

**ГОРНЫЙ
ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА**

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

Издается с января 2003 г.

Приказом №1082 от 10.07.2012 г. Комитета по контролю
в сфере образования и науки МОН РК внесен в перечень
научных изданий, рекомендуемых для публикации
основных результатов научной деятельности.

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

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

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

Представители журнала:

Центрально-Казахстанский регион –
ВЛАДИМИР ФЕДОРОВИЧ ДЕМИН
vladfdemin@mail.ru

Российская Федерация, Москва –
ИРИНА ЯРОПОЛКОВНА ШВЕЦ
shvetsirina@yandex.ru

Российская Федерация, Сибирский регион –
ЮРИЙ НИКОЛАЕВИЧ ШАПОШНИК
shaposhnikyury@mail.ru

Периодичность 12 номеров в год

Тираж 1500 экземпляров

ISSN 2227-4766

Подписной индекс **75807** в каталогах:
АО «Казпочта»,
ТОО «Эврика-Пресс»,
ТОО «Агентство «Евразия пресс»

Подписано в печать **27.04.2022 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. Байгулин, 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

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

Е.Н. Ольшанский, член-корреспондент МАИН

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

И.Н. Столповских, д-р техн. наук, профессор

П.Г. Тамбиев, канд. техн. наук

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

Р.Р. Ходжаев, д-р техн. наук

П.А. Цеховой

Т.А. Чепуштанова, PhD

® – статья на правах рекламы

① – материал информационного характера

✍ – статья публикуется в авторской редакции

4 Колонка главного редактора

6 Горняки Риддера внедряют уникальную систему для доставки руды на поверхность ®

Развитие горнопромышленного комплекса

8 Пуненков С.Е., Козлов Ю.С.
Хризотил-асбест и ресурсосбережение в хризотил-асбестовой отрасли (окончание)

Геодезия

16 Болатбек Ш.Ә., Нұрлыжігітов Ж.Ә., Мұқаметжан М.Б.
Сызықтық нысандарының деформацияларын геодезиялық бакылаудың ерекшеліктері

Взрывное дело

22 Каржауова Э.К.
Основные тенденции и проблемы подготовки горных пород к выемке взрыванием в условиях отработки увеличенными уступами

Переработка полезных ископаемых

26 Narzullayev Ja.
Research of sulfide and carbon material with the purpose of studying physico-chemical transformations during its roasting

Нефтегазовое дело

32 Аззамов А.А., Аббасова С.А., Аззамова С.А., Ибрагимов Х.Р.
Оценка степени влияния геологических факторов на эффективность кислотного гидравлического разрыва пласта

По материалам форума «Майнекс Казахстан 2022»

44 Республиканский центр геологической информации «Казгеоинформ» – Национальный оператор по сбору, хранению, обработке и предоставлению геологической информации ①

48 Хамзин Б.С.
Национальная геологоразведочная компания «Казгеология» ①

50 Требования к оформлению статей

Памяти ученого

52 Евгений Иванович Рогов (1937 г. – 2017 г.)
(к 85-летию со дня рождения)

По всем вопросам:

тел. +7 495 128 3577

email: info@smartindustry.live

1 - 2 июня 2022, Москва

SMART
INDUSTRY

ПЕРЕХОД К НИЗКОУГЛЕРОДНОЙ ЭКОНОМИКЕ – УМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

Первая в России конференция, объединяющая опыт компаний из различных секторов экономики в области промышленной трансформации и перехода к моделям устойчивого развития.

www.smartindustry.live

Место проведения: Loft Hall #2
Ул. Ленинская Слобода 26 с15



КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

Дорогие читатели!

Уважаемые коллеги!

Весна берет права в свои руки. Вместе с ее приходом у всех людей труда начинаются будни, связанные с наступлением Весеннего равноденствия и ожиданиями, вселяющими и надежду на единение с благодарной природой, и опасения от ее желания продолжать служить человеку так же бескорыстно.

Нам, связавшим свою судьбу и жизненные установки с землей, одинаково важны и те работы, которые творятся на ее поверхности, и те, куда мы вечно стремимся – в ее недра. Две важнейшие составляющие человеческого бытия, которые начинаются весной – это весенне-полевые работы тружеников села и выход в поле разведчиков недр – геологов.

