкский ГМК», находится на территории Ахангаранского района

Ташкентской области Республики Узбекистан. Расположено оно в предгорной части северного склона Кураменского хребта, в междуречье Нишбашская и Гушсая, левых притоков реки Ангрен и занимает площадь около 35 км² [1].

Кочбулакское золоторудное месторождение локализуется в кварцевых жилах и окварцованных вмещающих породах, образующих сложнопостроенные жильные и минерализованные зоны в тектонически нарушенных и гидротермально измененных породах. В пределах каждой рудоносной зоны располагается несколько рудных тел. За период разведки и освоения месторождения было выделено 23 рудоносных зоны, приуроченных

к 32 тектоническим структурам и группирующих свыше 200 кварцевых жил и зон окварцевания¹.

По горнотехническим условиям вмещающие породы месторождения делятся на две группы: лессовидные суглинки и эффузивные породы среднего состава.

По физико-механическим свойствам вмещающие породы и руды характеризуются средней устойчивостью с отклонением в сторону устойчивости и неустойчивости. Устойчивые породы наблюдаются в выработках, вскрывающих рудные зоны. При пересечении тектонических и рудоносных зон и участков присутствуют весьма неустойчивые породы в местах увлажнения выработок; здесь и на участках

¹Акбаров Т.Г., Нишанов А.Ш., Уразов Ж.Д. Рациональные технологии подземной разработки золоторудных месторождений Ангренского региона. / Монография. – Ташкент: Навруз, 2022. – 212 с.

развития пологих трещин в отдельностях возможны вывалы и обрушения горной массы.

Коэффициент крепости вмещающих пород 8-12 и руд 9-15 по шкале проф. М.М. Протодяконова. Объемная плотность руды в массиве изменяется от 2,5 т/м³ до 2,9 т/м³, средний объемный вес руд центрального участка 2,63 т/м³. Плотность пород в массиве изменяется от 2,4 т/м³ до 3,1 т/м³; коэффициент разрыхления 1,5-1,7; влажность руд – 0,25%.

В настоящее время Кочбулакское месторождение разрабатывается подземным способом участками Центральный, Узун и Семгуран [2].

Согласно современным представлениям, роль геодинамики и активных разломов чрезвычайно велика при формировании исходного напряженного состояния в земной коре [3, 4]. Оценка фактических показателей полноты и качества извлечения запасов месторождений имеет важное значение для дальнейших исследований в области повышения эффективности разработки золоторудных месторождений на основе рационального извлечения запасов ценных полезных ископаемых [5, 6].

Методы исследования

На руднике в зависимости от угла падения рудных тел (р.т.) применяются [7, 8] системы с магазинированием руды, сплошная с нерегулярным оставлением целиков, а также камерно-столбовая. В связи с недостаточной устойчивостью вмещающих пород, особенно на рудных зонах 1 и 2 на руднике имеет место значительное разубоживание, достигающее по отдельным блокам 40-50%.

Для снижения качественных потерь при отработке запасов на нижних горизонтах наряду с применяемыми системами рекомендуется внедрить на ослабленных участках с системой подэтажных штреков или ортов системы с магазинированием и распорной крепью.

Каждая из перечисленных систем разработки может быть применена при следующих горно-геологических условиях:

- при отработке крутопадающих рудных тел с устойчивыми вмещающими породами рекомендуется система блокового магазинирования;

Таблица 1
Показатели полноты и качества извлечения запасов
Кесте 1
Қорларды алудың толықтығы мен сапасының көрсеткіштері
Table 1
Indicators of completeness and quality of stock recovery

Наименование участка	Применяемая система разработки	Показатели извлечения, %	
		потери	разубоживание
Семгуран	Камерно-столбовая система	23,1	22,5
	Система подэтажных штреков	24,0	28,5
	По участку	23,8	24,4
Узун	Камерно-столбовая система	24-25,5	21,6-42,7
	По участку	23,1	32,5
Центральный	Система подэтажных штреков	12,5	39,2
	Камерно-столбовая система	17,3	36,2
	Система с магазинированием	18,7	41,2
	Система подэтажных ортов	9,8	24,2
	По участку	14,7	33,6
По шахте Кочбулак		18,8	32,4

- в случаях, когда устойчивость вмещающих пород препятствует применению системы блокового магазинирования, рекомендуется комбинированный вариант с магазинированием руды и распорной крепью;

- для отработки рудных тел мощностью более 3 м с вмещающими породами малой устойчивости рекомендуется система подэтажных штреков (ортов);

- пологопадающие рудные тела обрабатываются камерно-столбовой системой разработки.

Анализ показателей извлечения при добыче на подземных участках рудника Кочбулак при существующих системах разработки в различных горно-геологических условиях за многолетний период показал, что показатели потерь и разубоживания изменяются в следующих пределах:

1) система с магазинированием руды: потери – 14,5-18,7%, разубоживание – 34,4-41,2%;

2) система подэтажных штреков: потери – 8,9-16,4%, разубоживание – 17,6-49,6%;

3) камерно-столбовая система: потери – 12,2-25,1%, разубоживание – 22,5-41,5%;

4) система подэтажных ортов: потери – 8,7-11,3%, разубоживание – 19,3-30,0%.

Рассмотрим основные причины образования потерь и разубоживания по системам разработки.

Система разработки с магазинированием руды применяется при отработке тонких и маломощных крутопадающих рудных тел при устойчивых рудах и вмещающих породах. Потери – в конусах оставшейся руды в блоке между выпускными дучками (в том случае, если нет возможности их выемки), при отработке междукамерных целиков и потолочин. Наибольших значений потери достигают при отработке рудных тел в зоне тектонических нарушений, где резко снижается устойчивость вмещающих пород (р.т. 301 – 41,8%). Резкое увеличение объясняется тем, что при генеральном выпуске руды из блока в условиях неустойчивых пород всяческого бока происходит его преждевременное обрушение и, как следствие этого, невозможность выемки запасов потолочины блока. Кроме того, ухудшаются условия отработки междукамерных целиков из-за наличия контактов с обрушенными вмещающими породами в отработанных блоках. Возрастают также потери в пространстве между выпускными дучками из-за преждевременного достижения предельного разубоживания при выпуске руды.

Разубоживание существенно зависит от мощности обрабатываемого рудного тела. На пересечении тектонических и рудоносных зон, участков увеличивается разубоживание,

т. к. в этом случае добавляется так называемое вторичное разубоживание от вмещающих пород, отслоение которых происходит в процессе генерального выпуска руды из блока.

Система подэтажных штреков применяется при отработке маломощных и средней мощности крутопадающих рудных тел при устойчивых рудах и вмещающих породах. Потери при этом изменяются в незначительных пределах и образуются в основном в пространстве между восстающими выработками блока. Разубоживание определяется мощностью рудного тела и параметрами шпуровой отбойки камерных запасов.

Наименьшие показатели отмечены при отработке рудного тела 253, наибольшие – рудного тела 14, участка «Центральный» в неустойчивых вмещающих породах, что говорит о нецелесообразности применения указанной системы в местах тектонических нарушений со сложными горно-геологическими условиями. Слабая устойчивость вмещающих пород не допускает больших пролетов обнажения пород висячего и лежачего боков рудного тела, что является необходимым условием при применении системы подэтажных штреков.

Камерно-столбовая система разработки применяется для отработки маломощных горизонтальных и наклонных рудных тел при устойчивых рудах и вмещающих породах, допускающих большие площади обнажения. Применяется на участках «Узун» и «Семгуран» при отработке рудных тел 15 и 70, штольнями №№ 17, 25 и 92. Потери руды при указанной системе формируются в междуканальных целиках. После окончания отработки соответствующего блока производится частичная их отработка, однако потери остаются на уровне 22-24%, что нерационально в условиях разработки месторождений ценных руд. Разубоживание находится на уровне 28-32% и зависит от мощности рудного тела и устойчивости пород вмещающего массива.

Система подэтажных ортов применяется для отработки крутопадающих рудных тел мощностью от 1,5 м до 10-15 м. Руда и вмещающие

Таблица 2
Основные показатели полноты и качества извлечения запасов рудных тел

Кесте 2
Кен денелері қорларын алудың толықтығы мен сапасының негізгі көрсеткіштері

Table 2
The main indicators of completeness and quality of extraction of ore body reserves

Система подземной разработки	Рудное тело	Потери, %	Разубоживание, %
Камерно-столбовая система разработки	10р	22,3	32,6
	15	22,3-24,0	22,5-30,7
	60	25,1	20,2
	70	25,5	42,7
	255	15,5	36,1
	262	12,2	34,6-41,5
Система подэтажных штреков	2	8,9	48,0
	6	16,4	49,6
	7	9,8	44,8
	14	11,3-15,4	28,2-40,9
	23	11,0	46,7
	25	14,0	37,9
	36	12,6	17,6-31,0
	214	13,6	47,2
Система подэтажных ортов	253	9,6	19,3
	259	8,7-9,4	22,1-30,0
	260	11,3	25,5
Система с магазинированием руды	14	14,5	34,4
	301	18,7	41,2

породы среднеустойчивые, в некоторых случаях породы могут быть неустойчивыми. Применяется в основном на участке «Центральный» для отработки рудных тел с неравномерным оруденением. Потери руды при этой системе не значительны и образуются между рудоспускными дучками, при этом показатели потерь руды уменьшаются за счет проходки ходком между дучками. Разубоживание, как и в предыдущих случаях, зависит в основном от горно-геологических характеристик вмещающих пород, а также от мощности рудного тела. Наибольших показателей разубоживание достигло при отработке рудного тела 259, наименьших – рудного тела 260.

Результаты

Специалистами АРУ АО «Алма-лыкский ГМК» разработан ряд технологий, позволяющих существенно улучшить показатели потерь

и разубоживания, по сравнению с существующими, без существенного снижения производительности труда и повышения себестоимости добычи руды.

Показатели полноты и качества извлечения запасов, полученные при использовании действующих технологий на участках рудника Кочбулак, приведены в табл. 1. Кроме того, приведена оценка уровня извлечения запасов рудных тел на основании обработки фактических показателей количественных и качественных потерь руды при подземной разработке месторождения Кочбулак. При этом отработка осуществлялась системами разработки подэтажными ортами и штреками, а также камерно-столбовой.

Анализируя существующие показатели полноты и качества извлечения запасов рудных тел на участках месторождения Кочбулак (табл. 2),

можно сделать вывод, что потери и разубоживание руды достигают 25,5-49,6%, что недопустимо при добыче высокоценной руды, т. к. удельный вес добытой из них руды достигает 15-20% от всех запасов. В связи с этим становится ясно, насколько существенна степень их влияния на общие технико-экономические показатели подземной разработки.

В таблицах показано, что при камерно-столбовой системе разработки показатели полноты и качества извлечения самые низкие; при системе подэтажных штреков показатели потерь руды низкие, но показатели качества руды самые высокие за счет малой мощности рудных тел; при системе с магазинированием руды высокие показатели разубоживания руды из-за неустойчивых вмещающих пород; при системе подэтажных ортов показатели потерь руды самые низкие, что достигается за счет селективной отбойки руды. В настоящее время ведутся работы по снижению показателей качества руды при системе разработки подэтажных ортов.

Повышение эффективности отработки крутопадающих рудных тел месторождения Кочбулак, малой и средней мощности в условиях слабой устойчивости вмещающих пород в настоящее время осуществляется по следующим направлениям:

- применение полевой подготовки блока, взамен рудной;
- использование ортовой системы разработки, с отбойкой руды из рудоспускных дучек;
- увеличение доли полевой подготовки и нарезки блока при системе

подэтажных штреков для безопасного ведения горных работ, а также улучшения проветривания блока.

Заключение

Анализ приведенных перспективных технологий отработки рудных тел месторождения показал, что они:

- во-первых, определяют отработку запасов в две стадии: первая – отработка камерных запасов; вторая – отработка междукамерных целиков и потолочин (существенный недостаток, т. к. в практике горных работ имелись случаи, когда в процессе генерального выпуска происходило отслоение пород висячего бока по мере увеличения его пролета обнажения, что затрудняло, а в некоторых случаях делало невозможным² выемку запасов потолочины и междукамерных целиков);
- во-вторых, обеспечивают в определенной мере улучшение показателей извлечения только камерных запасов блока.

По мнению авторов, такой подход неприемлем для отработки ценных руд нижних горизонтов со сложными горно-геологическими условиями на месторождении Кочбулак.

Высокие показатели полноты и качества извлечения запасов блока, согласно полученным данным, обеспечивают системы разработки подэтажных ортов с полевыми подготовительными и нарезными работами без оставления междукамерных целиков. Еще одним преимуществом этой системы является возможность отработки двух блоков из одного орта и восстающих

выработок, что значительно уменьшит объем подготовительных и нарезных работ в блоке.

Основным направлением повышения эффективности выемки междукамерных целиков и потолочин, в частности, при системе с магазинированием руды, по мнению В.Г. Гринова и В.П. Зубкова³, является введение в технологическую схему элемента «гибкое синтетическое перекрытие». При этом отработка междукамерных целиков и потолочин может быть осуществлена не во вторую стадию, а одновременно с отработкой камерных запасов, что позволит снизить качественные и количественные потери до 15-20%.

Основными направлениями повышения качества выемки междукамерных целиков и временных охранных целиков, при камерно-столбовой системе, является замена оставляемых рудных целиков на целики из некондиционных руд, а также управление очистным пространством осуществляется с установкой распорной кустовой крепи.

Совершенствование параметров системы разработки подэтажных штреков также является приоритетной задачей, которую необходимо осуществить за счет замены рудной подготовки полевой, что позволит улучшить показатели полноты и качества извлечения запасов рудных тел, а также повысить безопасность ведения горных работ и уменьшить количество лесоматериалов, расходуемых на поддержание выработок при очистных работах (выемке междукамерных целиков).

²Опыт применения систем с гибким разделяющим перекрытием при разработке месторождений руд цветных металлов. – Фрунзе: Илим, 1981. – 35 с.

³Гринов В.Г., Зубков В.П. Разработка рудных месторождений с применением гибких перекрытий. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1991. – 118 с.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акбаров Т.Г., Уразов Ж.Д., Нишанов А.Ш. Рациональная технология подземной разработки рудных тел месторождения Кочбулак с неравномерным оруденением. // *Universum: технические науки*. – М.: Международный центр науки и образования, – 2021. – №12(93). – Ч. 3. – С. 5-8 (на русском языке)
2. Akbarov T.G., Nishanov A.Sh., Urazov J.D., Ashirov Yu.N. Особенности подземной разработки золоторудного месторождения Кочбулак. // *Международный журнал инновационной науки и исследовательских технологий*. – India, 2021. – Т. 6. – Вып. 12. – С. 904-907 (на английском языке)

3. Marcak Henryk, Mutke Grzegorz. Сейсмическая активизация тектонических напряжений при добыче полезных ископаемых. // Журнал сейсмологии. – 2013. – Вып. 17. – №4. – С. 1139-1148 (на английском языке)
4. Paige E. Snelling, Laurent Godin, Stephen D. McKinnon. Роль геологической структуры и напряжений в возникновении дистанционной сейсмичности на шахте Крейтон. // Международный журнал механики горных пород и горных наук. – Садбери (Канада), 2013. – Вып. 58. – С. 166-179 (на английском языке)
5. Зубков В.П. Оценка и пути улучшения показателей извлечения запасов при подземной разработке рудных месторождений Якутии. // Наука и образование. – 2009. – №1. – С. 25-29 (на русском языке)
6. Liu J., Liu C., Corranza E. J. M., Li Y., Mao Z. Геологические характеристики и процесс рудообразования месторождений золота в регионе Западный Циньлин. // Журнал азиатских наук о Земле. – Китай, 2015. – Вып. 103. – С. 40-69 (на английском языке)
7. Акбаров Т.Г., Уразов Ж.Д., Нишанов А.Ш. Основные направления в совершенствовании систем разработки на золотодобывающих рудниках Ангренского рудоуправления. // «Современные технологии и инновации горно-металлургической отрасли»: материалы республиканской научно-технической конференции (с международным участием). – Навои, 2012. – С. 85-86 (на русском языке)
8. Акбаров Т.Г., Уразов Ж.Д. Пути совершенствования систем разработки золоторудных месторождений. // Горный вестник Узбекистана. – 2012. – №4. – С. 38-40 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Акбаров Т.Г., Уразов Ж.Д., Нишанов А.Ш. Біркелкі кенденбейтін Кочбұлақ кен орнының кен денелерін жерасты игерудің ұтымды технологиясы // *Universum: техникалық ғылымдар: ғылыми журнал*. – Мәскеу: Халықаралық Ғылым және білім орталығы, 2021. – №12(93). – Бөл. 3. – Б. 5-8 (орыс тілінде)
2. Akbarov T.G., Nishanov A.Sh., Urazov J.D., Ashirov Yu.N. Кочбұлақ алтын кені кен орнын жерасты игеру ерекшеліктері. // *Инновациялық ғылым және зерттеу технологияларының халықаралық журналы*. – Үндістан, 2021. – Т. 6. – Шығ. 12. – Б. 904-907 (ағылшын тілінде)
3. Marcak Henryk, Mutke Grzegorz. Пайдалы қазбаларды өндіру кезіндегі тектоникалық кернеулердің сейсмикалық белсенділігі. // *Сейсмология журналы*. – 2013. – Көл. 17. – №4. – Б. 1139-1148 (ағылшын тілінде)
4. Paige E. Snelling, Laurent Godin, Stephen D. McKinnon. Крейтон шахтасында қашықтықтан сейсмикалықтың пайда болуындағы геологиялық құрылым мен кернеулердің рөлі. // *Тау-кен механикасы мен тау-кен ғылымдарының халықаралық журналы*. – Садбери (Канада), 2013. – Көл. 58. – Б. 166-179 (ағылшын тілінде)
5. Зубков В.П. Якутия кен орындарын жерасты игеру кезінде қорларды алу көрсеткіштерін бағалау және жақсарту жолдары. // *Ғылым және білім*. – 2009. – №1. – Б. 25-29 (орыс тілінде)
6. Liu J., Liu C., Corranza E. J. M., Li Y., Mao Z. Батыс Циньлин аймағындағы алтын кен орындарының геологиялық сипаттамалары және қалыптасу процесі. // *Азия Жер туралы ғылымдар журналы*. – Қытай, 2015. – Көл. 103. – Б. 40-69 (ағылшын тілінде)
7. Акбаров Т.Г., Уразов Ж.Д., Нишанов А.Ш. Ангрен кен басқармасының алтын өндіру кеніштерінде игеру жүйесін жетілдірудегі негізгі бағыттар. // «Тау-кен металлургия саласының заманауи технологиялары мен инновациялары»: Республикалық ғылыми-техникалық конференция материалдары (халықаралық қатысумен). – Навои, 2012. – Б. 85-86 (орыс тілінде)
8. Акбаров Т.Г., Уразов Ж.Д. Алтын кен орындарын игеру жүйесін жетілдіру жолдары. // *Өзбекстанның тау жаршысы*. – 2012. – №4. – Б. 38-40 (орыс тілінде)

REFERENCES:

1. Akbarov T.G., Urazov J.D., Nishanov A.S. Racional'naya texnologiya podzemnoj razrabotki rudnyx tel mestorozhdeniya Kochbulak s neravnomernym orudeneniem [Rational technology of underground mining of ore bodies of the Kochbulak deposit with uneven mineralization]. // *Universum: texnicheskie nauki = Universum: technical sciences*. – Moscow: Mezhdunarodnyj centr nauki i obrazovaniya = International Center for Science and Education. – 2021. – №12(93). – Part 3. – P. 5-8 (in Russian)