Можно и нужно много, от чистого сердца и душевно, говорить о нашем общем празднике – Дне геолога, совпавшем в этом году с 3 апреля. И, поздравляя людей героической профессии, которая становится родной и естественной для личностей особого склада, мы вдруг понимаем, что они живут вместе с нами, в повседневной жизни мы их можем и не заметить, но они являются «кузницами счастья и благополучия» всей мировой цивилизации, которая живет и процветает благодаря недрам Земли. В этот день мы слышим те песни, которые привычны нашему слуху с молодых лет, когда мы чествовали геологическую

службу своего рудника. Теперь геологический молоток находится в других руках, рюкзак за плечами других людей. Но все равно все они были и остаются представителями одной из самых благородных профессий на Земле.

С Праздником! Новых открытий, сулящих родному Казахстану продолжения славного пути «кладовой полезных ископаемых»! Всем геологам и их семьям благополучия и счастья, чтобы выход в поле всегда завершался успешно! Будьте здоровы!

День геолога свое продолжение получает в апреле еще в двух праздниках – в Дне науки и Дне космонавтики. Они выпали на апрель по достойным причинам, которые оказались также нужными землянам, как и День геолога.

12 апреля 1899 года на свет появился будущий создатель казахстанской науки во всем его обозримом для человечества содержании и практической геологии, возведшей нашу страну на высшую ступень по богатству своих недр, Каныш Имантаевич Сатпаев.

Теперь его именем называют города, улицы, вузы, есть уже минерал Сатпаевит, премии, стипендии. Но нужно помнить и знать о том, каких трудов и поисков стоила эта всемирная слава, к которой он, как настоящий человек-труженик, никогда и не стремился. Это есть та черта, которая разделяет истинного творца, кем бы он ни был по специальности и призванию, от временщика и попутчика. Я думаю, что с этого взгляда на оценку личности Каныша Имантаевича, как и других людей, которыми гордятся страны и народы, надо начинать воспитание и приглашение молодежи в науку при выборе своей жизненной стези. Тогда наука Казахстана без бесчисленных программ и направлений ее развития будет идти в русле мировых достижений, избрав для себя достойные цели.

12 апреля 1961 года в космос взлетел первый человек – сын Земли, гражданин великого государства СССР – Юрий Алексеевич Гагарин. Даже не зная его мировых заслуг, не имея представления о вселенской значимости его полета, глядя на его портрет, вспоминая его солнечную улыбку, можно навсегда запомнить его и быть уверенным, что он и есть тот, каким должен быть сын человеческий.

Раскапывая архивные документы и знакомясь с публикациями дотошных и заинтересованных авторов, я узнал много нового из истории развития авиации в нашем родном Казахстане. Ведь ни для кого не секрет, что основой летающей космонавтики являются люди, и среди них главные – это бывшие летчики (в основном военные). Казахи, как представители многонационального СССР, внесли свой достойный вклад в становление военной и гражданской авиации, в развитие космонавтики. Благодаря газете «Аргументы и факты», теперь мы знаем все (или почти все) о первой военной летчице-казашке Хиуаз Доспановой. И вот достоверные факты о первом казахе – военном летчике, представителе Зайсанского района Восточно-Казахстанской области, воювавшем в 1936-38 гг. в Испании – Жакыпбеке Малдыбаеве, старшем лейтенанте, выпускнике Харьковского высшего военно-летного училища (названного позднее именем дважды Героя Советского Союза С.Н. Грицевца). Он трагически погиб в 27 лет в 1938 г. Эта историческая связь получила свое продолжение с участием летчиков-казахов в полетах в космос, начиная с Токтара Аубакирова, которому в 2021 году исполнилось 75 лет.

Впереди в освоении Космоса много новых дорог, в создании которых должны принять участие и казахи, которые уже учатся на инженеров и летчиков в вузах России и будут учиться в филиалах этих вузов, открываемых в Казахстане по прозорливому и своевременному решению Президента К.-Ж.К. Токаева.

Если приурочивать эти праздники к профессии инженера, можно, во-первых, приветствовать опять же решение Президента страны о необходимости реальной помощи во всех аспектах становлению молодежи страны на путь получения знаний и именно по инженерным специальностям; во-вторых, хотел бы сказать о тех казахах, которые с начала XX века и его середины восславили науку как инженеры. Речь идет о тех личностях, чья роль и в экономике, и во всеобщем просвещении и образовании, и в создании национальной интеллигенции остается примером бескорыстного служения Родине и ее народу.

Ахмет Байтурсынов – просветитель, создатель системы образовательного процесса в Казахстане; Мухамеджан Тынышпаев – первый инженер-железнодорожник с высшим образованием, полученным в Санкт-Петербурге, первый начальник строительства Турксиба уже в царское время; Каныш Сатпаев – первый инженер-геолог, выпускник Томского политехнического института; Динмухамед Кунаев – первый инженер-горняк по открытым горным работам, выпускник Московского института цветных металлов и золота; Омирхан Байконуров – первый инженер-горняк по подземным горным работам, выпускник Казахского горно-металлургического института.

Сегодня инженеров-казахов – многие тысячи, но эти люди проложили тропу, открыли двери и навсегда остались первопроходцами, доказавшими себе и призвавшими нас учиться самим и учить других осваивать светлое и огромное здание со многими входами и выходами, которое называется «Наукой».

Истинных ученых всегда отличает качество видеть не только дальше других, но и прозорливо угадывать признаки грядущего Научного Открытия там, где мы все видим обычное скопление из материального мира, поэтому будущее за Наукой, умеющей наблюдать, замечать, находить и определять!

За День науки и людей, которые заслужили право его праздновать!



ME Elecmetal предоставляет инновационные решения, техническую поддержку и индивидуальный подход. Ценные наработки в нашем арсенале позволяют предложить комплексные решения в области измельчения в соответствии с вашими потребностями. Мы с клиентами на одной волне: мы намечаем общие цели и своевременно реагируем на запросы. ME Elecmetal поможет вам оптимизировать рабочие процессы, продлить срок службы изнашиваемых деталей, снизить операционные риски и повысить прибыльность



ME Elecmetal

Тел: +7 914 880 4545

+7 777 247 0787

+1 778 875 7525

Эл.Почта: russia@meglobal.com

www.me-elecmetal.com



Присоединяйтесь к нам на
выставке 2022 Mining
World Russia в Москве

26-28
апреля
2022



ГОРНЯКИ РИДДЕРА ВНЕДРЯЮТ УНИКАЛЬНУЮ СИСТЕМУ ДЛЯ ДОСТАВКИ РУДЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ

На одном из подразделений «Казцинк» в городе Риддере Восточно-Казахстанской области – Долинном руднике – внедряется уникальное транспортное решение. Система канадского производства Rail Veyor предназначена для доставки руды и породы из шахты на поверхность. По протяженности и конструктивным особенностям система является единственной в мире. В настоящее время она проходит пусконаладочный период.

За счет такого нововведения производительность Долинного рудника увеличится до 1 млн 800 тыс. тонн руды в год. На проектные показатели специалисты планируют выйти уже к концу апреля. Однако и это не предел – пятью составами система позволяет добывать до 2,7 млн тонн в год. Этот резерв будет использован в будущем на Обручевском направлении, которое только планируется разрабатывать.

Как устроена система?

Пять составов длиной около 200 метров движутся практически круглосуточно по самому длинному пути в мире – почти 6 километров, а скорость движения составляет 3 метра в секунду.

Вагоны заполняются на рудоспусках и, следуя на поверхность, разгружают руду, переворачиваясь в специально оборудованной петле. Всего для разгрузки смонтировано три петли. И это тоже является уникальным решением, поскольку на подобных системах в самой Канаде предусмотрен только один узел разгрузки, и он не выходит на поверхность.

На установке «Казцинк» каждая петля выполняет свою роль. На одной из них идет разгрузка долинной руды, на второй – породы. Третья петля ориентирована на Обручевское месторождение, которое будет разрабатываться в перспективе. Площадка для хранения материалов также разделена на три отсека. Масса руды, которую состав за один раз вывозит на поверхность – 60 т.