2. Akbarov T.G., Nishanov A.Sh., Urazov J.D., Ashirov Yu.N. Features of underground mining of the Kochbulak gold deposit. // *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. – India, 2021. – Vol. 6. – Issue 12. – P. 904-907 (in English)
3. Marcak Henryk, Mutke Grzegorz. Seismic activation of tectonic stresses by mining. // *Journal of Seismology*. – 2013. – Vol. 17. – №4. – P. 1139-1148 (in English)
4. Paige E. Snelling, Laurent Godin, Stephen D. McKinnon. The role of geologic structure and stress in triggering remote seismicity in Creighton Mine. // *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*. – Sudbury (Canada), 2013. – Vol. 58. – P. 166-179 (in English)
5. Zubkov V.P. Ocenka i puti uluchsheniya pokazatelej izvlecheniya zapasov pri podzemnoj razrabotke rudnyx mestorozhdenij Yakutii. [Assessment and ways to improve the recovery of reserves during underground mining of ore deposits of Yakutia. // *Nauka i obrazovanie = Science and Education*. – 2009. – №1. – P. 25-29 (in Russian)
6. Liu J., Liu C., Corranza E. J. M., Li Y., Mao Z. Geological characteristics and ore-forming process of the gold deposits in the Western Qinling region. // *Journal of Asian Earth Sciences*. – China, 2015. – Vol. 103. – P. 40-69 (in English)
7. Akbarov T.G., Urazov J.D., Nishanov A.Sh. Osnovnye napravleniya v sovershenstvovanii sistem razrabotki na zolotodobyvayushhix rudnikax Angrenskogo rudoupravleniya [The main directions in improving the development systems at the gold mines of the Angren mine management]. // «Sovremennye texnologii i innovacii gorno-metallurgicheskoy otrasli»: materialy respublikanskoj nauchno-texnicheskoy konferencii (s mezhdunarodnym uchastiem) = «Modern technologies and innovations of the mining and metallurgical industry»: materials of the Republican scientific and technical conference (with international participation). – Navoi, 2012. – P. 85-86 (in Russian)
8. Akbarov T.G., Urazov J.D. Puti sovershenstvovaniya sistem razrabotki zolotorudnyx mestorozhdenij [Ways of improving systems for the development of gold deposits]. // *Gornyj vestnik Uzbekistana = Mining Bulletin of Uzbekistan*. – 2012. – №4. – P. 38-40 (in Russian)

Сведения об авторах:

Акбаров Т.Г., канд. техн. наук, профессор кафедры «Геотехнология угольных и пластовых месторождений» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), akbarov.t.g@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4930-4246>

Нишанов А.Ш., заместитель начальника участка шахты Кочбулак Ангреновского рудоуправления Алмалыкского горно-металлургического комбината (г. Алмалык, Узбекистан), nishanov.akmal.86@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0001-8331-0693>

Уразов Ж.Д., главный инженер шахты Кочбулак Ангреновского рудоуправления Алмалыкского горно-металлургического комбината (г. Алмалык, Узбекистан), urazov.jahongir@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-1481-8538>

Нишанов Д.К., соискатель докторантуры (PhD) Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), горный инженер по охране труда и технике безопасности шахты Кочбулак Ангреновского рудоуправления Алмалыкского горно-металлургического комбината (г. Алмалык, Узбекистан), nishanov.davron.86@gmail.com; <http://orcid.org/0000-0001-6074-6937>

Авторлар туралы мәліметтер:

Акбаров Т.Г., Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің көмір және қабат кен орындарының геотехнологиясы кафедрасының профессоры (Ташкент қ., Өзбекстан)

Нишанов А.Ш., Алмалық тау-кен металлургия комбинаты Ангрэн кен басқармасы Кочбулак шахтасы учаскесі бастығының ғылым басқарушысы (Алмалық қ., Өзбекстан)

Уразов Ж.Д., Алмалық тау-кен металлургия комбинаты Ангрэн кен басқармасы Кочбулак шахтасының бас инженері (Алмалық қ., Өзбекстан)

Нишанов Д.К., Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің докторантура (PhD) ізденушісі (Ташкент қ., Өзбекстан), Алмалық тау-кен металлургия комбинаты Ангрэн кен басқармасы Кочбулак шахтасының Еңбекті қорғау және қауіпсіздік техникасы жөніндегі тау-кен инженері (Алмалық қ., Өзбекстан)

Information about the authors:

Akbarov T.G., Candidate of Technical Sciences, Professor at the Department of Geotechnology of Coal and Reservoir Deposits of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)

Nishanov A.Sh., Deputy Head of the Kochbulak Mine Section of the Angren Mine Department of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (Almalyk, Uzbekistan)

Urazov J.D., Chief Engineer of the Kochbulak Mine of the Angren Mine Management of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (Almalyk, Uzbekistan)

Nishanov D.K., PhD Candidate of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan), Mining Engineer at the Laboratory of Protection and Safety of the Kochbulak Mine of the Angren Mine Administration of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (Almalyk, Uzbekistan)

XXVII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА

СУРГУТ. НЕФТЬ И ГАЗ 2022

ОРГАНИЗАТОР:

• ЮГОРСКИЕ КОНТРАКТЫ •

окружной выставочный центр

MEMBER
OF THE RUSSIAN
UNION OF EXHIBITIONS
AND FAIRS



ЧЛЕН
РОССИЙСКОГО
СОЮЗА ВЫСТАВОК
И ЯРМАРОК



ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА:

EXPROTECH

XXVII INTERNATIONAL SPECIALIZED
TECHNOLOGICAL EXHIBITION

SURGUT. OIL & GAS 2022

26-28 СЕНТЯБРЯ 2022

📍 г. Сургут,
СОК «Энергетик»
ул. Энергетиков, 47

📞 +7 (3462) 94-34-54

✉ sales@yugcont.ru

💻 www.sngexpo.ru

📌 vk.com/sngexpo

📍 t.me/sngexpo

#приёмзаявок #СНГ #СургутНефтьиГаз2022 #выставка
#ЮГРА #Сургут #sngexpo #СургутнефтьиГаз #Exprotech
#2022 #четвертьвекавместе #ЮК #ЮгорскиеКонтракты



KIOGE
OIL&GAS KAZAKHSTAN



28-я Казахстанская международная выставка "Нефть и Газ"

28-30 сентября 2022
Атакент, Алматы, Казахстан

подробная информация:
www.kioge.kz

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР
Выставки и Конференции



Код МРНТИ 52.13.03

А.К. Тулешов¹, А.Н. Лезин², *Н.К. Досмухамедов³, Н.М. Токенов²¹Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова (г. Алматы, Казахстан),²Товарищество с ограниченной ответственностью «АспапГЕО» (г. Алматы, Казахстан),³Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

ВОЗДУШНАЯ РОБОТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА РУД В ЕСТЕСТВЕННОМ ЗАЛЕГАНИИ

Аннотация. Одним из перспективных способов решения маркшейдерских задач на крупных карьерах и рудниках в ближайшее время может стать метод дистанционного картографирования с использованием беспилотных летательных аппаратов. В настоящей статье на основе анализа базовых принципов целевого применения высокотехнологичных рентгенофлуоресцентных средств измерений и робототехники показана возможность создания многофункциональной роботизированной системы для мониторинга качества руд с использованием интеллектуального беспилотного летательного аппарата, оснащенного техническим зрением, с установленным на нем специализированным EDXRF прибором РЛП-21, оснащенной новой структурной схемой. Проведен выбор и обоснование основного оборудования разрабатываемой системы. Показано, что применение роботов типа RW-UAS имеет ряд бесспорных преимуществ: простота использования, быстрый запуск, полностью автоматический полет, высокое качество снимков, безопасность и законченность решения.

Ключевые слова: портативный рентгенорадиометрический прибор, беспилотный летательный аппарат, робот RW-UAS, интеллектуальная система, сканирование рудников, программно-аппаратный комплекс.

Табиғи кеннің сапасын бақылауға арналған роботтандырылған әуе жүйесі

Аңдатпа. Жакын арада ірі карьерлер мен кеніштердегі маркшейдерлік міндеттерді шешудің перспективалық тәсілдерінің бірі ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалана отырып, қашықтықтан картографиялау әдісі болуы мүмкін. Осы мақалада жоғары технологиялық рентгенофлуоресцентті өлшеу құралдары мен робототехниканы максатты қолданудың базалық қағидаттарын талдау негізінде жаңа құрылымдық схемамен жабдықталған, техникалық көру қабілетімен жабдықталған интеллектуалды ұшқышсыз ұшу аппаратын және оған арнайы EDXRF орнатылған РЛП-21 аспабын пайдалана отырып, кен сапасын мониторингтеу үшін конфункционалды роботтандырылған жүйе құру мүмкіндігі көрсетілген. Жасакталып жатқан жүйенің негізгі жабдықтарын тандау және негіздеу жүргізілді. RW-UAS типті роботтарды қолданудың бірқатар сөзсіз артықшылықтары бар: пайдаланудың қарапайымдылығы, жылдам іске қосу, толық автоматты ұшу, жоғары сапалы суреттер, қауіпсіздік және толық шешім.

Түйінді сөздер: портативті рентген-радиометриялық аспап, ұшқышсыз ұшу аппараты, RW-UAS роботы, зияткерлік жүйе, кеніштерді сканерлеу, бағдарламалық-аппараттық кешен.

Air robotic system for monitoring qualities of ores in natural occupation

Abstract. One of the promising ways to solve mine surveying problems in large quarries and mines in the near future may be the method of remote mapping using unmanned aerial vehicles. In this article, based on the analysis of the basic principles of the targeted use of high-tech X-ray fluorescence measuring instruments and robotics, the possibility of creating a multifunctional robotic system for monitoring the quality of ores using an intelligent unmanned aerial vehicle equipped with technical vision and a specialized EDXRF device RLP-21 installed on it, equipped with new structural diagram. The selection and justification of the main equipment of the developed system was carried out. It is shown that the use of robots of the RW-UAS type has a number of indisputable advantages: ease of use, fast start-up, fully automatic flight, high image quality, safety and completeness of the solution. The RW-UAS robot is equipped with a motion planning and training system, as well as semi-automatic control elements based on SLAM technology. The lightweight and low-cost cameras built into the RW-UAS have the significant advantage of allowing single-lens SLAM applications both indoors and outdoors. The developed scientific solutions and approaches will be used to create a general layout of a multifunctional robotic hardware and software complex for monitoring the quality of ores in natural occurrence.

Key words: portable X-ray radiometric device, unmanned aerial vehicle, RW-UAS robot, intelligent system, mine scanning, software and hardware complex, mine surveying, robotic system, ore quality, monitoring.

Введение

Горно-металлургический комплекс (ГМК) Казахстана, как одна из базовых отраслей и локомотив отечественной экономики, по существу, выступает законодателем в проведении инновационной и внешнеэкономической политики республики. Сегодня сформировалось четкое понимание того, что уровень индустриального развития государства должен определяться не столько ресурсными возможностями и размерами производства продукции с низким уровнем технологического передела, сколько степенью развития наукоемких отраслей, передовых в технологическом отношении. Ключевым аспектом нового типа инновационного развития в области высоких технологий становится аналитическое приборостроение, основанное на разработке высокоточных энергодисперсионных рентгенофлуоресцентных аналитических приборов (EDXRF) и их модификаций^{1, 2} [1-3], широко используемых в настоящее время в мировой практике и в различных отраслях экономики Казахстана.

Развитие и применение EDXRF в республике обеспечило получение оперативной информации при оценке качества руд, при поисках и разведке рудных полей для подсчета запасов месторождений, проведении контроля и управления технологическими процессами переработки рудного сырья и экологического мониторинга. Системные исследования в данном направлении проводятся фирмой ТОО «АспапГЕО», которая является единственным разработчиком отечественных базовых EDXRF приборов. Четкое понимание аналитических задач, стоящих перед предприятиями ГМК республики, позволило казахстанским разработчикам создать различные модификации современных отечественных EDXRF приборов. Разработанные приборы по техническим характеристикам не уступают, а по некоторым параметрам даже превосходят зарубежные аналоги и обеспечивают высокую чувствительность, селективность, точность и достоверность опробования² [3].

¹Косьянов П.М. Рентгенофизический анализ неорганических веществ сложного химического состава: монография. – Тюмень: ТИУ, 2016. – 195 с.

²Лезин А.Н., Досмухамедов Н.К., Меркулова В.П., Токенов Н.М. Способ опробования руд месторождений полезных ископаемых. / Инновационный патент КЗ №27145. Патентообладатель: Лезин А.Н., Досмухамедов Н.К. – 2013. – Бюл. №7.

Низкая стоимость (на 30% ниже зарубежных аналогов), простота в обслуживании, предоставление комплекса услуг по обучению рабочего персонала и качественное сервисное обслуживание значительно повысили конкурентоспособность разработанных приборов. Существенное их преимущество перед зарубежными аналогами заключается в их адаптации к решению конкретных задач, стоящих перед предприятиями ГМК.

В настоящее время предприятия ГМК республики успешно эксплуатируют более двухсот различных модификаций стационарных (РЛП-21) и переносных (РПП-12) приборов, разработанных ТОО «АспапГЕО» [4]. Широкие функциональные возможности разработанных приборов позволяют решать конкретные аналитические задачи, которые являются приоритетными для предприятий ГМК. Промышленная эксплуатация прибора РПП-12 для опробования кернов, штуфов каменных проб и руд в естественном залегании считается весьма принципиальным с точки зрения ресурсосбережения первичного сырья и повышения эффективности производства в целом. К примеру, с использованием всего лишь 15 приборов РПП-12 только в шахтах подземных рудников ТОО «Корпорация «Казахмыс» производится экспресс-опробование более 200 тысяч погонных метров в год подземных горных выработок.

Крупные достижения в области ядерной электроники, физики твердого тела, компьютерной технологии, наблюдаемые в последнее время, позволили добиться значительного прогресса в аппаратной части метода. Положительные результаты системных исследований позволили ученым-специалистам ТОО «АспапГЕО» создать новые модификации приборов, оснащенных высокотехнологичными решениями («ноу-хау»), и имеющими принципиально новое, мощное программно-методическое обеспечение. На их основе разработаны новые высокотехнологичные роботизированные системы автоматического контроля качества руд и концентратов (рудоконтролирующие станции РКС-21), обеспечивающие непрерывный мониторинг их качества на транспортной ленте.

В настоящее время в крупных подразделениях ТОО «Корпорация «Казахмыс» – Жезказганская, Балхашская, Карагайлинская, Нурказганская обогатительные фабрики – введены в эксплуатацию 8 РКС-21 [5].

Успехи казахстанских ученых и инженеров в области создания отечественных высокотехнологичных рентгенофлуоресцентных приборов и робототехники, а также их сочетание вполне могут составить основу нового направления в приборостроении – развитие интеллектуальных систем, позволяющих решать сложные научно-практические задачи в различных секторах экономики республики, включая геологическую и горнодобывающую отрасли, на качественно новом уровне.

С учетом новых задач, поставленных перед горно-металлургическим комплексом страны в Государственной программе индустриально-инновационного развития Республики Казахстан, заметна слабая оснащенность предприятий современными роботизированными системами оперативного контроля и учета содержания ценных металлов, что значительно отражается на темпах роста и устойчивом развитии предприятий.

Сегодня ГМК сталкивается с различными технологическими трудностями: проблемами, связанными с трудноизвлекаемыми запасами руды и полезных ископаемых, снижением коэффициента извлечения руды, наводнением шахт и рудников, проблемами безопасности и тяжелого труда персонала. Внедрение цифровизации позволит решить комплекс сложных вопросов, в частности, и те, которые до сих пор мало изучены.

Одним из элементов цифровой модернизации отрасли является роботизация и внедрение интеллектуальных систем в проведении маркшейдерских и разведывательных работ. В среднесрочной перспективе следует ожидать плавного перехода работы сервисных компаний на безлюдные технологии разведки, мониторинга, добычи и обработки руды.

В рассматриваемом ракурсе принципиальной представляется разработка инновационного направления по созданию роботизированного аппаратно-программного комплекса для мониторинга качества руды в естественном залегании с использованием последних достижений в области робототехники, ядерной электроники, физики твердого тела, физики взаимодействия рентгеновского излучения с веществом и IT-технологий.

В настоящей статье на основе анализа базовых принципов целевого применения высокотехнологичных рентгенофлуоресцентных средств измерений и робототехники показана возможность создания многофункционального роботизированного аппаратно-программного комплекса для мониторинга качества руд с использованием интеллектуального беспилотного летательного аппарата, оснащенного техническим зрением, с установленным на нем специализированным рентгенофлуоресцентным аналитическим прибором.

Методы исследования

Одним из перспективных способов решения маркшейдерских задач на крупных карьерах и рудниках в ближайшее время может стать метод дистанционного картографирования с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)^{3, 4}.

Суть применения многофункционального роботизированного аппаратно-программного комплекса заключается в следующем. На БПЛА устанавливается видеочасть с высоким разрешением и компактный EDXRF прибор РПП-12. После комплектации комплекс запускается в шахту и начинает движение по заданной оператором траектории, который наблюдает

³Сечин А.Ю., Дракин М.А., Киселева А.С. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования – М.: Ракурс, 2011. – Ч. 2. – 98 с.

⁴БПЛА Gatewing X100: практическое применение в геодезии и маркшейдерии [Электронный ресурс]. / NovaNet (официальный импортер и дистрибьютор компании Gatewing в России). – 2012: <http://www.nova-net.ru/about/news/126-bpla-gatewing-x100-prakticheskoe-primeneniye-geodezii-i-markshejderii.html>. (Дата обращения: 7.07.2022).

за движением комплекса с помощью видеокамеры. Это позволяет оператору регулировать расстоянием между комплексом и исследуемой поверхностью. В момент приближения комплекса к поверхности происходит автоматическое включение прибора (РПП-12) и начинается опробование исследуемой поверхности. Данные передаются автоматически на промышленный компьютер, где происходит сбор и анализ результатов. Автоматическое перемещение дрона позволяет эффективно проводить опробование поверхности руды в труднодоступных местах, что повышает достоверность и точность качества исследуемой поверхности руды в естественном залегании. Использование комплекса обеспечивает высокую производительность опробования руд в естественном залегании и исключает вмешательство рабочих, чем достигается высокая степень безопасности при опробовании руд в труднодоступных местах.

Важной задачей при создании комплекса является разработка его конструкции, включающей выбор основного оборудования – БПЛА и EDXRF, которые должны быть совмещены в единый комплекс и работать как единый организм.

Для решения поставленной задачи в работе использован широкий комплекс методов исследований. В качестве БПЛА выбран воздушный робот типа RW-UAS, представляющий многозвенную электромеханическую систему, состоящую из платформы, четырех быстро вращающихся бесшарнирных роторов с лопастями, четырех управляемых электроприводов⁵.

Для математического моделирования кинематики, динамики и интеллектуальной системы робота типа RW-UAS использованы нелинейные геометрические, динамические и упругие характеристики.

Процесс проектирования, моделирования и системного анализа для всех роботов типа RW-UAS, по существу, очень похож, и в значительной степени основан на методологиях, первоначально разработанных в аэрокосмическом сообществе для полномасштабного проектирования и оценки винтокрылых аппаратов⁶. При разработке эффективного робота RW-UAS учитывался анализ и оценка динамики полета всей роботизированной платформы. Для разработки системы планирования и отработки движения с элементами полуавтоматического управления использована технология одновременной локализации и картографирования (Simultaneous Location and Mapping – SLAM) [6].

Разработка прикладных программ численного расчета проводится на базе аналитической среды Maple, Matlab и ее модулей.

Для проведения сравнительного анализа и интерпретации результатов аналитических, экспериментальных и численных исследований, разработки интеллектуальной системы управления и методов их корректировки, а также методики экспериментальных и проектных исследований экспериментального

образца воздушного робота используются компьютерные системы APM Winmachine, Autodesk Inventor и программные комплексы MSC Nastran и Adams.

Разработка сенсорной системы воздушного робота для проведения спектрального анализа руды базируется на портативном EDXRF РПП-12, оснащенной новой структурной схемой.

Основные положения, выбор и обоснование основного оборудования

Беспилотные роботы типа RW-UAS являются конфигурациями воздушных транспортных средств, с которыми можно встретиться в большинстве приложений, включая наблюдение, мониторинг, картографирование, технический осмотр или транспортировка груза. Данные роботы адаптированы к повышенной маневренности, а также к способности стационарного вертикального полета (зависания)⁷. Широкие возможности RW-UAS очень привлекательны и подходят для проведения маркшейдерской съемки и сканирования спектрального состава горных пород и руд в естественном залегании. Широко используемая аэрофотосъемка значительно повышает производительность маркшейдерских съемок и дает возможность наиболее полно отобразить информацию о поверхности, но на сегодняшний день она обладает низкой оперативностью [7]. Это связано с тем, что результаты съемок в маркшейдерскую службу передаются более чем через два дня, из-за чего теряется их актуальность. Неэффективно использовать аэрофотосъемку для картографирования в крупном масштабе небольших площадей. Метод экономически многозатратный: затраты на аэрофотосъемку, по данным работы [7], составляют ~24 млн тенге в год.

Применение трехмерных высокоточных лазерных сканирующих систем позволит во много раз увеличить полноту и информативность данных при проведении маркшейдерских съемок. Достоинствами сканеров типа Riegl является высокая точность, дальность измерения расстояний (до 1000 м с точностью ± 5 мм), быстрота сбора данных (12000 точек в секунду), надежность, универсальность, безопасность, высокая экономическая эффективность и наглядность конечных результатов. Обработка измерений проводится в программном обеспечении RiSCAN PRO Processing с использованием модуля объединения и уравнивания данных Multi Station Adjustment³. Им характерны такие недостатки, как необходимость длительных переездов и переходов для выбора ракурса (до 40 минут между съемками фрагментов); зависимость погрешности определения координаты Z (высотной отметки) от угла между марками внешнего ориентирования относительно лазерного сканера; необходимость мощных программных средств и компьютерных ресурсов для обработки результатов измерений; высокая стоимость оборудования трехмерной лазерной сканирующей системы и программного обеспечения (до 150 тыс. долларов США).