– *Вся система работает в автоматическом режиме,* – комментирует менеджер-механик Управления реализации проектов «Казцинк» **Иван Солоха.** – *Оператор только направляет состав на загрузку или выгрузку. В остальном система распознает, где и какой состав находится, и поэтому они разъезжаются. Через каждые 50 метров пути стоит камера, которая передает видеосигнал на мониторы пульта управления. На них же система выводит массу груза, скорость движения и другие параметры.*

Примечательно, что на узлах загрузки установлены редкие питатели Komatsu. Подобных в мире всего девять, три из них стоят на Долинном руднике.



Материалы предоставлены Управлением по связям с общественностью ТОО «Казцинк»



7-10 июня 2022
Новокузнецк

XXX Международная специализированная выставка
технологий горных разработок



УГОЛЬ и МАЙНИНГ РОССИИ

XII Международная специализированная выставка

ОХРАНА, БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

VII Международная специализированная выставка

НЕДРА РОССИИ

300 ЛЕТ
КУЗБАСС

Организаторы



Messe
Düsseldorf



уголь



руды



промышленные минералы



охрана и безопасность труда

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:

Выставочный комплекс "Кузбасская ярмарка", ул. Автотранспортная, 51, г. Новокузнецк
т./ф: 8 (3843) 32-11-89, 32-22-22 e-mail: com@kuzbass-fair.ru, dr@kuzbass-fair.ru



www.ugolmining.ru

12+

Окончание. Начало статьи читайте в №№1-3 2022 г.

Код МРНТИ 52.45.03

С.Е. Пуненков¹Ю.С. Козлов²¹Публичное акционерное общество «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат» (г. Асбест, Россия),²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург, Россия)

ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В ХРИЗОТИЛ-АСБЕСТОВОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. В статье дается анализ состояния и перспектив развития хризотил-асбестовой отрасли в России, Казахстане, Канаде, Бразилии и других странах, диверсификации этих производств, применения комплексной переработки при добыче и обогащении хризотил-асбестовых руд. Описаны процессы серпентинизации и асбестообразования на месторождениях. Даны характеристики геолого-промышленных типов месторождений хризотил-асбеста, показаны достоинства месторождений хризотил-асбеста Баженовского подтипа. Рассматриваются методы и технологии добычи, обогащения, переработки хризотил-асбестовых руд, а также применение хризотил-асбеста в промышленности. Приведен обзор рынка производства и потребления хризотил-асбеста и фракционного щебня.

Ключевые слова: хризотил-асбест, ресурсосбережение, рыночная экономика, диверсификация производства, асбестовые горно-обогатительные предприятия, группы обогатимости, отходы, стабилизирующие добавки, фракционный щебень, порода, минерал.

Хризотил-асбест және хризотил-асбест саласындағы ресурстарды үнемдеу

Аңдатпа. Мақалада Ресейдегі, Қазақстандағы, Канададағы, Бразилиядағы және басқа елдердегі хризотил-асбест өнеркәсібінің жағдайы мен даму перспективаларына, осы салаларды әртараптандыруға, хризотил-асбест өнеркәсібін өндіру мен байытуда кешенді өңдеуді қолдану талдауы қарастырылған асбест кендері. Кен орындарында серпентинизация және асбест түзілу процестері сипатталған. Хризотил-асбест кен орындарының геологиялық және өнеркәсіптік түрлерінің сипаттамасы берілген, Баженов типті хризотил-асбест кен орындарының артықшылықтары көрсетілген. Хризотил-асбест кендерін алу, байыту, өңдеу әдістері мен технологиялары, сонымен қатар хризотил-асбесттің өнеркәсіпте қолданылуы қарастырылған. Хризотилді асбест пен фракциялық қиыршық тасты өндіру және тұтыну нарығына шолу берілген.

Түйінді сөздер: хризотил-асбест, ресурс үнемдеу, нарықтық экономика, өндірісті әртараптандыру, асбест өндіру және өңдеу кәсіпорындары, байыту топтары, қалдықтар, тұрақтандырушы қоспалар, фракциялық қиыршық тас, тау жыныстары, минерал.

Chrysotile-asbestos industry – production from mining to enrichment

Abstract. The article provides an analysis of the state and prospects for the development of the chrysotile-asbestos industry in Russia, Kazakhstan, Canada, Brazil and other countries, the diversification of these industries, the use of complex processing in the extraction and enrichment of chrysotile-asbestos ores. The processes of serpentinization and asbestos formation in the deposits are described. The characteristics of geological and industrial types of chrysotile-asbestos deposits are given, the advantages of chrysotile-asbestos deposits of the Bazhenov subtype are shown. The methods and technologies of extraction, enrichment, processing of chrysotile-asbestos ores, as well as the use of chrysotile-asbestos in industry are considered. An overview of the market for the production and consumption of chrysotile asbestos and fractional crushed stone is given.

Key words: chrysotile-asbestos, resource saving, market economy, diversification of production, asbestos mining and processing enterprises, enrichment groups, waste, stabilizing additives, fractional crushed stone, rock, mineral.

Минеральная вата – волокнистый минеральный материал, состоящий из тончайших взаимно переплетающихся волокон, находящихся в стекловидном состоянии, и неволокнистых включений в виде капелек застывшего материала.

Минеральную вату подразделяют на три вида:

ВМСТ – вата минеральная из су-пертонного волокна диаметром от 0,5 мкм до 3 мкм;

ВМТ – вата минеральная из тонкого волокна диаметром от 3 мкм до 6 мкм;

ВМ – вата минеральная из воло-ка диаметром от 6 мкм до 12 мкм.

Производство минераловатных плит из габбро-диабазы или порфи-рита, встречающихся в хризотил-асбестовых карьерах, позволяет ве-сти комплексную разработку место-рождения хризотил-асбеста. Произ-водство каменной ваты на синте-тическом связующем в виде плит или матов нашли свое применение в строительной индустрии: они применяются для утепления стен, перекрытий и покрытий зданий. Например, 1 м² покрытия с исполь-зованием минераловатных плит в 5-7 раз легче и на 25-40% дешев-ле, чем железобетонное покрытие, утепленное пенобетоном.

Минеральная вата, из которой изготовлена минплита, не горит, не гниет, она малогигроскопична, вы-держивает как высокие, так и низ-кие температуры, служит хорошей шумоизоляцией, обладает низкой теплопроводностью, снижает до 50% теплопотери и на 25% – энер-гопотребление. Минеральную вату применяют для теплоизоляции как холодных (до – 200°С), так и горя-чих (до + 600°С) поверхностей.

Теплоизоляционные материалы из каменной (минеральной) ваты производятся в виде рулонов, матов, плит, ламелей, клинов, гантелей и цилиндров (навивных и вырезных).

Количество связующего в матах и рулонах минимальное, по сравнению с плитами, где содержание связки максимум. Связки больше в каменной вате тогда, когда увеличивается объемный вес материала, жесткость и механическая прочность утеплителя.

Минеральная вата (каменная или базальтовая) – это теплоизоляционный материал, который состоит из длинных волокон неорганического материала (базальт, доломит, диабаз, порфирит, габбро, диорит).

Достоинством базальтового утеплителя (каменной ваты), произведенного из габбро, является его низкая теплопроводность и паропроницаемость (зависит от пористости утеплителя), химическая стойкость, устойчивость к высоким и низким температурам, хорошее шумопоглощение, высокая механическая стойкость, огнестойкость, долговечность и экологичность.

Сырьем для производства минеральной (базальтовой) ваты являются горные породы габбро-диабаз (породы базальтовой группы), встречающиеся при разработке действующего карьера Баженовского месторождения хризотил-асбеста.

Основным фактором для получения каменной ваты и теплоизоляционных материалов на ее основе с хорошими физико-механическими и эксплуатационными свойствами является модуль кислотности (основности) – показатель и для сырья, и для самой каменной ваты. Модуль кислотности основного сырья базальтовой группы состоит из основных оксидов (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO и MgO). Речь идет о соотношении кислых и основных оксидов или легкоплавких к тугоплавким оксидам. Плотность расплава прямо пропорционально зависит от модуля кислотности расплавляемого сырья.