⁵Leishman G.J. *Principles of Helicopter Aerodynamics*. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2006. – 864 с.

⁶Padfield G.D. *Helicopter Flight Dynamics*. New York: Blackwell, 2007. – 635 p.

⁷Siciliano B., Khatib O., (Eds.). *Springer Handbook of Robotics*. – Verlag Berlin Heidelberg, 2016. – 2nd Edition. – Chapter 24. Wheeled Robots.

Выбор в качестве БПЛА робота типа RW-UAS имеет бесспорные преимущества, к которым можно отнести простоту его в эксплуатации, быстрый запуск, полностью автоматический полет, высокое качество снимков и ортофотопланов, безопасность и законченность решений. Большое значение при этом имеет экономическая эффективность RW-UAS по сравнению с аэрофотосъемками; улучшение оперативности, полноты и точности маркшейдерских съемок по сравнению с лазерным сканированием и возможность проведения мониторинга открытых и подземных горных работ.

Оснащенность робота RW-UAS системой планирования и отработки движения, а также элементами полуавтоматического управления на основе технологии SLAM придает ему особую привлекательность. Технология SLAM – это решение, с помощью которого робот может построить карту окружающей среды и в то же время использовать эту карту для вычисления своего собственного местоположения [6]. В качестве примера использования полуавтоматических режимов управления можно привести серийные мультироторные БПЛА, оснащенные датчиками GPS, или небольшие самолеты, используемые для проведения съемок. Необходимо отметить, что используемые для определения местоположения робота спутниковые системы GPS (ГЛОНАСС или GALILEO) могут быть недостаточно точными, особенно в части выполнения задач, связанных с работой в непосредственной близости от искусственных сооружений и не работают при проведении работ в подземных рудниках. Для устранения этих недостатков необходимо использование на борту БПЛА дополнительных датчиков (камеры, лазерные дальномеры) в сочетании с алгоритмами одновременной локализации и картирования или визуальной и/или лазерной одометрией, дающей дополнительную информацию о локализации.

С нашей точки зрения, встроенные в RW-UAS легкие и недорогие камеры имеют значительное преимущество в том, что они позволяют применять однообъективный SLAM как внутри помещений, так и на открытых производственных площадках. Вместе с тем, масштаб окружающего мира не может быть определен при помощи одного лишь изображения. Поэтому наиболее целесообразно дополнительно использовать данные инерциальных измерений IMU (Inertial Measurements Unit – устройство для осуществления инерциальных измерений). Комбинация инерциальных и визуальных измерений нивелирует недостатки, присущие системам GPS, и значительно улучшает определение местоположения робота.

Численный расчет и виртуальное моделирование воздушного робота осуществляется с использованием аналитической среды Maple, Matlab и их модулей: Control System Toolbox, System Identification Toolbox. Сравнительный анализ и корреляция результатов математического моделирования, проектирования в системе цифровой технологии и экспериментов воздушного робота будут взаимно дополнять друг

друга, что позволит оценить их достоверность и степень воспроизводимости данных.

Необходимо отметить, что эксплуатация разрабатываемого комплекса для мониторинга руд с использованием робота RW-UAS позволит, наряду с маркшейдерской съемкой, выполнять функцию высокоточного спектрального сканирования руды как на открытых площадках, так и в естественном залегании. Особый интерес в этом плане представляет сочетание робота с EDXRF приборами, которые обеспечивают экспрессность, простоту и возможность осуществления анализа без непосредственного контакта с образцом, что выгодно отличает их от традиционных методов аналитической химии.

Интеллектуальная система воздушного робота, обеспечивающая спектральный анализ руды в естественном залегании базируется на портативном EDXRF приборе РПП-12, который оснащен новым блоком возбуждения и детектирования с использованием рентгеновской трубки и современных мощных полупроводниковых SDD-детекторов. Новые подходы и принятые технические решения позволят обеспечить высокую селективность, точность и достоверность результатов определения содержания элементов в сложных по составу рудах в широком диапазоне изменений содержания металлов.

Развитие робототехники является мировым трендом и показателем уровня научно-технологического развития индустриально развитых стран. В мире темпы роста рынка промышленной робототехники опережают рост мирового ВВП: за последние десять лет среднегодовой рост продаж промышленных роботов составил более 12%. Рынок сервисной робототехники растет быстрее, о чем свидетельствует резкое увеличение продаж профессиональных сервисных роботов на 25% в 2017 г.

В Казахстане робототехника должным образом не развивается. По показателю плотности роботизации IFR (количество роботов на 10 тыс. человек), занятых в промышленности, Казахстан даже не входит в число анализируемых стран. К примеру, данный показатель в Южной Корее составляет – 631, Сингапуре – 488, Германии – 309, Японии – 303, США – 189, России – 2.

Разработка и создание многофункционального роботизированного аппаратно-программного комплекса для мониторинга качества руд с использованием интеллектуального воздушного беспилотного робота RW-UAS, оснащенного техническим зрением, с установленным на нем специализированным рентгенофлуоресцентным аналитическим прибором, позволит решить многие сложные задачи на основе междисциплинарного подхода, где требуются знания в области моделирования и проектирования беспилотных аппаратов, а также во многих областях инженерии и робототехники. Такой воздушный робот с новыми научно-техническими решениями в Казахстане и мировой практике разрабатывается впервые.

Создание новых инновационных направлений, в частности, по разработке воздушных роботов для маркшейдерских работ и мониторинга руд в естественном

залегании является актуальной задачей для Казахстана, и соответствует задачам технологического развития горнодобывающей отрасли страны и планам модернизации крупных компаний республики. Развитие данного направления окажет прямое влияние на широкое использование цифровой технологии, интеллектуальных робототехнических систем, разработку новых методов исследования и освоение новых инструментальных проектирования роботов, подготовку научных и инженерных кадров высокой квалификации.

Выводы

1. На основании анализа имеющегося научно-технического задела по разработке интеллектуальной системы и аппаратного комплекса мобильных роботов, методов и программных комплексов рентгенофлуоресцентного анализа руд показана принципиальная возможность создания многофункционального роботизированного аппаратно-программного комплекса для мониторинга качества руд.

2. Приведены достоинства и преимущества использования интеллектуального воздушного беспилотного

робота RW-UAS, оснащенного техническим зрением, с установленным на нем специализированным рентгенофлуоресцентным аналитическим прибором для проведения работ по мониторингу качества руд в естественном залегании.

3. Показаны возможности использования в качестве интеллектуальной системы программно-аппаратного комплекса новой модификации рентгенофлуоресцентного прибора на базе успешно эксплуатируемого на крупных предприятиях ГКМ Казахстана портативного прибора РПП-12.

4. Описаны методы проектирования интеллектуальной системы на основе технологии SLAM, тематического моделирования и программирования динамических процессов и систем управления мобильного робота.

5. Разработанные научные решения и подходы будут использованы для создания общего макета многофункционального роботизированного аппаратно-программного комплекса для мониторинга качества руд в естественном залегании.

Исследования проводятся в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2021-2023 годы по приоритетному направлению «Информационные, коммуникационные и космические технологии» проекта «Разработка аппаратно-программного комплекса воздушной роботизированной системы для мониторинга качества руд в естественном залегании».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Pantazis T., Pantazis J., Huber A., Redus R. Историческое развитие рентгеновского детектора с термоэлектрическим охлаждением и его влияние на портативную и ручную рентгенографическую промышленность. // Рентгеновская спектроскопия. – 2010. – Т. 39. – №2. – С. 90-97 (на английском языке)
2. Li F., Guo W., Gardner R.P. Реализация метода наименьших квадратов на основе библиотеки Монте-Карло для энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа. // Достижения в рентгеноструктурном анализе. – 2008. – №50. – С. 227-235 (на английском языке)
3. Досмухамедов Н.К., Лезин А.Н. Разработка отечественных приборов аналитического контроля для предприятий горно-металлургического комплекса Казахстана. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2011. – №10. – С. 30-35 (на русском языке)
4. Нигматулин А.М., Абдрахманова З.Т., Кан А.Н., Ефименко С.А. Геофизический мониторинг содержания серебра в рудах медьсодержащих месторождений Жезказган и Жаман-Айбат. // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий: сборник статей VII Всероссийской молодежной конференции с международным участием. – Уфа, 2019. – С.131-137 (на русском языке)
5. Кан А.Н., Абдрахманова З.Т., Юн Р.В., Ефименко С.А. Мониторинг качества руд, отгружаемых шахтами и карьерами ГОК ТОО «Корпорация Казахмыс». // Минерально-сырьевой комплекс: инженерные и экономические решения: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию БНТУ. – Минск: БНТУ, 2020. – С. 92-93 (на русском языке)
6. Durrant-Whyte H., Bailey T. Одновременная локализация и картографирование (SLAM). Часть I. Основные Алгоритмы. // Международный журнал передовых робототехнических систем. – 2009. – №6(3). – С. 1-9 (на английском языке)
7. Корецкая Г.А., Корецкий Д.С. Совершенствование технологий маркшейдерских съемок открытых горных работ. // Вестник КузГТУ. – 2013. – №3. – С. 38-40 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Pantazis T., Pantazis J., Huber A., Redus R. Термоэлектрлік салқындатылған рентген детекторының тарихи дамуы және оның портативті және қолмен рентгенографияға әсері. // Рентгендік спектрометрия. – 2010. – Көл. 39. – №2. – Б. 90-97 (ағылшын тілінде)
2. Li F., Guo W., and Gardner R.P. Монте-Карло кітапханасына негізделген ең кіші квадраттар әдісін энергияны дисперсиялық рентгенофлуоресцентті талдау үшін қолдану. // Рентген құрылымын талдауға қол жеткізу. – 2008. – №50. – Б. 227-235 (ағылшын тілінде)
3. Досмухамедов Н.К., Лезин А.Н. Қазақстанның тау-кен металлургия кешені кәсіпорындары үшін талдамалық бақылаудың отандық аспаптарын әзірлеу. // Қазақстанның тау-кен журналы. – Алматы, 2011. – №10. – Б. 30-35 (орыс тілінде)
4. Нигматулин А.М., Абдрахманова З.Т., Кан А.Н., Ефименко С.А. Жезқазған және Жаман-Айбат мыс бар кен орындарының кендеріндегі күміс құрамының геофизикалық мониторингі. // Геология, геоэкология және Орал мен оған іргелес аумақтардың ресурстық әлеуеті: халықаралық қатысумен VII бүкілресейлік жастар конференциясының мақалалар жинағы. – Уфа, 2019. – С. 131-137 (орыс тілінде)
5. Кан А.Н., Абдрахманова З.Т., Юн Р.В., Ефименко С.А. «Қазақмыс корпорациясы» ЖШС КБК шахталары мен карьерлерімен тиелетін кен сапасының мониторингі. // Минералдық-шикізат кешені: Инженерлік және экономикалық шешімдер: БНТУ-дың 100 жылдығына арналған XVII Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның материалдар жинағы. – Минск: БНТУ, 2020. – Б. 92-93 (орыс тілінде)
6. Durrant-Whyte H., Bailey T. бір уақытта локализация және картаға түсіру (SLAM): I Бөлім. Негізгі алгоритмдер. Робототехникалық жүйелердің халықаралық журналы. – 2009. – №6(3). – Б. 1-9 (ағылшын тілінде)
7. Корецкая Г.А., Корецкий Д.С. Ашық тау-кен жұмыстарының маркшейдерлік түсірілім технологиясын жетілдіру. // КузГТУ хабаршысы. – 2013. – №3. – Б. 38-40 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Pantazis T., Pantazis J., Huber A., Redus R. The historical development of the thermoelectrically cooled X-ray detector and its impact on the portable and hand-held XRF industries. // X-Ray Spectrometry. – 2010. – Vol. 39. – №2. – P. 90-97 (in English)
2. Li F., Guo W., Gardner R.P. Implementation of the Monte Carlo-library least-squares approach to energy dispersive X-Ray fluorescence analysis. // Advances in X-Ray Analysis. – 2008. – №50. – P. 227-235 (in English)
3. Dosmukhamedov N.K., Lezin A.N. Razrabotka otechestvennykh priborov analiticheskogo kontrolya dlya predpriyatij gorno-metallurgicheskogo kompleksa Kazaxstana [Development of domestic analytical control devices for enterprises of the mining and metallurgical complex of Kazakhstan]. // Gornyy zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty, 2011. – № 10. – P. 30-35 (in Russian)
4. Nigmatulin A.M., Abdrakhmanova Z.T., Kan A.N., Efimenko S.A. Geofizicheskij monitoring soderzhanij serebra v rudax med'soderzhashix mestorozhdenij Zhezkazgan i Zhaman-Ajbat [Geophysical monitoring of silver content in ores of copper-containing deposits Zhezkazgan and Zhaman-Aybat]. // Geologiya, geoe'kologiya i resursnyj potencial Urala i sopredel'nyx territorij: Sbornik statej VII Vserossijskoj molodyozhnoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem = Geology, Geoecology and resource potential of the Urals and adjacent territories: Collection of articles of the VII All-Russian Youth Conference with International Participation. – Ufa, 2019. – P. 131-137 (in Russian)
5. Kan A.N., Abdrakhmanova Z.T., Yun R.V., Efimenko S.A. Monitoring kachestva rud, otgruzhaemyx shaxtami i kar'erami GOK TOO «Korporaciya Kazakhmys» [Quality monitoring of ores shipped by mines and quarries of GOK Kazakhmys Corporation LLP. // Mineral'no-syr'evoy kompleks: inzhenernye i e'konomicheskie resheniya: sbornik materialov XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 100-letiyu BNTU = Mineral resource complex: engineering and economic solutions: a collection of materials of the XVII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 100th anniversary of BNTU. – Minsk: BNTU, 2020. – P. 92-93 (in Russian)
6. Durrant-Whyte H., Bailey T. Simultaneous Localization and Mapping (SLAM): Part I. The Essential Algorithms. // International Journal of Advanced Robotic Systems. – 2009. – №6(3). – P. 1-9 (in English)

7. *Koretskaya G.A., Koretsky D.S. Sovershenstvovanie texnologij markshejderskix s"yomok otkrytyx gornyx rabot [Improving the technologies of surveying surveys of open-pit mining]. // Vestnik KuzGTU = Bulletin of KuzSTU. – 2013. – №3. – P. 38-40 (in Russian)*

Сведения об авторах:

Тулешов А.К., д-р техн. наук, профессор, академик Национальной Инженерной академии РК, генеральный директор Института механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова (г. Алматы, Казахстан), aman_58@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0001-9775-3049>

Лезин А.Н., канд. техн. наук, научный руководитель Товарищества с ограниченной ответственностью «АспапГЕО» (г. Алматы, Казахстан), geophysic@inbox.ru; <http://orcid.org/0000-0001-7380-7014>

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

Токенов Н.М., магистр техн. наук, главный научный сотрудник Товарищества с ограниченной ответственностью «АспапГЕО» (г. Алматы, Казахстан), <http://orcid.org/0000-0002-9211-6187>

Авторлар туралы мәліметтер:

Тулешов А.К., техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР Ұлттық Инженерлік академиясының академигі, Ө.А. Жолдасбеков Механика және машинатану институтының бас директоры (Алматы қ., Қазақстан)

Лезин А.Н., техника ғылымдарының кандидаты, «АспапГЕО» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің ғылыми жетекшісі (Алматы қ., Қазақстан)

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

Токенов Н.М., технология магистрі, «АспапГЕО» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігінің бас ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Tuleshov A.K., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Engineering of the Republic of Kazakhstan, General Manager of the Institute of Mechanics and Engineering Science named after U.A. Dzholdasbekov (Almaty, Kazakhstan)

Lezin A.N., PhD, Scientific Supervisor of the Limited Liability Partnership «AspapGEO» (Almaty, Kazakhstan)

Dosmukhamedov N.K., PhD, Associate Professor, Professor of the Department of Metallurgy and Mineral Processing at Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), Senior Researcher at the Higher Attestation Commission

Tokenov N.M., Master Degree, Chief Researcher of the Limited Liability Partnership «AspapGEO» (Almaty, Kazakhstan)



**ДУАЛ
ГРУПП**

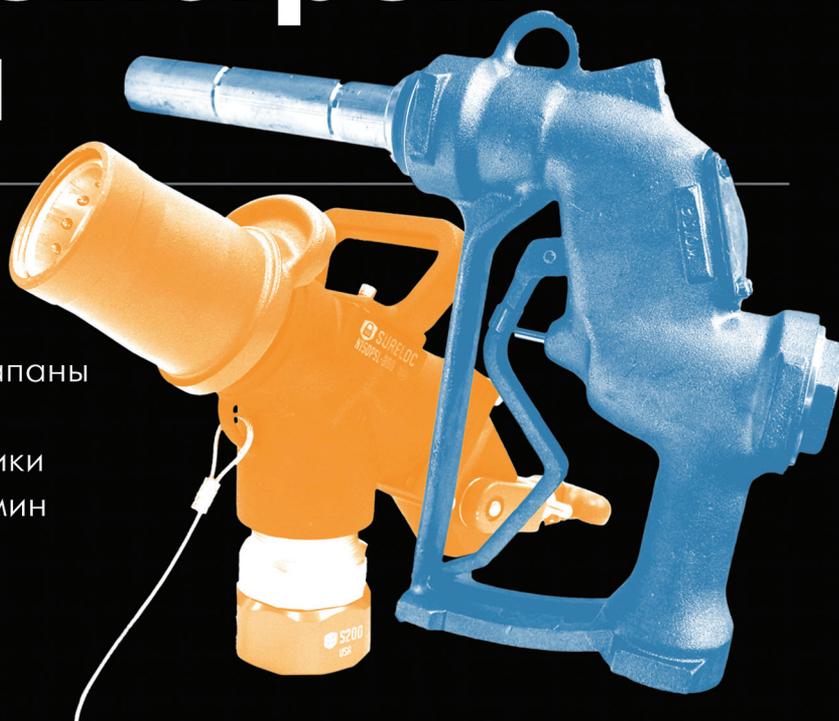
ТОО «ДУАЛ ГРУПП»
Казахстан, Нур-Султан

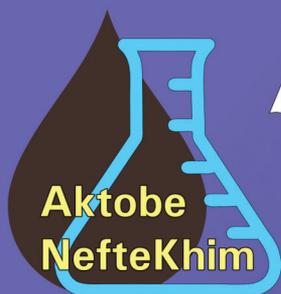
+7 (707) 394 66 60
info@dual-group.net
www.dual-group.net

Системы быстрой заправки

Мы предлагаем:

Краны топливозаправочные
Заправочные и вентиляционные клапаны
Счетчики и насосы
Заправки (АЗС) и топливозаправщики
со скоростью заправки до 1500 л/мин
Эксплуатация от -60 С до +50 С





АктобеНефтеХим

3-ая МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ХИМИЧЕСКОЙ,
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

12-14 октября 2022
г. Актобе

Дворец спорта "КОНЫС", пр. Абылхайыр хана, 52



По вопросам участия
обращайтесь к организаторам:



050022, г. Алматы, ул. Шевченко, 90, оф. 76
тел.: +7 (727) 250-75-19, 313-76-29
Моб.: +7 707 456-53-07
e-mail: kazexpo@kazexpo.kz
Website: www.kazexpo.kz

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:



Правительства
Республики Казахстан



Акимата
Актюбинской области

Код МРНТИ 52.13.31:55.09.43

А.Е. Игбаева, К.К. Елемесов, С.А. Бортебаев, *Д.Дж. Басканбаева

Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КОРПУСОВ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ИЗ ФИБРОБЕТОНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВОДНО-ПЕСЧАНОЙ СМЕСИ

Аннотация. Целью данной работы является определение износостойкости композитных материалов. При соответствии физико-химических свойств композиционных материалов металлическим аналогам дает существенное преимущество по себестоимости, трудоемкости изготовления и ремонтных работах. В машиностроении одним из путей совершенствования конструкции является переход от стальных и чугунных корпусов к корпусам из легких сплавов (алюминиевых, магниевых), неметаллических или композиционных материалов, что особенно важно в изготовлении корпусных деталей центробежных насосов малой мощности. В таких корпусах толщина стенки, определяемая технологическими возможностями литья, больше толщины стенки, необходимой из условия прочности.