Водостойкость минеральной ваты характеризуется показателем pH , который повышается при увеличении содержания в ней кислых оксидов, что приводит к увеличению вязкости расплава, а это влечет за собой снижение производительности и ухудшение условий волокнообразования, поэтому не следует допускать слишком большой

вязкости во избежание нарушения технологического процесса, но, с другой стороны, не следует допускать низкого содержания в шихте кислых оксидов, так как каменная вата теряет свою долговечность.

Долговечность минеральной (базальтовой) ваты во многом определяется модулем кислотности или соотношением стабильных и химически активных веществ в ней. Срок службы каменной (базальтовой) ваты 50 и более лет (срок службы зависит от условий ее эксплуатации).

Габбро-диабаз добываемого на Баженовском месторождении хризотил-асбеста имеет модуль кислотности 1,87-2,4. Средний показатель модуля кислотности габбро-диабаз по месторождению (2020 г.) составил 1,94. Средний химический состав важных для получения минерального волокна основных оксидов габбро-диабаз Баженовского месторождения (% по массе) варьируется в следующих пределах: SiO_2 – 45,80-49,53; Al_2O_3 – 9,5-10,5; CaO – 14,1-15,8; MgO – 12,07-18,48. Содержание оксида железа FeO колеблется в пределах от 5% до 7%.

Модуль кислотности (основности) соответствует формуле:

$$M_o = (CaO + MgO) / (SiO_2 + Al_2O_3).$$

По значению модуля кислотности минеральную вату можно классифицировать согласно ГОСТ 4640-932 «Вата минеральная. Технические условия», таким образом: **A** – свыше 1,6; **B** – от 1,4 до 1,6; **B** – от 1,2 до 1,4.

Минеральная вата (минеральный утеплитель) с большим модулем кислотности является более гидрофобной к водопоглощению и более долговечной. Получаемая минеральная вата с модулем кислотности выше 1,6 характеризуется повышенной эксплуатационной стойкостью. Минеральная вата торговой марки «Эковер», производимая на заводе теплоизоляционных материалов ПАО «Ураласбест», имеет модуль кислотности 1,8 и выше, что соответствует типу А.

На свойства минеральной ваты значительно влияет состав сырья, технология ее производства.

Минеральная вата, произведенная из базальтовых пород (габбро-диабаз), обладает термической стойкостью и огнеупорностью и может выдерживать длительное воздействие высоких температур без разрушения. Важными показателями для характеристики теплоизоляционного материала являются не только водопоглощение, паропроницаемость, содержание органических веществ, плотность, сжимаемость, прочность на сжатие 10%-й деформации, предел прочности на сдвиг/срез и при растяжении перпендикулярно к лицевой поверхности, отрыв слоев теплоизоляционного материала, но и теплопроводность утеплителя.

Показатель теплопроводности показывает эффективность утеплителя, т.е. характеризует способность этого материала к удерживанию тепловой энергии и выражается в коэффициенте теплопроводности минеральной ваты. Коэффициент теплопроводности минеральной плиты/мата используют для расчета толщины теплоизоляционного слоя при внутренней и наружной отделке зданий и сооружений.

В зависимости от вида материала, состава и объемного веса коэффициент теплопроводности минераловатных плит варьируется от 0,035 Вт/м·К до 0,038 Вт/м·К при температуре 10°C, при 25°C – от 0,036 Вт/м·К до 0,039 Вт/м·К.

Одним из перспективных направлений на заводах по производству базальтовых минераловатных изделий явился выпуск гидропонного субстрата плотностью от 45 кг/м³ до 110 кг/м³ для выращивания цветов и овощных культур в теплицах с модулем кислотности не менее 1,6; водостойкостью (pH) – не более 4.