Ключевые слова: центробежный насос, корпус, фибробетон, агрессивные среды, износ трением, пескоструйный аппарат.

Су-құм қоспасының әсерінен фибробетоннан жасалған ортадан тепкіш сорғы корпустарының жұмысын зерттеу

Аңдатпа. Бұл жұмыстың максаты композиттік материалдардың тозуға төзімділігін анықтау болып табылады. Композициялық материалдардың физика-химиялық қасиеттері металл аналогтарына сәйкес келсе, ол өзіндік құны, өндіріс және жөндеу жұмыстарының күрделілігі бойынша айтарлықтай артықшылық береді. Машина жасауда құрылымды жетілдірудің бір жолы болат пен шойын корпустарынан жеңіл корытпалардан (алюминий, магний), металл емес немесе композициялық материалдардан жасалған корпустарға көшу болып табылады, бұл әсіресе төмен қуатты орталықтан тепкіш сорғылардың корпус бөлшектерін өндіруде маңызды. Мұндай корпустарда құюдың технологиялық мүмкіндіктерімен анықталатын қабырға қалыңдығы беріктік жағдайынан қажетті қабырға қалыңдығынан үлкен болады.

Түйінді сөздер: орталықтан тепкіш сорғы, корпус, фибробетон, агрессивті орта, үйкеліс тозуы, құм ағынды құрылғы.

Investigation of the operation of centrifugal pump housings made of fiber concrete under the influence of a water-sand mixture

Abstract. The purpose of this work is to determine the wear resistance of composite materials. When the physicochemical properties of composite materials correspond to metal analogues, it gives a significant advantage in terms of cost, complexity of manufacturing and repair work. In mechanical engineering, one of the ways to improve the design is the transition from steel and cast-iron housings to housings made of light alloys (aluminum, magnesium), non-metallic or composite materials, which is especially important in the manufacture of housing parts of low-power centrifugal pumps. In such cases, the wall thickness determined by the technological capabilities of casting is greater than the wall thickness required from the strength condition.

Key words: centrifugal pump, composite materials, housing, mechanical engineering fiber concrete, aggressive media, friction wear, sandblasting machine, physico-chemical properties, improvements.

Введение

В горно-металлургической и нефтедобывающей промышленности широко используются динамические лопастные насосы¹ [1-3]. Они получили широкое распространение среди насосных агрегатов с рабочими колесами центробежного типа, так как создают достаточно большой напор при любых заданных скоростях подачи жидкости и габаритах насоса, но обладают при этом большим КПД и надежностью.

Анализ работы насосного оборудования, используемого для перекачки гидросмеси с мелкими твердыми абразивными включениями, показывает, что наиболее быстро изнашиваются щелевые уплотнения, расположенные со стороны входа в рабочее колесо, рабочие поверхности лопастей и их входные участки. При работе на гидросмесях с крупными твердыми включениями наиболее интенсивному изнашиванию подвергаются входные участки лопастей при практическом отсутствии изнашивания остальных участков рабочего колеса и уплотнений. Износ входных элементов лопасти сказывается на ухудшении всасывающей способности и снижении напора² [4, 5].

Оценка гидроабразивного износа деталей грунтового насоса позволяет наметить существенные пути его снижения за счет изменения конструкции насоса и создания

автоматизированной системы оценки состояния величины износа, то есть непрерывного постоянного диагностирования. Одним из существенных явлений, влияющих на износ деталей грунтовых насосов, считается кавитация.

Методика испытаний

Вопросами применения композитного материала из фибробетона в качестве конструкционных материалов для изготовления корпусных деталей занимаются ученые из Satbayev University. Предложенный авторами состав фибробетона, защищенный патентом РК, позволил изготовить корпуса центробежных насосов с высокими механическими свойствами и конструктивными размерами [6]. Были исследованы физико-механические свойства и отработана технология отливки корпусных деталей. Проведены испытания на действующем оборудовании в лабораторных условиях.

Эксплуатация насосного оборудования в условиях горно-металлургических предприятий предъявляет особые требования к деталям насосов из-за высокой агрессивности перекачиваемых жидкостей. Следовательно, исследования, связанные с определением износостойкости деталей насосного оборудования, являются актуальными.

Были рассмотрены два вида испытаний: истирание трением и ударное истирание с использованием смеси песка с водой. Использовались три соотношения воды

¹Тулинов А.Б., Иванов В.А., Гончаров А.Б. Прогрессивные технологии и материалы для восстановления горного оборудования. // Сборник научных трудов семинара «Современные технологии в горном машиностроении» [электронный ресурс]. – М.: МГТУ. – 2012. – 445 с.

²ASTM C779/C779M-12 Стандартный метод испытания на стойкость к истиранию горизонтальных бетонных поверхностей. – 2012. – 6 с.

и песка (1:2; 9:25 и 7:25); два угла направления удара (45° и 90°); корпус центробежного насоса из чугуна и фибробетона, армированный стальным волокном. Результаты испытаний показали, что абразивное действие и основное сопротивление варьировались в зависимости от двух методов испытаний. Средняя скорость истирания бетона при ударе была примерно в 8-10 раз больше, чем при трении. В целом, потери на истирание



Рис. 1. Корпус центробежного насоса из фибробетона и процесс взвешивания.

Сурет 1. Фибробетоннан жасалған орталықтан тепкіш сорғы корпусы және өлшеу процесі.

Figure 1. The housing of the centrifugal pump made of fibroconcrete and the weighing process.

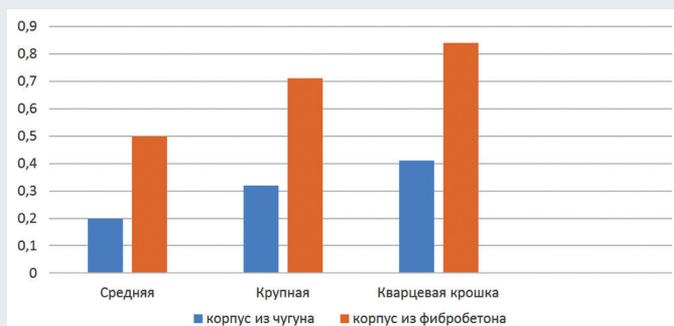


Рис. 2. Потеря массы корпуса насоса после испытания при давлении воздуха 0,45 МПа.

Сурет 2. 0,45 МПа ауа қысымында сынаудан кейін сорғы корпусының массалық жоғалуы.

Figure 2. Mass loss of the pump housing after testing at an air pressure of 0,45 MPa.

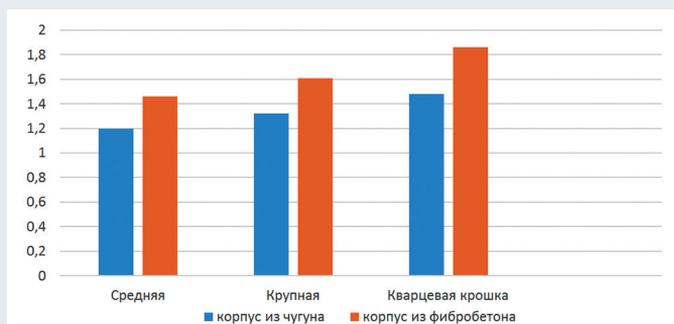


Рис. 3. Потеря массы корпуса насоса после испытания при давлении воздуха 0,55 МПа.

Сурет 3. 0,55 МПа ауа қысымында сынаудан кейін сорғы корпусының массалық жоғалуы.

Figure 3. Mass loss of the pump housing after testing at an air pressure of 0,55 MPa.

при ударе фибробетонной поверхности под прямым углом были выше, чем при ударе под углом 45°. Стальные волокна действовали как щиты, предотвращая истирание бетонного материала за волокнами, тем самым повышая стойкость к истиранию.

Точность измерений определяется стабильностью режимов, повторяемостью измерений, стабильностью условий испытаний и погрешностью средств и методов измерения. Для получения относительно стабильных результатов приведем основные правила, которые легли в основу проведения испытаний.

1. Параметры насоса соответствовали параметрам стенда.

2. Перед испытаниями были измерены постоянные величины (диаметры трубопроводов в местах отбора давления, состояние манометров и т. д.), рассчитаны постоянные коэффициенты и предельные погрешности результатов испытаний, которые не должны превышать допустимых.

3. Перед испытанием элементы стенда были проверены на герметичность.

4. Щитовая или автоматическая запись показаний приборов при одном измерении производилась только в установившемся режиме.

5. Снятие характеристик насоса в отдельных режимах производилось через равные промежутки времени, при этом последовательность записи показаний приборов осталась одинаковой.

6. Снятие насоса с испытательной установки производилось после обработки результатов испытаний.

Пескоструйное устройство является эффективным инструментом, который может быть полезен во многих случаях. С помощью такого устройства небольших размеров и небольшой массы можно очистить различные поверхности от загрязнений и старых покрытий, удалить с металлоконструкций чешуйки и очаги коррозии. Мастера сами изготавливают пескоструйные машины из очень удобных металлических баллонов, баллонов с газом или больших огнетушителей. Их металл хорошо поддается сварке, поддерживает давление и служит неограниченное время.

Основные конструктивные элементы, составляющие пескоструйные аппараты:

- пистолет, оснащенный воздушной насадкой и спусковым крючком;
- насадка, которой абразивная смесь подается в зону обработки (для повышения износостойкости внутренняя часть такой насадки покрыта карбидом бора);
- всасывающий клапан, обеспечивающий подачу абразивного материала из бункера;
- шланг, через который в систему подается абразив.

Поскольку приборы, которыми проводятся пескоструйные работы, работают на смесях, состоящих не только из песка, но и из воды, то они требуют подключения:

- компрессора, способствующего стабильной подаче воздуха под оптимальным давлением;
- к источнику водоснабжения;
- специального контейнера для материала (песка), который непрерывно подает абразивный материал.

Таблица 1

Потеря массы корпуса центробежного насоса после испытания

Кесте 1

Сынақтан кейін орталықтан тепкіш сорғы корпусының салмағын жоғалту

Table 1

Mass loss of the centrifugal pump housing after the test

Давление воздуха, МПа	Фракции кварцевого песка					
	Средняя (0,1-0,4 мм)		Крупная (0,5-1,0 мм)		Кварцевая крошка (свыше 1 мм)	
	Корпус из чугуна	Корпус из фибробетона	Корпус из чугуна	Корпус из фибробетона	Корпус из чугуна	Корпус из фибробетона
0,45	0,2%	0,5%	1,2%	1,46%	1,8%	1,97%
0,55	0,32%	0,71%	1,32%	1,61%	1,92%	2,24%
0,7	0,41%	0,84%	1,48%	1,86%	2,08%	2,42%

Рекомендуется использовать газовый баллон с пропаном или фреоном. Обе емкости имеют оптимальную устойчивость к механическим факторам и могут выдерживать значительное давление.

Для подключения пескоструйного устройства к системе водоснабжения можно использовать обычные шланги, так как они не подвержены значительному внутреннему давлению. Расход воды из такого источника должен составлять от 50 л до 120 л в час, что достаточно для эффективного и беспыльного проведения процесса обработки.

Принцип работы такого аппарата очень прост:

- к рабочей емкости присоединяются две трубы: верхняя труба – для подключения к компрессору и создания избыточного давления внутри цилиндра; нижняя труба – для подачи песка, в нее вставляется кран для регулирования интенсивности потока;

- воздушный поток от компрессора разделен на две части: одна проходит в верхний кран цилиндра для усиления давления внутри, другая присоединяется к нижней трубе для создания воздушно-песчаной смеси;

- из нижней насадки под давлением в распылитель или насадку поступает смесь песка и воздуха.

Рассмотрим технологическую карту для испытания корпуса центробежного насоса из фибробетона на износостойкость.

1. Для испытания использована сухая абразивная смесь и оборудование, обеспечивающее подачу материала под высоким давлением.

2. В качестве рабочего материала использован просеянный сухой песок, размеры ячеек сит составляют 1-1,2 мм.

3. Под давлением, создаваемым компрессорной установкой, воздух подается в пескоструйную установку, где он смешивается с абразивным материалом в резервуаре.

4. Воздух, смешанный с абразивным материалом, под давлением поступает в сопло устройства и подается на обрабатываемую поверхность.

5. Под действием абразивного материала происходит увеличение диаметра отверстия в насадке аппарата,

через которое этот материал передается на обрабатываемую поверхность.

6. Испытание проводится на трех разных зонах корпуса из фибробетона продолжительностью 10 мин.

7. По окончании испытания с обрабатываемой поверхности удаляются остатки песка и пыли, для чего используется воздух, подаваемый под высоким давлением.

Пескоструйный способ предполагает воздействие водно-песчаной смеси на поверхность корпуса центробежного насоса, создавая необходимый эффект истирания. Таким образом, после каждого испытания была определена масса корпуса (рис. 1) [7].

Обсуждение результатов

Согласно наблюдениям и проведенным исследованиям, износ трением в основном связан с абразивным эффектом, возникающим в результате воздействия смеси воды и песка. Таким образом, фибробетон с со стальной фиброй показал повышенную устойчивость к истиранию.

В целом, для фибробетона, подвергнутого воздействию песчаного потока, абразивное воздействие включало в себя в основном молекулы воды и гидравлическое давление, удар твердых частиц, предельное истирание, вызванное предельными эффектами и разрывом. Также были использованы трение, вызванное потоком песка, транспортируемого водой, и основное сопротивление прочности на сдвиг и поверхностной жесткости.

При испытании пескоструйным методом на устойчивость к истиранию, корпуса из фибробетона показали незначительный износ и, следовательно, меньшую потерю массы. В табл. 1 и на рис. 2-4 показаны потери массы корпуса центробежного насоса после испытания на износостойкость материала корпуса в разных режимах³ [5, 7].

Заключение

Результаты исследований показывают, что фибробетон с металлической фиброй способен эффективно противостоять гидроударам. Установлено, что на потери ударов существенно влияет угол воздействия струи. На потери массы корпуса в этом исследовании повлиял

³Елемесов К.К., Сладковский А.В., Басканбаева Д.Д., Бортебаев С.А., Утянов А.Н., Игбаева А.Е. Фибробетонная смесь. / Патент на полезную модель №6103 от 28.05.2021 г.

размер песка и давление воздуха. Экспериментально доказано, что, чем больше давление потока, тем больше потеря массы³ [5-7]. Так, с увеличением давления с 0,45 МПа до 0,7 МПа потеря массы увеличивается на 5%. На износ материала значительное влияние оказывает крупность песка, т. е. более крупные фракции изнашивают материал сильнее, чем мелкие.

Данные исследования и проведенные ранее механические испытания подтвердили целесообразность изготовления корпусов центробежного насоса из композитных материалов и дают основание полагать, что они будут востребованы в машиностроении для изготовления корпусных деталей. Их применение позволит значительно снизить материальные расходы на изготовление корпусных деталей насосного оборудования и упростить их производство.

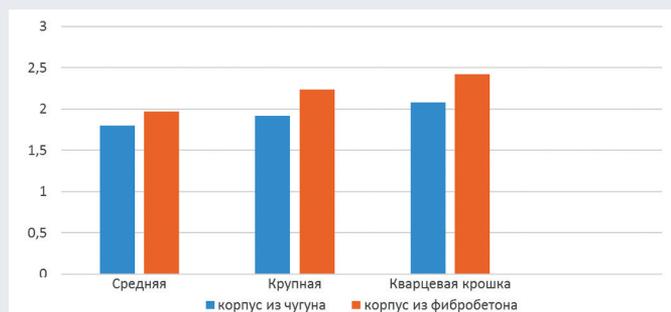


Рис. 4. Потеря массы корпуса насоса после испытания при давлении воздуха 0,7 МПа.

Сурет 4. 0,7 МПа ауа қысымында сынаудан кейін сорғы корпусының массалық жоғалуы.

Figure 4. Mass loss of the pump housing after testing at an air pressure of 0,7 MPa.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Елемесов К.К., Бортебаев С.А., Сыдыкбекова С.Т., Утянов А.Н. Использование композиционных материалов для изготовления корпусов насосов. // Вестник КазНУ им. К.И. Сатпаева. – Алматы, 2018. – №6(130) – С. 181-185 (на русском языке)
2. Abid S.R., Shamkhi M.S., Mahdi N.S., Daek Y.H. Гидроабразивная стойкость инженерных цементирующих композитов с волокнами PP и PVA. // Строительство и строительные материалы. – 2018. – №187. – С. 168-177 (на английском языке)
3. Ruo S., Abate S.Y., Kim H.K. Износостойкость бетона сверхвысокой производительности, содержащего более крупный заполнитель. // Строительство и строительные материалы. – 2018. – №165. – С. 11-16 (на английском языке)
4. Abid S.R., Hilo A., Ayooob N.S., Daek Y.H. Подводное истирание самоуплотняющегося бетона, армированного стальным волокном. // Тематические исследования в области строительных материалов. – 2019. – №114. – С. 1-17 (на английском языке)
5. Krupnik L., Yelemessov K., Vortebayev S., Baskanbayeva D. Изучение фибробетона для литья корпусных деталей насосов. // Восточно-европейский журнал корпоративных технологий. – 2018. – №6/12(96). – С. 22-27 (на английском языке)
6. Басканбаева Д., Крупник Л., Елемесов К., Бортебаев С., Игбаева А. Обоснование рациональных параметров изготовления корпусов насосов из фибробетона. // Научный вестник Национального горного университета. – 2020. – №5(179). – С. 68-74 (на русском языке)
7. Yelemessov K., Krupnik L., Beisenov B., Baskanbayeva D., Vortebayev S., Igbayeva A. Полимербетон и фибробетон как эффективные материалы для изготовления корпусов редукторов и насосов. // Веб-конференция E3S: II Международная конференция «Очерки горной науки и практики». – 2020. – Т. 168. – С. 00018 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Елемесов Қ.К., Бортебаев С.А., Сыдыкбекова С.Т., Утянов А.Н. Сорғы корпустарын жасау үшін композициялық материалдарды пайдалану. // Қ.И. Сатпаев атындағы ҚазҰТЗУ Жаршысы. – Алматы, 2018. – №6(130). – Б. 181-185 (орыс тілінде)
2. Abid S.R., Shamkhi M.S., Mahdi N.S., Daek Y.H. PP және PVA талшықтары бар инженерлік цементтеу композиттерінің гидроабразиялық төзімділігі. // Құрылыс және құрылыс материалдары. – 2018. – №187. – Б. 168-177 (ағылшын тілінде)
3. Ruo S., Abate S.Y., Kim H.K. Үлкен агрегаты бар ультра жоғары өнімділіктегі бетонның тозуға төзімділігі. // Құрылыс және құрылыс материалдары. – 2018. – №165. – Б. 11-16 (ағылшын тілінде)
4. Abid S.R., Hilo A., Ayooob N.S., Daek Y.H. Болат талшықпен күшейтілген өздігінен тығыздалған бетонның су астындағы абразиясы. // Құрылыс материалдары саласындағы тақырыптық зерттеулер. – 2019. – №114. – Б. 1-17 (ағылшын тілінде)
5. Krupnik L., Yelemessov K., Vortebayev S., Baskanbayeva D. Сорғылардың корпусық бөлшектерін құюға арналған фибробетонды зерттеу. // Шығыс-еуропалық корпоративті технологиялар журналы. – 2018. – №6/12(96). – Б. 22-27 (ағылшын тілінде)

6. Басқанбаева Д., Крупник Л., Елемесов Қ., Бортебаев С., Игбаева А. Талшықты фибробетоннан сорғы корпустарын жасаудың рационалды параметрлерін негіздеу. Ұлттық тау-кен университетінің Ғылыми хабаршысы. – 2020. – №5(179). – Б. 68-74 (орыс тілінде)
7. Yelemessov K., Krupnik L., Beisenov B., Baskanbayeva D., Bortebayev S., Igbayeva A. Полимербетон және фибробетон редукторлар мен сорғылардың корпусын жасау үшін тиімді материалдар ретінде. E3S веб-конференциясы: «Тау-кен ғылымы мен практикасы туралы очерктер» II Халықаралық конференциясы. – 2020. – Т. 168. – Б. 00018 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Yelemessov K.K., Bortebayev S.A., Sydykbekova S.T., Utyanov A.N. Ispol'zovanie kompozitsionnykh materialov dlya izgotovleniya korpusov nasosov [The use of composite materials for the manufacture of pump housings]. // Vestnik KazNITU im. K.I.Satpayeva = Bulletin of KazNITU named after K.I. Satpayev. – Almaty, 2018. – №6(130). – P. 181-185 (in Russian)
2. Abid S.R., Shamkhi M.S., Mahdi N.S., Daek Y.H. Hydro-abrasive resistance of engineered cementitious composites with PP and PVA fibers. // Construction and Building Materials. – 2018. – №187. – P. 168-177 (in English)
3. Pyo S., Abate S.Y., Kim H.K. Abrasion resistance of ultra high performance concrete incorporating coarser aggregate. // Construction and Building Materials. – 2018. – P. 11-16 (in English)
4. Abid S.R., Hilo A., Ayoob N.S., Daek Y.H. Underwater abrasion of steel fiberreinforced self-compacting concrete. Case Studies in Construction Materials. – 2019. – №114. – P. 1-17 (in English)
5. Krupnik L., Yelemessov K., Bortebayev S., Baskanbayeva D. Studying fiber-reinforced concrete for casting housing parts of pumps. // Eastern-European journal of enterprise technologies. – 2018. – №6/12(96). – P. 22-27 (in English)
6. Baskanbayeva D., Krupnik L., Yelemessov K., Bortebayev S., Igbayeva A. Obosnovanie racional'nykh parametrov izgotovleniya korpusov nasosov iz fibrobetona [Justification of rational parameters for manufacturing pump housings made of fibroconcrete]. // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu = Scientific Bulletin of the National Mining University. – 2020. – №5(179). – P. 68-74 (in Russian)
7. Yelemessov K., Krupnik L., Beisenov B., Baskanbayeva D., Bortebayev S., Igbayeva A. Polymer concrete and fibre concrete as efficient materials for manufacture of gear cases and pumps. // E3S Web of Conferences: II International Conference «Essays of Mining Science and Practice». – 2020. – Vol. 168. – P. 00018 (in English)

Сведения об авторах

Игбаева А.Е., магистр техн. наук, докторант кафедры «Технологические машины и транспорт» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), a.igbayeva@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-4825-454X>

Елемесов К.К., канд. техн. наук, доцент, директор института Энергетики и машиностроения Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), k.yelemessov@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0001-6168-2787>

Бортебаев С.А., канд. техн. наук, заведующий кафедрой «Технологические машины и транспорт» Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), s.bortebayev@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0002-8761-3429>

Басқанбаева Д.Дж., PhD, заместитель директора института Энергетики и машиностроения Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), d.baskanbayeva@satbayev.university; <https://orcid.org/0000-0003-1688-0666>

Авторлар туралы мәліметтер:

Игбаева А.Е., техника ғылымдарының магистрі, Satbayev University, «Технологиялық машиналар мен транспорт» кафедрасының докторанты (Алматы қ., Қазақстан)

Елемесов К.К., техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Satbayev University, Энергетика және машина жасау институтының директоры (Алматы қ., Қазақстан)

Бортебаев С.А., техника ғылымдарының кандидаты, Satbayev University, «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасының меңгерушісі (Алматы қ., Қазақстан)

Басқанбаева Д.Дж., PhD, Satbayev University, Энергетика және машина жасау институтының директор орынбасары (Алматы қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Igbayeva A.E., Master of Technical Sciences, Doctoral Student at the Department of Technological Machines and Transport of the Institute of Power Engineering and Mechanical Engineering of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Yelemessov K.K., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director at the Institute of Power Engineering and Mechanical Engineering of Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Bortebayev S.A., Candidate of Technical Sciences, Head at the Department of Technological Machines and Transport of the Institute of Power Engineering and Mechanical Engineering of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Baskanbayeva D.Dzh., PhD, Deputy Director at the Institute of Power Engineering and Mechanical Engineering of the Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

mitex™

INTERNATIONAL TOOL EXPO

пятнадцатая
юбилейная



Международная
выставка
инструмента

МОСКВА,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

EXPOCENTRE
FAIRGROUNDS,
MOSCOW

8-11

НОЯБРЯ
NOVEMBER

2022

ГЛАВНЫЙ
ВОПРОС 2022:
ЗАЧЕМ РАБОТАТЬ?



mitexpo.ru

Организатор

МОСКВА, РОССИЯ
ЕВРОЭКСПО

VIENNA, AUSTRIA
EUROEXPO
Exhibitions and Congress Development Center

При поддержке

ЭКСПОЦЕНТР
Международные выставки и конгрессы



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ

Стратегический партнер

Ассоциация Торговых компаний
и производителей электроинструмента
и средств малой механизации

РАТНЭ

Код МРНТИ 52.01.84



*S.G. Ozhigin

Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan)

DIGITIZATION OF MINING ASSETS

Abstract. The article considers the issues of using information technology to control mining companies' engineering and business processes. It reveals the urgency of implementing an automated management system for mining operations powered. This system provides the basis for creating a virtual source of a mining company. The paper presents the software functionality in creating 3D models of deposits and surfaces, as well as solutions for companies with both opencast and underground mining methods. The proposed software solution contains the widest range of applications and supports the highest data transfer rate. A comprehensive approach and integration with other systems installed at enterprises allow you to find the best option for managerial decisions in terms of optimizing resources and processes, time and data traffic.

Key words: automation of mining operations, digital twins, industrial digitization, automated control system of mining operations, 3D modeling, scheduling, design of open pits and mines, industrial safety, management of mining companies, mining monitoring.

Тау-кен өндіру активтерін цифрландыру

Аңдатпа. Мақалада тау-кен компанияларының инженерлік және бизнес-процестерін басқару үшін ақпараттық технологияларды пайдалану мәселелері қарастырылады. Бұл тау-кен компаниясының виртуалды көзін құруға негіз болатын тау-кен жұмыстарын басқарудың автоматтандырылған жүйесін енгізудің өзектілігін көрсетеді. Мақалада кен орындары мен беттерінің 3D-модельдерін құруға арналған бағдарламалық камтамасыз етудің функционалды мүмкіндіктері, сондай-ақ пайдалы қазбаларды өндірудің ашық және жерасты әдістерін пайдаланатын компанияларға арналған шешімдер ұсынылған. Ұсынылған бағдарламалық шешім қосымшалардың кең спектрін қамтиды және деректерді берудің ең жоғары жылдамдығын қолдайды. Кәсіпорындарда орнатылған басқа жүйелермен интеграцияланған тәсіл және интеграция ресурстар мен процестерді, уақыт пен деректер трафигін оңтайландыру тұрғысынан басқару шешімдерінің ең жақсы нұсқасын табуға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: тау-кен жұмыстарын автоматтандыру, цифрлық қосарластар, өнеркәсіптік цифрландыру, тау-кен жұмыстарын басқарудың автоматтандырылған жүйесі, 3D-модельдеу, карьерлер мен шахталарды жоспарлау, жобалау, өнеркәсіптік қауіпсіздік, тау-кен өндіруші компанияларды басқару, тау-кен жұмыстарының мониторингі.

Цифровизация горнодобывающих активов

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы использования информационных технологий для управления инженерными и бизнес-процессами горнодобывающих компаний. Это показывает актуальность внедрения автоматизированной системы управления горными работами, которая обеспечивает основу для создания виртуального источника горнодобывающей компании. В статье представлены функциональные возможности программного обеспечения для создания 3D-моделей месторождений и поверхностей, а также решения для компаний, использующих как открытые, так и подземные методы добычи полезных ископаемых. Предлагаемое программное решение содержит самый широкий спектр приложений и поддерживает самую высокую скорость передачи данных. Комплексный подход и интеграция с другими системами, установленными на предприятиях, позволяют найти оптимальный вариант управленческих решений с точки зрения оптимизации ресурсов и процессов, времени и трафика данных.

Ключевые слова: автоматизация горных работ, цифровые двойники, промышленная цифровизация, автоматизированная система управления горными работами, 3D-моделирование, планирование, проектирование карьеров и шахт, промышленная безопасность, управление горнодобывающими компаниями, мониторинг горных работ.

Introduction

Digital technology is improving daily and is actively integrating into all economic sectors. Today's economic environment makes digitization a crucial link in the technological progress and development of mining companies and society. The digital transformation vector has become a hallmark of anchor companies. More flexible production processes, higher productivity and growth of new business models have been made possible mainly through digital solutions. Automated mining management systems are being implemented to reduce costs, improve the safety of mining operations and sustainable development.

The effective functioning of companies in a market environment is only possible with the comprehensive digitization of basic and auxiliary operations. Meeting these requirements helps improve the efficiency of subsoil use and avoids uncontrollable lost production [1, 2].

Materials and Methods

Implementing of intelligent systems significantly cuts the time required to perform production activities, reduces costs and, consequently, lowers the prime cost of mining operations.

Special intelligent software helps automate most processes of engineering assistance for mining operations at the enterprises. A single information space and the multiuser

mode simplify and accelerate the information processing, increase the calculation accuracy, help consider several scenarios of mining operations within a specified time interval and optimize the workflow using the criteria and limitations of the company [2].

The K-mine professional software is used for all mining stages in both opencast and underground mining of mineral deposits. It is based on an integrated approach to automation, combining core and auxiliary processes into a single information manufacturing chain. Software has a complex structure and focuses on using its graphical core, a single database and a set of unique software

solutions for solving production tasks¹ (Figure 1) [2, 3].

Let's define a range of software solutions to fully meet the company's requirements, considering mining-geological and mining-technical conditions. Note that the geological and surveying software solutions are versatile and used for both opencast and underground mining.

The construction of deposit digital twins is essential for the digital transformation of solid mineral extraction. It helps visually reflect the deposit characteristics at any mining stage.

Software solution for geological modeling includes the complete cycle of tasks from developing a database structure for storing sampling and geophysical survey data to creating geological and economic block models of deposits for reserve estimation, scheduling tasks, etc. Using calculations performed in this module, you can set local trends and patterns, and calculate the project economics. Generating reports showing the exploration results on mineral resource and reserve estimates are conducted in accordance with the requirements of the CRIRSCO International Reporting Template (JORC, NI 43-101, PERC, SME codes) based on various classification systems, including the United Nations Framework Classification (UNFC) and the National Classification System^{1, 2}.

In addition, the geological complex covers implicit modeling, a fast, automated method of constructing wireframe models directly from the database. It involves creating triangulation surfaces using the radial basis function (RBF). The main advantage of implicit modeling is speed. It allows you to perform hundreds of constructions, changing some modeling parameters of the same data set. It also provides an opportunity to use other data sources in the geologic modeling process in addition to exploration drillholes. These data sets may include geophysical data, spectral analysis results, mine scan data, etc.

The system automates office studies of surveys, geometric construction of mine workings from the survey and mining-geometric calculations, estimation of excavation volumes, current tasks of the Surveying Service, etc. This software solution supports all formats of measurement tools and drones. The documentation generated using this module meets all the requirements of the surveyor's instructions and technical inspection authorities [3, 4].

Software helps automatically construct combined geological-and-surveying sections containing simultaneously geological information integrated with the current and design mining positions (Figure 2).

The company has developed the Drill and Blast module for companies using blast energy in their operations. Based on the up-to-date model of actual mining position, it is possible to solve the following tasks: drillhole location design within the block boundary, identifying drillhole diameters, choosing explosive types considering rock strength parameters and categories, selecting charge designs, calculation of switching systems, data exchange with adjacent systems, etc. Projects for drilling and blasting of individual blocks are a data source for preparing and reporting on a mass blast.

It is possible to solve the task of determining and controlling the grain size of blasted rocks using the corresponding software solution. It allows you to control the quality of rock mass preparation using blasts. Based on the calculated data, it is possible to timely adjust the parameters of blasting patterns (drilling grids and charge designs) to prepare mining blocks in the specified area of the open-pit field. It helps obtain essential economic benefits¹ [5].

The latest mining and geological models represent the information background for the design and multivariant scheduling for the development of mining operations.

Using software for scheduling and design provides mining engineers with the basic tools to create cost- and time-optimized geologic models of solid minerals and determine the optimal sequence of deposit mining (Figure 3).

The design software solution includes a set of tools for designing all mining structures: open pits, dumps, haul roads and railways.

The mining scheduling is attached to time intervals. It helps combine mine planning with its economic component and find optimal mining programs in terms of implementation and cost. The software solution for determining the optimal boundary

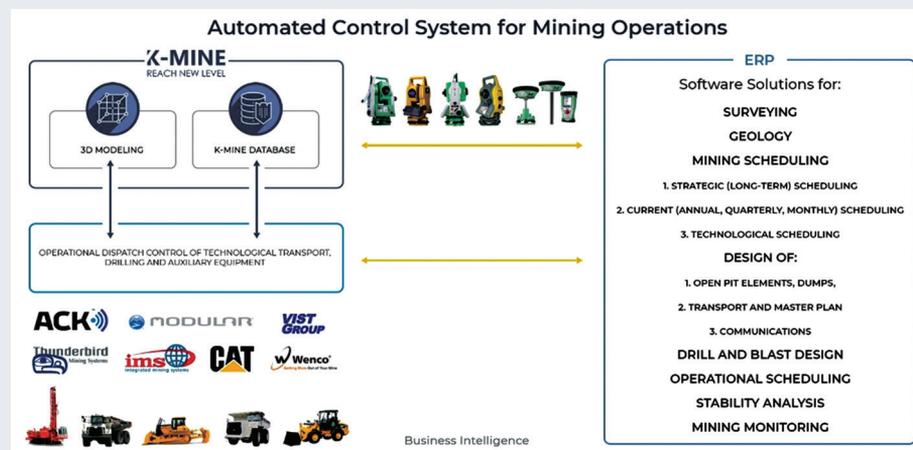


Figure 1. Automated mining control system.

Сурет 1. Пайдалы қазбаларды өндіруді басқарудың автоматтандырылған жүйесі.

Рис. 1. Автоматизированная система управления добычей полезных ископаемых.

¹The use of the K-MINE geoinformation system in various fields of activity: A collection of reports of the III International Scientific and Practical Seminar «SVIT GIS-2016». – Krivoy Rog: FL-P Chernyavsky D.A., 2016. – 280 p. (in Russian)

²Rudko G.I., Nazarenko M.V., Khomenko S.A., Netskiy O.V., Fedorova I.A. Geoinformation technologies in subsurface management (by the example of K-mine geoinformation system)]. – Kyiv: Akadempres, 2011. – 336 p. (in Russian)

of the open pit allows you to determine the optimal pit boundary of mining and substantiate the most viable option of deposit mining.

Modules for determining the pit wall stability and monitoring mining operations help estimate pit wall slope angles and dump lifts.

In addition, these modules help regulate compliance with technological norms and standards in opencast mining and automatically

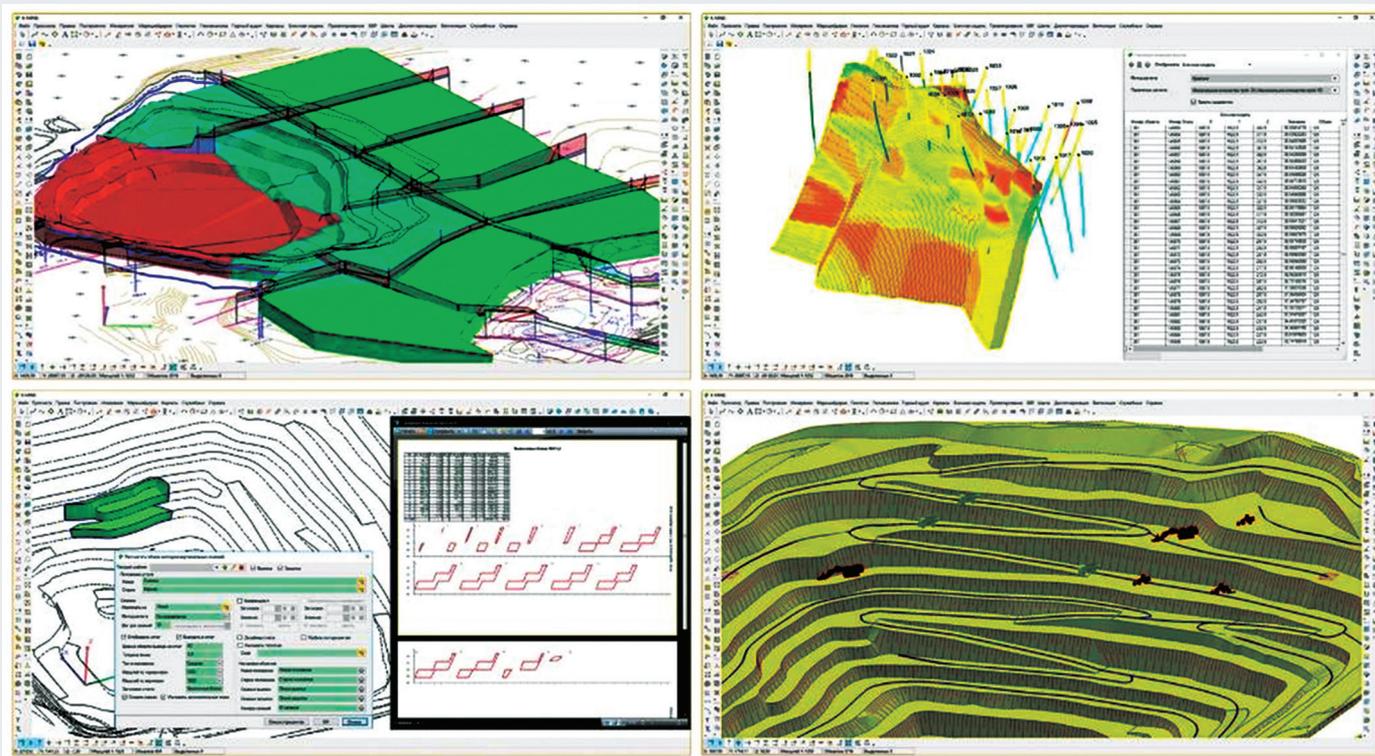


Figure 2. Examples of construction geological and surveying models.
Сурет 2. Геологиялық және геодезиялық модельдерді құру мысалдары.
Рис. 2. Примеры построения геологических и геодезических моделей.

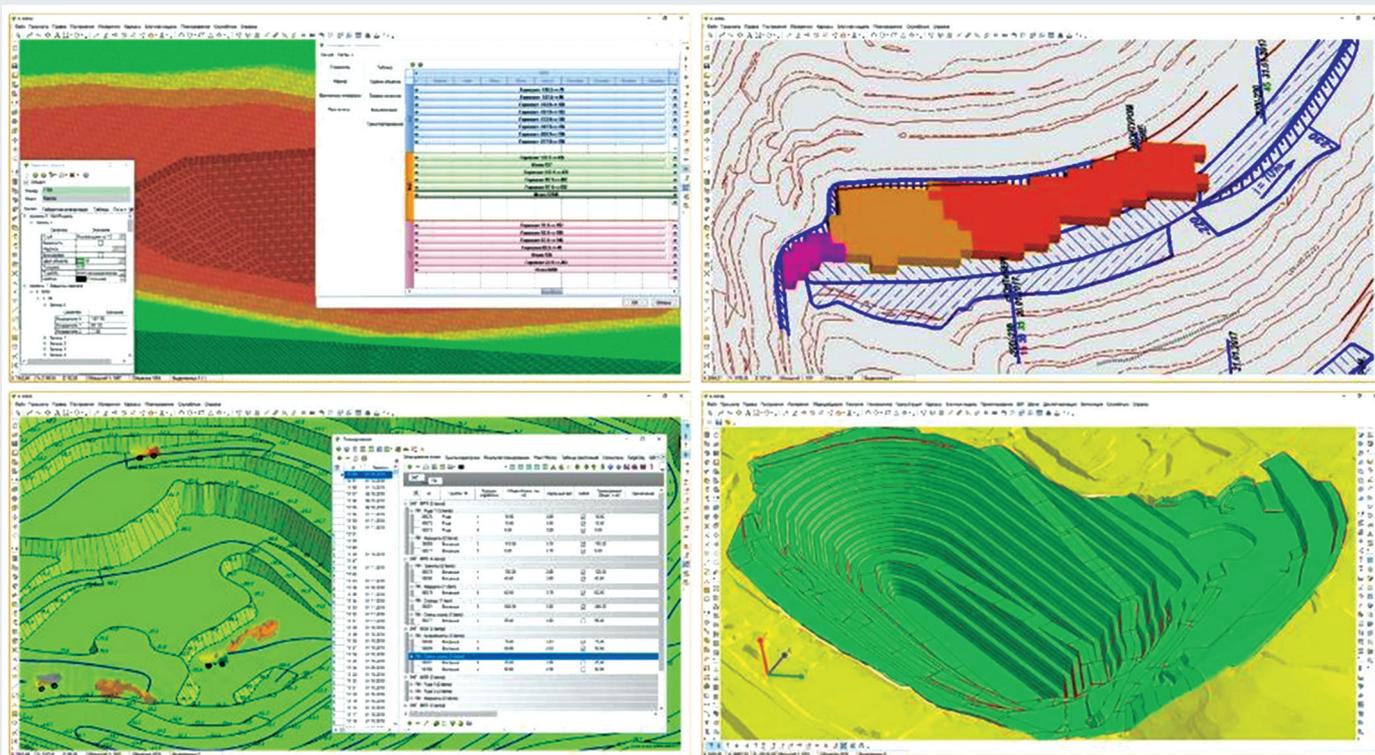


Figure 3. Examples of scheduling and designing opencast mining activities.
Сурет 3. Ашық пайдалы қазбаларды өндіру жөніндегі жұмыстарды жоспарлау және жобалау мысалдары.
Рис. 3. Примеры планирования и проектирования работ по открытой добыче полезных ископаемых.

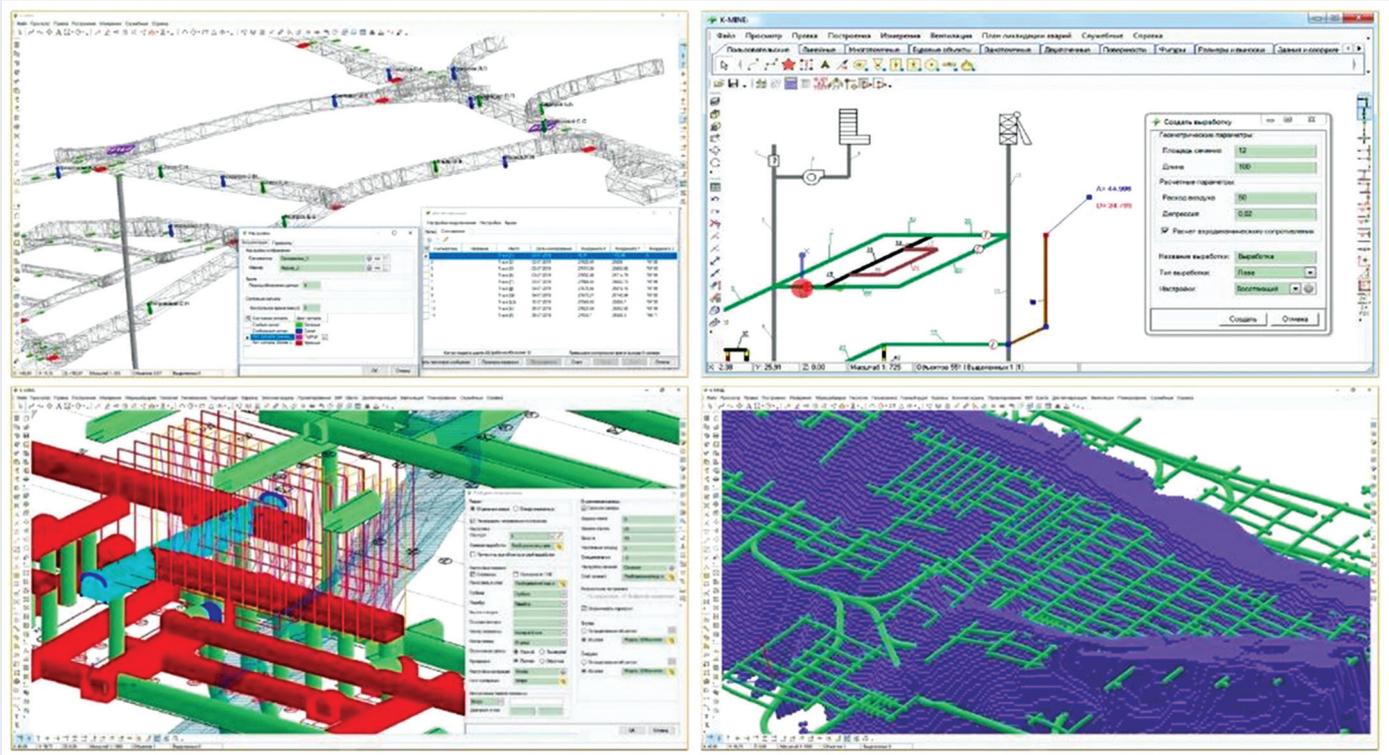


Figure 4. Examples of mine design, ventilation and dispatching.

Сурет 4. Шахталарды жобалау, желдету және диспетчерлеу мысалдары.

Рис. 4. Примеры проектирования шахт, вентиляции и диспетчеризации.

analyse the parameters of mining elements [5, 6].

The dispatching software solution makes it possible to control all cargo traffic processes, including minerals and overburden removal in real-time in an open pit 3D model. This software solution provides monitoring of mining and transportation targets, allows quickly correct deviations and evaluates the qualitative indicators of burden material per working shift within the planned period.

Companies involved in underground mining use the functionality below. K-mine has a great tool for underground design, allowing you to solve mine design tasks in the development of a new deposit and at any stage of operation in the mine. This software solution helps automate basic production design processes: tunnelling of capital mine workings, development and face-entry drivages, second working, as well as drilling and blasting operations (Figure 4) [2, 5, 7].

The mine dispatching complex helps monitor the location of personnel

and equipment in underground mines online, and provides voice and signal communication of mine workers with the surface. Perfect work coordination of personnel and machinery guarantees maximum efficiency and no equipment downtime.

The mine ventilation software system is used to solve the following tasks: design of ventilation schemes and networks, calculation of ventilation modes and fan unit operating modes, preparation and implementation of emergency response plans, etc.

Software has a user-friendly solution for planning infrastructure development, capable of creating interactive electronic maps and databases. Companies can efficiently manage production infrastructure through up-to-date information about the current state of production facilities at the industrial site. It is possible to monitor the operating history of infrastructure facilities, conduct technical audits, inventories, certification and accounting of production infrastructure facilities,

plan the development of company infrastructure, repairs and upgrades, create schedules for preventive maintenance of communications and facilities, etc.

A complex for chief executives helps top managers take reasonable and optimal managerial decisions on mining operations. A wide range of tools characterizes this software solution for quick measurements and calculations, obtaining real-time information about the state of the actual and design situation in mining process¹ [5, 7].

Using the software solutions, it is possible to create digital copies of mining companies and calculate scenarios for developing open pits/mines [7]. In addition, it is possible to generate the results as reports for further best managerial decisions based on the data obtained³.

Conclusions

The data bank and digital deposit models created can be used to solve the problems of differently oriented companies with both

³Kaputin Y. E. "Veroyatnostnoe strategicheskoe planirovaniye razvitiya kar'erov" [Probabilistic strategic planning for career development].—SP: Nedra, 2019, p. 31. (in Russian)

opencast and underground mining methods. The software can be used at different stages of the company's lifecycle, as well as for monitoring and scientific support of subsoil use. Ready-to-use and time-tested

software solutions are proven by long-term experience of companies in CIS, Europe and Central Asia.

As a result, the digitization of mining assets with K-mine serves as a development multiplier. It

eventually provides the maximum benefits for mining company management through a substantial increase in mining output, cost reduction, increased efficiency and safety benefits of mining.

REFERENCES

1. Tarasov I.V. *Texnologii industrii 4.0: vliyanie na povyshenie proizvoditel'nosti promyshlennyykh kompanij [Industry Technologies 4.0: Impact on Industrial Productivity Improvement]. // Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment = Strategic decisions and risk management. – Saint-Petersburg, 2018. – №2(109). – P. 62-69 (in Russian)*
2. Nazarenko V.M., Nazarenko M.V., Khomenko S.A. *Novye podxody pri sozdanii avtomatizirovannykh sistem upravleniya gornymi robotami na baze geoinformacionnoy sistemy K-mine [New approaches to automated control systems for mining management based on K-mine GIS]. // Gornyy informacionno-analiticheskiy byulleten' = Mining information and analytical bulletin. – 2013. – №6. – P. 155-168 (in Russian)*
3. Martynyuk M.A. *Avtomatizatsiya markshejderskiykh rabot s ispol'zovaniem K-mine [Surveying Automation with K-mine]. // Markshejderskiy vestnik = Surveyor's Reporter. – 2021. – №1(140). – P. 32-38 (in Russian)*
4. Sholokh S.N. *Avtomatizirovannaya sistema upravleniya gornymi robotami [Automated Control System for Mining Operations]. // Gornyy zhurnal Kazaxstana = Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty, 2019. – №8. – P. 8-11 (in Russian)*
5. Nazarenko M.V., Homenko S.A. *K-mine: kompleksnaya integrirovannaya sistema planirovaniya i upravleniya gornymi robotami [K-mine: comprehensive integrated mining planning and management system. // Sbornik dokladov X mezhdunarodnogo kongressa «Cvetnye metally i mineraly» = Collection of reports of the X International congress «Non-ferrous metals and minerals». – 2018. – P. 1215-1218 (in Russian)*
6. Kapustina N.P., Vojtova N. *A Geoinformacionnaya sistema K-mine [K-mine Geographic Information System] // Sbornik materialov I Mezhvuzovskoy zaochnoy studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii «Sovremennyye informacionnyye texnologii v e'konomike, obrazovanii i biznese» = Collection of materials of the I Intercollegiate correspondence student Scientific and practical Conference «Modern information technologies in economics, education and business». – 2014. – P. 198-200 (in Russian)*
7. Zhosan A.A. *Povyshenie e'ffektivnosti raboty gornozavodskiykh predpriyatij s pomoshh'yu cifrovyykh programmykh reshenij K-mine [Improving the Efficiency of Mining Operations with the K-mine Digital Software Solutions]. // Ratsional'noe osvoenie nedr = Rational Mineral Exploitation. – 2020. – №1. – P. 72-77 (in Russian)*

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Tarasov, I.V. *Индустрия 4.0 технологиялары: өнеркәсіптік компаниялардың өнімділігін арттыруға әсері. // Стратегиялық шешімдер және тәуекел-менеджмент. – Санкт-Петербург, 2018. – №2(109). – Б. 62-69 (орыс тілінде)*
2. Назаренко В.М., Назаренко М.В., Хоменко С.А. *К-тіне геоақпараттық жүйесі негізінде тау-кен жұмыстарын басқарудың автоматтандырылған жүйесін құрудағы жаңа тәсілдер. // Тау-кен ақпараттық-талдау бюллетені. – 2013. – №6. – Б. 155-168 (орыс тілінде)*
3. Мартынюк М.А. *К-тіне көмегімен маркшейдерлік жұмыстарды автоматтандыру. // Маркшейдерлік хабаршы. – 2021. – №1(140). – Б. 32-38 (орыс тілінде)*
4. Шолох С.Н. *Тау-кен жұмыстарын басқарудың автоматтандырылған жүйесі. // Қазақстанның тау-кен журналы. – Алматы, 2019. – №8. – Б. 8-11 (орыс тілінде)*
5. Назаренко М.В., Хоменко С.А. *К-тіне: тау-кен жұмыстарын жоспарлау мен басқарудың кешенді біріктірілген жүйесі. // «Түсті металдар мен минералдар» Х Халықаралық конгресінің баяндамалар жинағы. – 2018. – Б. 1215-1218 (орыс тілінде)*

6. Капустина Н.П., Войтова Н.А. К-тіне геоақпараттық жүйесі. // «Экономикадағы, білім берудегі және бизнестегі заманауи ақпараттық технологиялар» І ЖОО аралық сырттай студенттік ғылыми-практикалық конференциясының материалдар жинағы. – 2014. – Б. 198-200 (орыс тілінде)
7. Жосан А.А. К-тіне цифрлық бағдарламалық шешімдерінің көмегімен тау-кен зауыты кәсіпорындары жұмысының тиімділігін арттыру. // Жер қойнауын ұтымды игеру. – 2020. – №1. – Б. 72-77 (орыс тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тарасов, И.В. Технологии индустрии 4.0: влияние на повышение производительности промышленных компаний. // Стратегические решения и риск-менеджмент. – СПб, 2018. – №2(109). – С. 62-69 (на русском языке)
2. Назаренко В.М., Назаренко М.В., Хоменко С.А. Новые подходы при создании автоматизированных систем управления горными работами на базе геоинформационной системы К-тіне. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – №6. – С. 155-168 (на русском языке)
3. Мартынюк М.А. Автоматизация маркшейдерских работ с использованием К-тіне. // Маркшейдерский вестник. – 2021. – №1(140). – С. 32-38 (на русском языке)
4. Шолох С.Н. Автоматизированная система управления горными работами. // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2019. – №8. – С. 8-11 (на русском языке)
5. Назаренко М.В., Хоменко С.А. К-тіне: комплексная интегрированная система планирования и управления горными работами. // Сборник докладов X международного конгресса «Цветные металлы и минералы». – 2018. – С. 1215-1218 (на русском языке)
6. Капустина Н.П., Войтова Н.А. Геоинформационная система К-тіне. // Сборник материалов I Межвузовской заочной студенческой научно-практической конференции «Современные информационные технологии в экономике, образовании и бизнесе». – 2014. – С. 198-200 (на русском языке)
7. Жосан А.А. Повышение эффективности работы горнозаводских предприятий с помощью цифровых программных решений К-тіне. // Рациональное освоение недр. – 2020. – №1. – С. 72-77 (на русском языке)

Сведения об авторах:

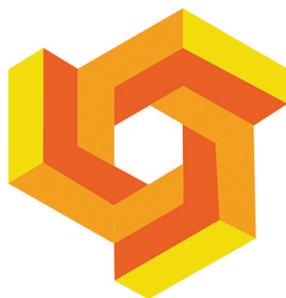
Ожигин С.Г., д-р техн. наук, член-корреспондент Национальной инженерной академии Республики Казахстан, старший научный сотрудник Исследовательской лаборатории инженерного профиля «Комплексное освоение ресурсов минерального сырья» Карагандинского технического университета им. Абылкаса Сагинова (г. Караганда, Казахстан), osg62@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2432-3851>

Авторлар туралы мәліметтер:

Ожигин С.Г., техника ғылымның докторы, Қазақстан Республикасы Ұлттық инженерлік академиясының корреспондент-мүшесі, Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университетінің, «Минералды шикізатты кешенді игеру» инженерлік бейіндегі сынақ зертханасы аға ғылыми қызметкері (Қарағанды қ., Қазақстан)

Information about of authors:

Ozhigin S. G., Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, Senior Researcher of the Testing Laboratories of Engineering Profile «Complex Development of Mineral Resources» of Karaganda Technical University named after Abylkas Saginov (Karaganda, Kazakhstan)



www.prombvk.ru

РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

16-18 ноября 2022

Специализированные выставки

- Машиностроение ▪ Metalloobrabotka
- Инновационный потенциал Уфы

ВДНХ **ЭКСПО** УФА



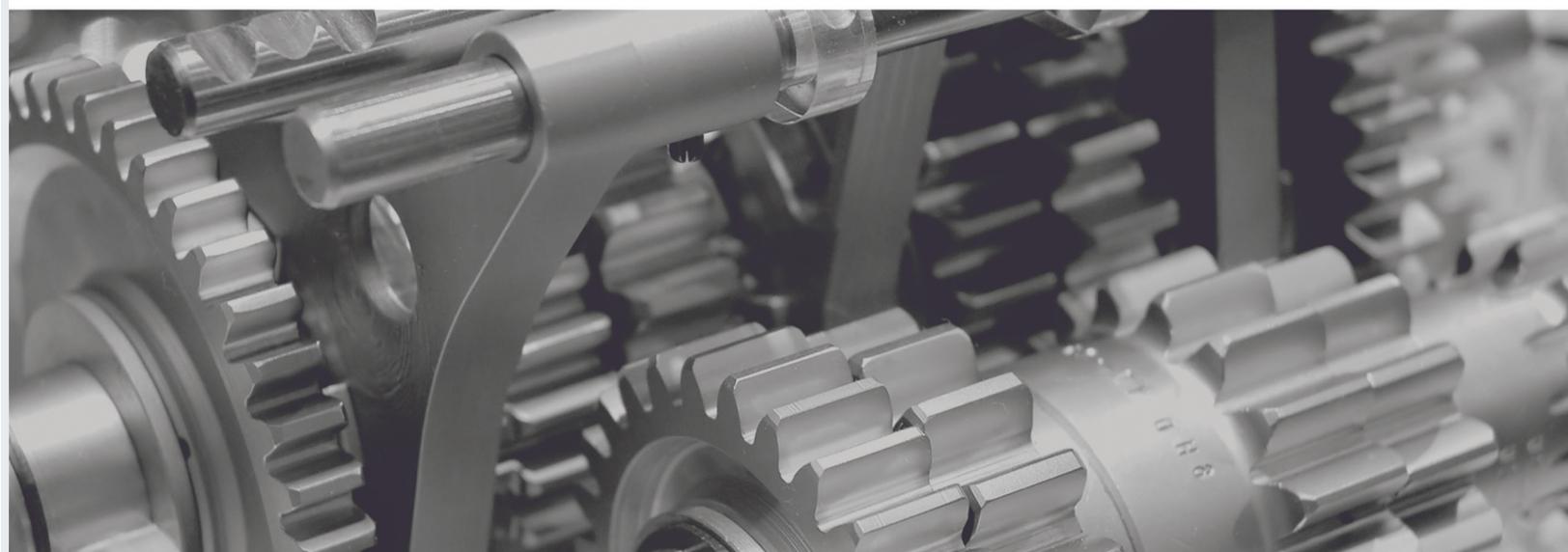
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ЭНЕРГЕТИКИ
И ИННОВАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН



АДМИНИСТРАЦИЯ
ГОРОДСКОГО ОКРУГА г. УФА РБ



БВК БАШКИРСКАЯ
ВЫСТАВОЧНАЯ
КОМПАНИЯ



ОРГКОМИТЕТ: +7 (347) 246 41 80, 246 42 37
promexpo@bvkeexpo.ru



Мероприятия проводятся с учетом всех
требований Роспотребнадзора



Правительство
Челябинской области



Министерство промышленности,
новых технологий и природных
ресурсов Челябинской области



Министерство
экономического развития
Челябинской области



Администрация
г. Челябинска



ОПОРА РОССИИ



ЧЕЛЯБИНСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФОРУМ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

ТЕХНОЭКСПО.
МЕТАЛЛУРГИЯ.
МАШИНОСТРОЕНИЕ.
ВПК

17-18 НОЯБРЯ, ЧЕЛЯБИНСК

www.expochel.ru
8 951 232 30 44



ЭКСПОЧЕЛ
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР

Код МРНТИ 52.35.29:52.01.77

*Д.Т. Ивадилинова¹, О.Ш. Шамшиев², Ж.К. Богжанова¹

¹«Ә. Сағынов атындағы Қарағанды Техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы (Қарағанды қ., Қазақстан),

²У. Асаналиев атындағы Қырғызстан Мемлекеттік геология, тау-кен ісі және табиғи ресурстарды игеру университеті (Бишкек қ., Қырғызстан)

ТАУ-КЕН ҚАЗБАЛАРЫН БЕКІТУ ТҮРІН ТАҢДАУ ҮШІН КӨМІР ҚАБАТТАРЫНЫҢ ТАБИҒИ ГАЗДЫЛЫҒЫН МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕМЕСІН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа. Мақала тау-кен қазбаларын бекіту түрін таңдау үшін көмір қабаттарының табиғи газдылығын модельдеу әдістемесін әзірлеу саласындағы зерттеу туралы таныстырады. Бұл тақырып тау-кен ісінің қазіргі дамуы үшін өте өзекті, атап айтқанда, Қарағанды көмір бассейнінде көмір өндіру кезінде көмір қабаттарының табиғи газдылығын модельдеу үшін ақпараттық технологияларды қолдану мүмкіндіктерін көрсетеді. Зерттеу үшін «АрселорМиттал Теміртау» АҚ Көмір департаментінің «Саран» шахтасы жағдайында тау-кен жұмыстарын жүргізудің тау-кен геологиялық шарттары таңдалды. Мақалада геологиялық-барлау материалдарының үлкен көлемінің деректерін енгізу бойынша ауқымды жұмыс жүргізілді, бұл жоғары дәлдікпен табиғи газдылық бойынша деректерді көрсете отырып, K_{10} көмір қабатының моделін құруға мүмкіндік берді.

Түйін сөздер: тау-кен қазбалары, жерасты тау-кен жұмыстары, табиғи газдылық, көмір қабаттары, тау-кен жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері, көмір шахталары, тау-кен қысымы, пайдалы қазбалар, тау-кен қазбаларын бекіту, барлау ұңғымалары, газдылық графигі.

Development of a methodology for modeling the natural gas content of coal seams for choosing the type of fastening of mining roadways

Abstract. The article introduces research in the field of developing a methodology for modeling the natural gas content of coal seams to select the type of support for mine workings. This topic is very relevant for the modern development of mining, in particular, it reflects the possibilities of using information technologies to model the natural gas content of coal seams during coal mining in the Karaganda coal basin. For the study, the mining and geological conditions for carrying out mining operations in the conditions of the Saranskaya mine of the coal department of ArcelorMittal Temirtau JSC were selected. In the article, a large-scale work was carried out to introduce a large amount of geological exploration materials into the database, which made it possible to build a model of the K_{10} coal seam with indication of data on natural gas content with high accuracy.

Key words: mining roadways, underground mining, natural gas content, coal seams, physical and mechanical properties of rocks, coal mines, rock pressure, minerals, mine workings support, exploratory boreholes, gas content graph.

Разработка методики моделирования природной газоносности угольных пластов для выбора вида крепления горных выработок

Аннотация. Статья знакомит с исследованием в области разработки методики моделирования природной газоносности угольных пластов для выбора типа крепления горных выработок. Данная тема очень актуальна для современного развития горного дела, в частности, отражает возможности применения информационных технологий для моделирования природной газоносности угольных пластов при добыче угля в Карагандинском угольном бассейне. Для исследования были выбраны горно-геологические условия проведения горных работ в условиях шахты «Саранская» угольного департамента АО «АрселорМиттал Теміртау». В статье проведена масштабная работа по введению в базу данных большого объема геолого-разведочных материалов, что позволило построить модель угольного пласта K_{10} с указанием данных по природной газоносности с высокой точностью.

Ключевые слова: горные выработки, подземные горные разработки, природная газоносность, угольные пласты, физико-механические свойства горных пород, угольные шахты, горное давление, полезные ископаемые, крепление горных выработок, разведочные скважины, график газоносности.

Кіріспе

Тау-кен жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін білу алдын-ала мүмкін деформациялардың сипаты мен массив жалаңаштарының тұрақтылық дәрежесі туралы түсінік алуға мүмкіндік береді, сонымен қатар тау-кен жұмыстарын жүргізу, тау-кен қазбаларын бекіту және қолдау кезінде тау жыныстарын бұзудың ең тиімді әдістерін әзірлеуге және енгізуге негіз болып табылады.

Қазіргі уақытта Қарағанды көмір бассейнінің шахталарында тау-кен қазбаларын бекіту түрін таңдау кезінде көмір қабаттарының табиғи газдылығы да ескеріледі. Жүргізілетін тау-кен қазбалары шахта

жобаларының және қазбаларды жүргізу паспорттарының талаптарына сәйкес барлық пайдалану мерзімі уақытында бекітіледі және ұсталады. Шахталарда жұмыс кеңістігінде тау жыныстарының опырылуы мен құлауын болдырмайтын тау-кен жұмыстарын жүргізу және қазбаларды қолдау тәсілдерін қолдану қажет¹.

Зерттеу әдістері

Кен денелерін, көмір қабаттарын модельдеу, карьерлер мен жерасты шахталарын, кеніштерді жобалау, тау-кен жоспарлау және тау-кен өндірісін модельдеуге арналған компьютерлік бағдарламалық жүйелерді геологтар, тау-кен инженерлері мен

маркшейдерлер күнделікті жұмысында кеңінен қолданады. Тау-кен инженерлеріне арналған бағдарламалық өнімдер жерасты тау-кен жұмыстарын, ашық өңдеу әдісін және әртүрлі геологиялық барлау жобаларын қолдайды. Барлық шешілетін міндеттер автоматтандырылуы және тиісті нақты процестерге және тау-кен компаниясы пайдаланатын ақпараттық деректер ағынының сипатына бағытталуы мүмкін.

Пайдалы қазбалар кен орындарын модельдеуге арналған бағдарламалық өнімдер модульдерден тұрады және оңай жекелендіріледі. Олар ұқсас мәліметтер базасына қосылу және қарапайым файл

¹Көмір шахталарының қауіпті өндірістік объектілері үшін өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету қағидалары. / Министрдің бұйрығымен бекітілген инвестициялар және даму бойынша Қазақстан Республикасының 30 желтоқсандағы 2014 жылғы №351 (орыс тілінде)

форматтарымен байланыс орнату арқылы қайталанатын мәліметтер санын азайтуға мүмкіндік береді.

Жаңалығы

Жүргізілген зерттеу жұмысының жаңалығы «АрселорМиттал Теміртау» АҚ Көмір департаментінің «Саран» шахтасының K_{10} көмір қабатын модельдеу кезінде алғаш рет базаға табиғи газдылық бойынша деректер енгізілді және көмір және тау-кен жыныстары бойынша жоспарланған тау-кен қазбаларын бекіту түрін таңдау үшін дерекқорға енгізілген табиғи газдылық мәндерін ескере отырып, көмір қабатының математикалық моделі жасалды.

Тау жынысының газдылығы-бос және сорылған газдар түріндегі тау жынысының салмақтық немесе көлемдік бірлігіндегі газдардың мөлшері. Газдылық әдетте m^3/t немесе m^3/m^3 өлшенеді. Тау жыныстарының газдылығы ықтимал, табиғи және қалдық болып бөлінеді.

Потенциалды газдылық – белгілі бір термодинамикалық жағдайларда мүмкін (температура, газ қысымы, кеуектілік және т. б.), табиғи жағдайда – табиғи жағдайда; қалдық-тау-кен жұмыстарының нәтижесінде жартылай газсыздандырылған тау жыныстарының газдылығы.

Тау-кен жұмыстары бұзылмаған массивте газдың көші-қоны жүреді, бірақ мұндағы газ-динамикалық процестер геологиялық кезеңдерге сәйкес келеді, сондықтан есептеу кезінде олар ескерілмейді. Массивте жер бетінен жер қойнауына енетін ауадан шыққан газдар (көмірқышқыл газы, азот, инертті және басқа газдар) және көмір мен жыныстардың метаморфизмі кезінде пайда болатын газдар (метан, сутегі, күкіртсутек, метан гомологтары) бар. Газдардың әртүрлі бағыттардағы диффузиялық қозғалысы нәтижесінде қалыңдықта азот көмір қышқылды, азот, азот метан және метан аймақтары пайда болады. Алғашқы үш аймақ метан мөлшері 80%-дан асатын және газ қысымы 0,1...0,15 МПа-дан асатын

метан аймағымен шектесетін газды ауа-райы аймағын құрайды [1].

Көмір қабатының газдылығы табиғи газ өткізгіштігімен де анықталады, ол қабаттардың пайда болу жағдайларына, қалыңдығының әсер ету дәрежесіне және эрозия циклдерінің ұзақтығына байланысты [2].

Тау-кен қазбаларының көлденең қимасының пішінін анықтайтын факторлар

Қазбаның көлденең қимасының пішінін [3] анықтайтын факторлар: тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттері, қазбаның мақсаты мен қызмет ету мерзімі, бекітпе материалы, қазбаның кеңістіктегі орны, оның көлденең қимасының өлшемдері, тау қысымының мөлшері мен бағыты.

Әр түрлі факторларға байланысты тау-кен қазбаларында көлденең қиманың әртүрлі формалары болады. Көмір шахталарындағы [4] тау-кен қазбалары 30-50-ден 1200-1300 м-ге дейінгі тереңдікте 0,1-0,3-тен 10-15 МПа-ға дейінгі беріктікте, тау-кен қысымының жоғарылауы жағдайында және динамикалық құбылыстарға ұшыраған су басқан жыныстар мен жыныстарда (көмірдің, жыныстың және газдың кенеттен шығарындылары) жүргізіледі және ұсталады. Өндіріс жүргізілетін көмір қабаттары құлау бұрышының (0-ден 90°-қа дейін) үлкен қуат диапозонына ие (бірнеше сантиметрден бірнеше метрге дейін). Кен қазбаларының көлденең қимасының ауданы 1,5-20 м², ал олардың ұзындығы 6-1000 м және одан да көп². Қабаттардың жату, қуат және жату бұрыштарындағы, шахталық өрістерді ашу және оларды дайындау тәсілдеріндегі, сыйымды жыныстардың физика-механикалық қасиеттеріндегі айырмашылықтар қазба түрлерінің алуан түрлілігін алдын ала анықтайды. Тау-кен қазбаларының көлденең қимасының өлшемдері осы қазбалар арқылы өтетін ауа мөлшерімен, пайдалы қазбаларды тасымалдау, материалдар мен жабдықтарды жеткізу үшін

қолданылатын көлік құралдарының максималды мөлшерімен, қауіпсіздік ережелерімен қарастырылған көлік құралдарының сыртқы өлшемі мен қазбаның ішкі қабырғасы арасындағы рұқсат етілген саңылаулармен анықталады³.

Тау-кен қазбаларын бекіту бекітілген бекіту паспорттарына сәйкес жүргізіледі. Бекіткіштерді салу тәсілдері мен ережелері олардың конструкциялық ерекшеліктерімен және бекіту конструкцияларын сипаттау кезінде жазылған қолдану шарттарымен, сондай-ақ бекітпелерді қолдану жөніндегі тиісті нұсқаулықтармен және нұсқаулықтармен айқындалады.

Қазбаларды бекіту кезінде рамалық бекітпелердің типтік өлшемі пайдаланудағы (жарықта) қазбалардың көлденең қимасының берілген мөлшерін, бекітпенің конструктивті икемділігін және бүйірлік жыныстардың жылжуы мен қысымының күтілетін шамаларын ескере отырып, бекітілген Типтік қималардың альбомдары бойынша таңдалады.

«Саран» шахтасы жағдайында көмір қабаттарын үш өлшемді 3D үлгілеу үшін геологиялық барлау ұңғымаларының деректер базасын құру әдістемесі

Қарағанды көмір бассейнінің Саран учаскесінің геологиялық барлау ұңғымаларының геологиялық қималарының деректері бойынша тау жыныстары мен көмір қабаттарын математикалық 3D модельдеу жүргізілді.

Бірінші кезеңде геологиялық деректер базасын құру үшін шахтаның тау-кендік бөлу шегінде «Саран» шахтасы бойынша 136 геологиялық барлау ұңғымасының сағаларының координаттар каталогы, инклинометрия және литология бойынша деректер енгізілді.

Геологиялық мәліметтер базасы кестелерден тұрады:

- ұңғымалар сағаларының координаттар кестесі – *Collar*;
- инклинометрия кестесі – *Survey*;
- аралық кесте – *Assay*.

²Мельников Н.И. Тау-кен қазбаларын жүргізу және бекіту. – М.: Жер Қойнауы, 1988. – Б. 332 (орыс тілінде)

³Көмір мен газдың кенеттен лақтырылуынан қауіпті қабаттарда жұмыстарды қауіпсіз жүргізу нұсқаулығы. – Қарағанды: Арқа және К, 1995. – Б. 177 (орыс тілінде)

Пайдаланушыға ыңғайлы болу үшін кестелер Excel бағдарлама-сында жасалады.

Collar ұңғымалар сағаларының кестесінде сақталған ақпарат бұрғылау ұңғымасының орналасқан жерін, оның максималды тереңдігін сипаттайды. Сондай-ақ, кестеге әр ұңғыма үшін қосымша мәліметтер енгізуге болады. Мысалы: бұрғылау күні, ұңғыманың түрі, жобаның атауы, барлау желісінің нөмірі және т. б.

Collar ұңғымаларының сағалары кестесіндегі міндетті өрістер:

- *hole_id* өрісі – ұңғыма нөмірі;
- *x*, *y*, *z* өрістері – ұңғыманың тиісті координаттары;
- *max_depth* – ұңғыманың максималды тереңдігі.

Сондай-ақ, өрісті енгізуге болады барлау сызығы – барлау сызығы.

Survey инклинометрия кестесі ұңғыма трассасының координаталарын, ал, тиісінше, сынамалардың координаталарын есептеу үшін пайдаланылатын ұңғымалардың қисаюу жөніндегі ақпаратты сақтайды.

Survey ұңғымасының инклинометрия кестесіндегі міндетті өрістер:

- *hole_id* – ұңғыма нөмірі;
- *тереңдік* – тереңдік;
- *азимут* – азимут;
- *Dip* – ұңғыманың тік бұрышы.

Мысал ретінде №10047 ұңғымаға арналған *Survey* инклинометрия кестесін қарастырыңыз.

Dip параметрін есептеу үшін:

- Δ depth параметрлерін қосымша есептеу – azimuth өзгертін тереңдіктердің айырмашылығы (ұңғыманың қисықтық азимуты), *Dip_rad* – радиандағы тік көлбеу бұрышы;
- *length* параметрін енгізу – тереңдік тереңдігі арасындағы қашықтық.

Dip_rad есептеу үшін (1 сурет) формула қолданылады (1):

$$dip_rad = ACOS(length/\Delta depth), (1)$$

мұндағы *ACOS* – ұңғыманың көлбеу бұрышының *arccos*.

Dip есептеу үшін (2 сурет) формула қолданылады (2):

$$dip = градусы(dip_rad)*-1. (2)$$

Зерттелмеген тік ұңғыма үшін тереңдігі *collar* ұңғымасының ауыз кестесіндегі *max_depth* өрісімен бірдей қабылданады, құлау бұрышы – 90°, ал азимут 0°.

Assay интервалдық кестесі ұңғымалардың геологиялық қималары бойынша құрылады.

Assay аралық кестесінің міндетті өрістері:

- *hole_id* – ұңғыма нөмірі;
- *depth_from* – аралықтың басындағы тереңдік;
- *depth_to* – интервалдың соңындағы тереңдік.

Қосымша өрістер енгізілді:

- *thickness* – геологиялық қуат (ұңғымалардың геологиялық қимасы бойынша нақты);
- *Ucode* – әрбір геологиялық аралықтың бірегей коды;
- *Fauna* – фауна;
- *Caverns* – бұзылу;
- *Angle* – қабаттардың және сыйымды жыныстардың еңіс бұрышы;
- *ash* – күл;
- *Sg* – тығыздығы;
- *W* – ылғалдылық;
- *VR* – ұшпа заттардың шығуы;

- *Y* – иілгіштік;
- *gas* – табиғи газдылық.

Геологиялық аймақтардың енгізілетін қуаттары мәндерінің дұрыстығын бақылау *depth_to* өрісін формула бойынша есептеу болып табылады (3):

$$depth_to = depth_from + thickness. (3)$$

Барлық ұңғымалардан деректерді енгізгеннен кейін әр ұңғыманың сапалық сипаттамалары толтырылады.

Күл *ash* көмір қабатындағы барлық қабаттар үшін және қабатпен тікелей шектесетін жыныстар үшін енгізілді. Күлділігі бойынша деректер болмаған жағдайда, ол тең:

- көмір – 20%;
- аргиллит, алевролит, құмтас – 80%;
- көмірлі аргиллит – 65%, 75% (қабаттан дәрежесіне байланысты).

Gas газдылығы әрбір қабат бойынша газдылық графигіне сәйкес берілді (газдылық дәрежесінің қойнауқаттың орналасу тереңдігіне тәуелділігі)⁴.

Деректер базасын жасамас бұрын, Excel *Collar*, *Survey*, *Assay* файл кестелерінің әрқайсысында деректері бар парақ тиісті атпен аталды.

F3		fx =ACOS(G3/C3)					
	A	B	C	D	E	F	G
1	hole_id	depth	Δdepth	azimuth	dip	dip_rad	length
2	10047	160	160	32	-88.10173	1.53767	5.3
3	10047	220	60	351	-88.7584943	1.54913	1.3
4	10047	320	100	39	-89.0259248	1.55380	1.7
5	10047	360	40	28	-87.7075572	1.53079	1.6
6	10047	480	120	39	-87.468613	1.52662	5.3
7	10047	500	20	28	-85.9860128	1.50074	1.4

Сурет 1. Dip_rad параметрін есептеу.
Figure 1. Calculation of the dip_rad parameter.
Рис. 1. Расчет параметра dip_rad.

E3		fx =ГРАДУСЫ(F3)*-1						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	hole_id	depth	Δdepth	azimuth	dip	dip_rad	length	scaled_leng
2	10047	160	160	32	-88.10173	1.53767	5.3	5.3
3	10047	220	60	351	-88.7584943	1.54913	1.3	1.3
4	10047	320	100	39	-89.0259248	1.55380	1.7	1.7
5	10047	360	40	28	-87.7075572	1.53079	1.6	1.6
6	10047	480	120	39	-87.468613	1.52662	5.3	5.3
7	10047	500	20	28	-85.9860128	1.50074	1.4	1.4

Сурет 2. Dip параметрін есептеу.
Figure 2. Calculation of the Dip parameter.
Рис. 2. Расчет параметра Dip.

⁴Қарағанды бассейнінің «Соқыр» шахтасының (қазір «Саран» шахтасының құрамында) К₇-К₁₀ қабаттарын жете барлау және кен орнының газдылығын кешенді зерттеу жөніндегі геологиялық есеп. – 1983. – 98 б. (орыс тілінде)

Келесі кезеңде Microsoft Access-те жаңа мәліметтер базасы құрылды. Содан кейін оған *Collar, Survey, Assay* кестелері кезек – кезек, сыртқы деректер – Excel пәрменін қолдана отырып импортталды. Бұдан әрі кестенің орналасқан жері көрсетіледі. Бұл жағдайда өрістер үшін:

- *hole_id, Ucode, Fauna, Caverns* – мәтіндік деректер түрі;
- *depth_from, depth_to, thickness, Angle* – өзгермелі нүкте қос деректер түрі.

Сол сияқты, дерекқорға қажетті барлық басқа кестелер импортталды (*collar, survey*).

Деректер базасын Microsoft Access форматында сақтаған кезде кеңейтімі бар *database_saranskaya* файлы алынды *.mdb.

«Саран» шахтасының K_{10} көмір қабатының үш өлшемді моделін табиғи газдылық бойынша деректерді көрсетумен модельдеу

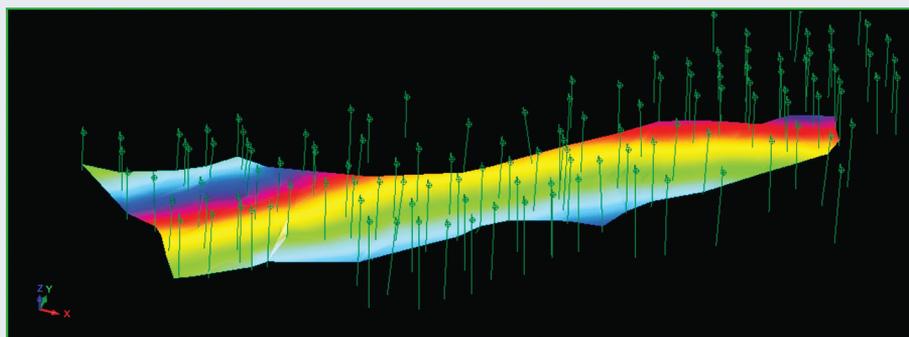
136 геологиялық барлау ұңғымаларының деректері негізінде құрылған деректер базасы үш өлшемді модельдеуге арналған бағдарламаға жүктелді.

K_{10} қабатының көлемді үш өлшемді моделін алу үшін деректер базасынан қаттың берілген геологиялық аралықтары алынды (ұңғымалардың инклинометриясын ескере отырып, қаттың топырағы мен шатыры бойынша деректер).

Бұл ретте K_{10} қабатының шекаралары «Саран» шахтасының тау-кендік бөлу шекарасында және шекаралық геологиялық барлау ұңғымаларының сағаларымен анықталды.

K_{10} көмір қабатының [5] табиғи газдылығын көрсету үшін *Assay* кестесінен мәліметтер алынды, тереңдігіне байланысты табиғи газдылығының өзгеру графигіне сәйкес⁵ (3 сурет).

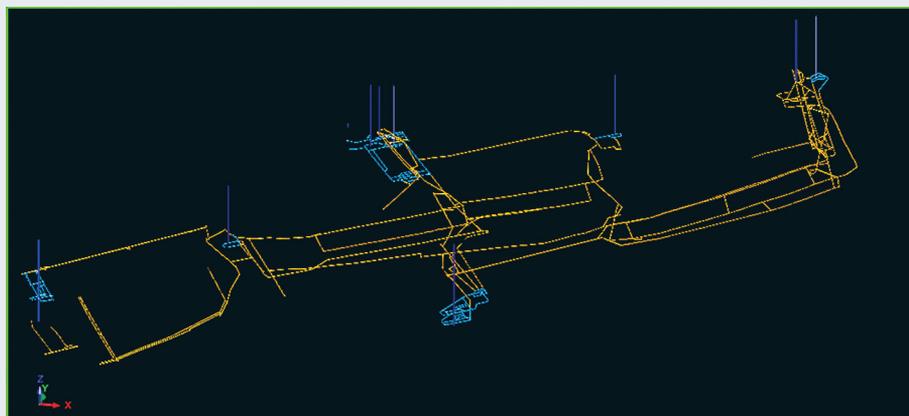
Сондай-ақ зерттеу жұмысы аясында «Саран» шахтасының жерасты тау-кен қазбаларының [6] көлемді моделі (4 сурет).



Сурет 3. Геологиялық барлау ұңғымаларының сағалары көрсетілген K_{10} қабатының көлемді моделі.

Figure 3. 3D model of the K_{10} reservoir showing the track of exploration boreholes.

Рис. 3. Объемная модель пласта K_{10} с отображением устьев геологоразведочных скважин.



Сурет 4. Жер асты тау-кен қазбаларының көлемді моделі «Саран» шахтасы.

Figure 4. 3D model of underground mining operations of the Saranskaya mine.

Рис. 4. Объемная модель подземных горных выработок шахты «Саранская».

Жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмысы шеңберінде алынған табиғи газдылық бойынша деректерді көрсету мүмкіндігі бар K_{12} көмір қабатының моделі қаттың кез келген нүктесінде газдылық мәндерін анықтауға мүмкіндік береді, бұл тау-кен қазбаларын бекіту түрін объективті таңдауға мүмкіндік береді, ал жер асты тау-кен қазбаларының салынған көлемдік моделін пайдалана отырып және осы модельді жер асты тау-кен жұмыстарының ағымдағы жағдайына байланыстыруға мүмкіндік береді.

Жалпы айтқанда, жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижесінде 136 геологиялық барлау ұңғымасының (тереңдіктері 1000 м дейін) геологиялық қималарының деректері бойынша «АрселорМиттал Теміртау» АҚ Көмір департаментінің [7] «Саран» шахтасының K_{10} көмір қабатының математикалық моделі салынды. Салынған үш өлшемді математикалық модель «Саран» шахтасының тау-кен бөлінісі шегіндегі K_{10} пласт моделінің кез келген нүктесінде табиғи газдылық мәндерін анықтауға тау-кен қазбасының түрін таңдауға мүмкіндік берді.

⁵ Айруни А.Т., Галазов Р.А., Сергеев И.В. КСРО көмір шахталарының газтұтқырлығы. // Газды көмір кен орындарын кешенді игеру. – М.: Ғылым, 1990. – Б. 213 (орыс тілінде)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кабировова С.В., Ворошилов В.Г., Портнов В.С., Ахматнуров Д.Р. Қарағанды көмір бассейнінің Шерубайнұра учаскесі шегінде К10 қабатының газдылығын бағалау. // Томск политехникалық университетінің жаңалықтары. Георесурстар инжинирингі. – 2019. – Т. 330. – №5. – Б. 64-74 (орыс тілінде)
2. Портнов В.С., Филимонов Е.Н., Ахматнуров Д.Р., Мусин Р.А., Маусымбаева А.Д. Нақты газ шығару деректері негізінде Шерубайнұра учаскесі жағдайында К₁₀ қабатының газдылығын бағалау. // Минералды шикізатты кешенді пайдалану. – 2016. – №2. – Б. 41-42 (орыс тілінде)
3. Baykenzhin M., Asanova Z., Rashid Z., Kasimov A., Ivadilinova D., Zhunis G. Арқан профилінің күшейткіштерінің арка тірегінің тірек қабілетіне әсерін модельдеу. // Пайдалы қазбалар кен орындарын әзірлеу. – 2022. – №16(1). – Б. 84-91 (ағылшын тілінде)
4. Zuk P., Zuk P., Plucinski P. Жоғарғы Силезиядағы көмір бассейні және пандемия жағдайында Польшадағы энергияға көшу: энергетикалық және экологиялық саясаттағы артықшылықтардың әлеуметтік-саяси әртүрлілігі. // Ресурстар саласындағы саясат. – 2021. – Шығ. 71. – Б. 101987 (ағылшын тілінде)
5. Ivakhnenko O., Aimukhan A., Kenshimova A., Mullagaliyev F., Akbarov E., Mullagaliyev L., Kabirova S., Almukhametov A. Қарағанды көмір бассейнінде газ алуды жақсарту үшін көмір қабаттарының метан коллекторларының және қабаттардың гидроразрывының сипаттамаларын кешенді анықтау саласындағы жетістіктер, Қазақстан. // Энергетикалық процедуралар. – 2017. – №125. – Б. 477-485 (ағылшын тілінде)
6. Медведева Н.Д. Тазартылатын кенжарда нақты газ бөлінуі бойынша XXIV әзірленетін қабаттың табиғи газдылығын анықтау. // X жас ғалымдардың Бүкілресейлік ғылыми-практикалық конференциясы. – Екатеринбург, 2018. – Б. 1-5 (орыс тілінде)
7. Issabek T.K., Duomin V.F., Ivadilinova D.T. Көмір өндірудің жерасты әдісі кезінде кіші геодезиялық желі нүктелерінде жер бетінің жылжуын бақылау тәсілдері. // Ұлттық тау-кен университетінің ғылыми хабаршысы. – Днепр, 2019. – №2. – Б. 13-21 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Kabirova S.V., Voroshilov V.G., Portnov V.S., Akhmatnurov D.R. Ocenka gazonosnosti plasta K₁₀ v predelax Sherubajnurskogo uchastka Karagandinskogo ugol'nogo bassejna [Assessment of the gas content of the K10 formation within the Sherubainur section of the Karaganda coal basin]. // Izvestiya Tomskogo politexnicheskogo universiteta. Georesursy Inzhiniring = News of Tomsk Polytechnic University. Geo Resource Engineering. – 2019. – Vol. 330. – №5. – P. 64-74 (in Russian)
2. Portnov V.S., Filimonov E.N., Akhmatnurov D.R., Musin R.A., Mausymbaeva A.D. Ocenka zagazovannosti sloya K₁₀ v usloviyax Sherubajnurinskoe uchastka na osnove fakticheskix dannyx gazovydeleniya [Assessment of the gas contamination of the K₁₀ layer in the conditions of the Sherubainurinsky site on the basis of actual gas emission data]. // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ya = Complex use of mineral raw materials. – 2016. – №2. – P. 41-42 (in Russian)
3. Baykenzhin M., Asanova Z., Rashid Z., Kasimov A., Ivadilinova D., Zhunis G. Modelirovanie vliyaniya usilitelej kanatnogo profilya na nesushhuyu sposobnost' arochnoj opory [Modeling the influence of rolled profile strengtheners on the arch support load-bearing capacity]. // Razrabotka mestorozhdenij poleznykh iskopaemykh = Mining of Mineral Deposits. – 2022. – №16(1). – P. 84-91 (in English)
4. Zuk P., Zuk P., Plucinski P. Coal basin in Upper Silesia and energy transition in Poland in the context of pandemic: The socio-political diversity of preferences in energy and environmental policy. // Resources Policy. – 2021. – Vol. 71. – P. 101987 (in English)
5. Ivakhnenko O., Aimukhan A., Kenshimova A., Mullagaliyev F., Akbarov E., Mullagaliyev L., Kabirova S., Almukhametov A. Advances in coalbed methane reservoirs integrated characterization and hydraulic fracturing for improved gas recovery in Karaganda Coal Basin, Kazakhstan. // Energy Procedia. – 2017. – №125. – P. 477-485 (in English)
6. Medvedeva N.D. Opredelenie prirodnoj gazonosnosti XXIV razrabatyvaemogo plasta po fakticheskomu gazovydeleniyu v ochistnom zaboe [Determination of the natural gas content of the XXIV reservoir under development based on the actual gas release in the treatment face]. // X Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya molodyx uchenyx = X All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists. – Yekaterinburg, 2018. – P. 1-5 (in Russian)

7. *Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. Methodology for monitoring the movements of the Earth's surface in the points of a small geodetic network with an underground method of coal mining. // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – Dnipro, 2019. – №2. – P. 13-21 (in English)*

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кабирова С.В., Ворошилов В.Г., Портнов В.С., Ахматнуров Д.Р. Оценка газоносности пласта K_{10} в пределах Шерубайнурского участка Карагандинского угольного бассейна. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – №5. – С. 64-74 (на русском языке)
2. Портнов В.С., Филимонов Е.Н., Ахматнуров Д.Р., Мусин Р.А., Маусымбаева А.Д. Оценка загазованности слоя K_{10} в условиях Шерубайнурского участка на основе фактических данных газовыделения. // Комплексное использование минерального сырья. – 2016. – №2. – С. 41-42 (на русском языке)
3. Baykenzhin M., Asanova Z., Rashid Z., Kasimov A., Ivadilina D., Zhunis G. Моделирование влияния усилителей канатного профиля на несущую способность арочной опоры. Разработка месторождений полезных ископаемых. – 2022. – №16(1). – С. 84-91 (на английском языке)
4. Zuk P., Zuk P., Plucinski P. Угольный бассейн в Верхней Силезии и энергетический переход в Польше в контексте пандемии: социально-политическое разнообразие предпочтений в энергетической и экологической политике. // Политика в области ресурсов. – 2021. – Вып. 71. – С. 101987 (на английском языке)
5. Ivakhnenko O., Aimukhan A., Kenshimova A., Mullagaliyev F., Akbarov E., Mullagaliyev L., Kabirova S., Almukhametov A. Достижения в области комплексной характеристики метановых коллекторов угольных пластов и гидроразрыва пласта для улучшения извлечения газа в Карагандинском угольном бассейне, Казахстан. // Энергетические процедуры. – 2017. – №125. – С. 477-485 (на английском языке)
6. Медведева Н.Д. Определение природной газоносности XXIV разрабатываемого пласта по фактическому газовыделению в очистном забое. // X Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых. – Екатеринбург, 2018. – С. 1-5 (на русском языке)
7. *Issabek T.K., Dyomin V.F., Ivadilina D.T. Методика контроля смещений земной поверхности в пунктах малой геодезической сети при подземном способе разработки угля. // Научный Вестник Национального Горного Университета. – Днепр, 2019. – №2. – С. 13-21 (на английском языке)*

Авторлар туралы мәліметтер:

Ивадиллинова Д.Т., PhD, «Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), dinulb@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9731-0587>

Шамшиев О.Ш., геология-минералогия ғылымдарының докторы, академик Ә. Асаналиев атындағы Қырғыз Мемлекеттік геология, тау-кен ісі және табиғи ресурстарды игеру университетінің, Су, мұнай-газ ресурстары және георисктер кафедрасының профессоры (Бишкек қ., Қырғызстан), shamshiyev-o@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2383-9525>

Богжанова Ж.К., PhD, «Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамы, «Пайдалы кен орындарын қазып өндіру» кафедрасының аға оқушысы (Қарағанды қ., Қазақстан), botikum@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8713-4981>

Information about the authors:

Ivadilina D.T., PhD, Senior Lecturer at the Department of «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Shamshiev O.Sh., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor at the Department of Water, Oil and Gas Resources and Geostatics of the Kyrgyz State University of Geology, Mining and Natural Resources named after academician U. Asanaliyev (Bishkek, Kyrgyzstan)

Bogzhanova Zh.K., Senior Lecturer at the Department of «Development of Mineral Deposits» of the Non-Profit Joint Stock Company «Karaganda Technical University» (Karaganda, Kazakhstan)

Сведения об авторах:

Ивадиллинова Д.Т., старший преподаватель кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Некоммерческого акционерного общества «Карагандинский технический университет им. А. Сагинова» (г. Караганда, Казахстан)

Шамшиев О.Ш., д-р геол.-минерал. наук, профессор кафедры водных, нефтегазовых ресурсов и георисков Кыргызского государственного университета геологии, горного дела и освоения природных ресурсов им. академика У. Асаналиева (г. Бишкек, Кыргызстан)

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



Рудник Урала – 2022 Екатеринбург

22–24
ноября

7-я международная выставка современных технологий, оборудования и спецтехники для добычи и обогащения руд и минералов

стань участником крупнейшего проекта горной тематики на Урале!

официальная поддержка:



Правительство
Свердловской области



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



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



ИНСТРУМЕНТ БУДУЩЕГО: ЧЕМ УДИВИТ ЮБИЛЕЙНАЯ ВЫСТАВКА MITECH 2022

С 8 по 11 ноября 2022 года в г. Москве, в ЦВК «Экспоцентр» состоится 15-я Московская международная выставка инструмента, оборудования и технологий MITECH. В этом году центральное инструментальное событие России и стран СНГ пройдет в обновленном формате, площадка объединит производителей и поставщиков оборудования, представителей промышленных и сервисных компаний, потребителей бытового инструмента.

Интерес к выставке со стороны экспонентов и посетителей неизменно растет. Ежегодно MITECH демонстрирует новейшие технологические разработки и является востребованной площадкой для обмена опытом, совместного решения стоящих перед отраслью задач. Так, в 2021 году свою продукцию на площади в 12500 м² представили более 200 компаний из 12 стран мира. За четыре дня ее посетили свыше 9000 специалистов.

Электроинструмент, абразивное, компрессорное и генераторное оборудование, переносные и промышленные станки для дерево- и металлообработки, ручной инструмент, оборудование для строительства и ремонтных мастерских, садово-парковая и малая дорожная техника, средства индивидуальной защиты и спецодежда, малярный инструмент, системы хранения и складирования – лишь небольшая часть традиционной экспозиции. Гости MITECH ознакомятся с технологическими новинками для промышленного и бытового назначения в более чем 27 тематических разделах.

Особенностью юбилейной выставки 2022 года станет расширенный ассортимент инструмента для обработки различных видов материалов,

сварки, сервисного обслуживания легковых автомобилей, спецтехники и промышленного оборудования в различных индустриальных сегментах: добывающей, лесной, строительной отраслях, общем и тяжелом машиностроении.

«В 2022 году MITECH отмечает 15-летие. Все это время мы наблюдаем за развитием отрасли и помогаем бизнесу ориентироваться в трендах, находить новые альянсы и партнеров. Мы отмечаем рост интереса «любителей» к профессиональному инструменту, как повышается уровень технической подготовки мастеров. Вместе с тем, специалисты-профессионалы могут «бесшовно» использовать качественный общедоступный инструмент в быту и на своих промышленных площадках. Сегодня инструмент важен как никогда. Из-за невозможности быстро получать детали из-за рубежа и обновлять парк техники, производственные компании делают ставку на сервис, ремонт и восстановление машин. В этом году мы планируем расширить состав участников производителями промышленного инструмента и предприятиями реального сектора экономики. Такой подход позволит участникам выстроить диалог и прочные межотраслевые связи, сообща





справляться с вызовами времени», – прокомментировала директор МІТЕХ Гульнара Маркелова.

Свое участие в МІТЕХ 2022 уже подтвердили такие компании – лидеры отрасли, как Norgau, КЛС-Трейд (торговая марка «Интерскол»), Patriot,

завод «Фиолент», A-Ipower, Северные Стрелы, Инструменты Р.І.Т. (ООО «Турбо-Тулс»), Майтол Рус, УралБензоТех, Алюмет, AVS, Дело Техники, Lifan, Диамир, Энкор, Креост, Фикспистолс, Торнадо Тулс, Пластик Репаблик, ForteToolsGmbH, Оптпромторг и многие другие.

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

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

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

В рамках деловой программы МІТЕХ обсуждаются актуальные вопросы развития российского инструментального рынка и средств малой механизации.

Для посетителей выставки проводятся мастер-классы и столярные шоу.

МОСКВА,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

EXPOCENTRE
FAIRGROUNDS,
MOSCOW

mitex™
INTERNATIONAL TOOL EXPO

пятнадцатая
юбилейная

8-11
НОЯБРЯ
NOVEMBER
2022

Международная выставка инструмента

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;
- необходимо указать одно из научных направлений, которому в наибольшей степени соответствует тематика статьи.

3. Структура статьи должна содержать следующие разделы:

- код МРНТИ (ГРНТИ <http://grnti.ru/?pl=52>) – шестизначный;
- название статьи (сокращения не допускаются, не допускается использование аббревиатур и формул; максимальное количество слов 10-12) должно быть информативным, соответствовать научному стилю текста, содержать основные ключевые слова, характеризующие тему (предмет) исследования и содержание работы, предоставляется на казахском и русском языках;
 - инициалы и фамилии авторов; статья должна иметь не более 4 авторов; знаком «*» указывается автор-корреспондент;
 - сведения о каждом авторе (ученая степень, ученое звание, должность, место основной работы, контактные данные (адрес электронной почты), город, страна) предоставляются на казахском и русском языках;
 - полное название организации (-ий), где работают авторы (с указанием ведомственной принадлежности);
 - аннотация в соответствии с требованиями международных баз данных должна достаточно полно раскрывать содержание статьи, включая характеристику основной темы, проблемы объекта, цели исследования, основные методы, результаты исследования и главные выводы. В аннотации необходимо указать, что нового несет в себе статья в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению материалами. Аннотация (реферат) предоставляется на казахском и русском языках объемом не менее 700 и не более 900 символов (примерно 150...200 слов);
 - ключевые слова в количестве 6...10 устойчивых словосочетаний, по которым в дальнейшем будет выполняться поиск статьи (сокращения и аббревиатуры не допускаются): ключевые слова отражают специфику темы, объект и результаты исследования и предоставляются на казахском и русском языках;
 - текст статьи, содержащий следующие разделы (введение, методы/исследования, результаты, обсуждение результатов, заключение);
 - список использованных источников (10...12), в том числе не менее 3 зарубежных не ранее 2010 года, предоставляется на казахском и русском языках.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

К статье прилагаются сведения на английском языке:

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

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

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

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

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

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

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

4. Условия приобретения журналов авторами.

С автором(ами) заключается договор о приобретении не менее 5 (пяти) экземпляров журнала с 50% скидкой, которые он(они) имеют право распространять среди горной общественности. Для авторов, проживающих в других городах (кроме г. Алматы) и не имеющих представителей в г. Алматы, в счет включаются почтовые услуги. После оплаты статья публикуется в очередном номере журнала, а автору(авторам) предоставляются экземпляры журнала, согласно счету.

15 августа 2022 года исполняется 84 года заслуженному горняку – Геннадию Васильевичу Горбатенко, внесшему большой вклад в развитие золоторудной промышленности республики Казахстан, известному специалисту в горно-металлургическом комплексе. Трудовую деятельность Геннадий Васильевич начал в 1956 году в Белоусовской геологоразведочной партии Треста «Алтайцветметразведка» родного поселка Белоусовка, где провел детство. Родители работали на Иртышском полиметаллическом комбинате. После окончания Кемеровского горного института в 1963 году начал работать горным мастером, а потом начальником участка в Миргалимсайском ШСУ комбината «Ачполиметалл», потом замначальника «Майкаинзолото», начальником участка Аксуского шахтопроходческого управления Треста «Золотошахтопроходка». После окончания Томского политехнического института вся его трудовая деятельность связана с шахтопроходческими и горными предприятиями Казахстана, где он много лет работал в г. Кентау.

Большой опыт Геннадия Васильевича стал востребован на горных предприятиях Монголии, куда его пригласили на должность главного инженера ШСУ объединения «МонголСовцветмет». Потом были назначения директором завода в Трест «Южшахтострой», генеральным директором в горнорудной компании «Балхаш», президентом АБС «Балхаш», генеральным директором ТОО «Юбилейное», возглавлял ТОО «АБС-Холдинг».

За большой вклад в развитие шахтного строительства в горнорудной промышленности республики Казахстан Геннадий Васильевич награжден юбилейной медалью «За доблестный труд», почетным знаком «Кенші данкы» трех степеней и медалью «Енбек Ардагері». Геннадий Васильевич любит читать книги о природе, путешествиях, имеет большую библиотеку. Любит природу, животных и путешествия.

Мы гордимся своим земляком, одноклассником, другом нашей семьи и от имени наших земляков и друзей искренне поздравляем Геннадия Васильевича с Днем рождения! Он как настоящий барс, покоривший наши горнорудные вершины, добился успеха и признания. Желаем ему и всей любимой семье от всей души здоровья, процветания и благополучия!



Геннадий Васильевич Горбатенко с любимым внуком Гошей, учащимся Алматинского медицинского колледжа

Белоусовка

Родная Белоусовка,
Предгорное село,
Здесь детство наше вольное,
Не торопясь, прошло.

И здесь вся родословная,
И вся наша родня...
Степная Белоусовка,
Ты помнишь ли меня?

Здесь рудники и шахты,
Железо и магнит?
Мы в детстве принимали
За золото пирит.

Когда искали клады,
А здесь повсюду клад,
Ведь солнцем и цветами
Так этот край богат.

Дождем и ясным небом,
Просторами земли,
Рудой и спелым хлебом,
Хорошими людьми!

Ирина Логинова