Субстрат для гидропоники из минеральной (базальтовой) ваты выпускается на заводе теплоизоляционных материалов в ПАО «Ураласбест» в виде пробок, кубиков и матов. Для производства гидропоники из каменной ваты применяется принцип увеличения гидрофильности минеральной ваты. С этой целью используют полиэтиленгликоль (ПЭГ). Для минеральной ваты в качестве гидропонного субстрата

важно иметь не менее 60% насыщения и удерживания влаги, принципиально здесь соблюдение соотношения воздух/вода. Важную роль играет тип расположения волокон и их толщина для обеспечения определенных требований при производстве минерального гидропонного субстрата по параметрам механической прочности, максимальной влаго- и воздухоемкости, дренажности, способности удерживать воду и насыщаться ей повторно.

Основными требованиями к качеству производимого и поставляемого на рынок гидропонного минераловатного (базальтового) субстрата (гидропонники) являются: водопоглощение, водоудержание, показатель pH, электропроводность (ЕС).

Преимущества применения минераловатного гидропонного субстрата: химически инертен, высокие капиллярные свойства, продолжительный срок службы, относительно стерильная среда, отсутствие токсинов и патогенов.

Сегодня на заводах по производству каменной ваты имеются одна, две, три, а иногда и четыре линии по выпуску теплоизоляционных материалов в виде плит, матов. Скорость каждой линии – 1-20 м/мин или от 1 м/мин до 25 м/мин.

Линии по производству теплоизоляционных изделий на основе каменной ваты работают с производительностью 2 т/ч, 3 т/ч, 4 т/ч, 5 т/ч, 6 т/ч, 10 т/ч, 12 т/ч, 14 т/ч.

Минеральная плита на синтетическом связующем состоит из каменной (базальтовой) ваты и полимеризованной синтетической связки. Каменная вата получена путем плавления габбро (температура плавления более 1500°C) и формирования из нее волокон, скрепленных между собой синтетическим связующим, состоящим из фенолформальдегидной смолы, воды, масляной и гидрофобизирующей эмульсий, силана, карбамида, сульфата аммония, аммиака). Например, для смолы нейтрализованной (готовой) рецептура связующего раствора до разбавления водой: фенолформальдегидная смола в связующем растворе для каменной ваты составляет 88,75%, силана – 0,05%, масляной эмульсии – 9,7%, эмульсии гидрофобизированной – 1,5%. Пропорции связующего для приготовления минерального волокна зависят от вида выпускаемой продукции, содержания свободного фенола и формальдегида в фенолформальдегидной смоле,

«сухого остатка» (смолы в водном растворе) и т. д. (рис. 3 и 4).

Для связки волокна с фенолформальдегидной смолой сцепление (адгезию) между органикой и неорганикой обеспечивает кремнийорганическое соединение «Силан»: VS-142, Wacker GENIOSIL GF 98 (3-Ureidopropyltrimethoxysilane), A-1100, A-1524, Z-6020.

Кремнийорганическое соединение в виде силанов хорошо реагирует с водой и образуют полярные молекулы, что способствует их абсорбированию на поверхности минеральных волокон, создавая между волокном и смолой некую прослойку, которая обеспечивает сцепление между ними.

При механических воздействиях, формировании, укладке, сжатии, транспортировании происходит частичное разрушение минеральных волокон, образуется минеральная пыль. Для связки минеральной пыли применяются обеспыливающие масляные 50% эмульсии типа: МЭ-50/42, Garo 217, Mulrex 88, Hydrowax 82, Koydaoil HPH-MW, Пентавакс-45, Аквадаст Р 1053, Аквадаст Р 1353, Аквадаст Р 1153, Аквойл 5202 П (ТУ 2250-004-88341039), которые связывают пыль, одновременно снижая ломкость, уменьшая трение между волокнами в материале и предохраняя от попадания внутрь материала влаги. Обеспыливающие эмульсии представляют собой масляную эмульсию на водной основе с 50% концентрацией и состоят из воды, эмульгатора (поверхностно-активного вещества), смеси минеральных масел и восков с температурой вспышки более 300°C.

Масляная (обеспыливающая) эмульсия применяется совместно со связующим при производстве теплоизоляционных материалов.

Для водоотталкивания и предотвращения впитывания минеральной ватой влаги применяют гидрофобизирующие эмульсии с концентрацией 50-60%. Основные компоненты гидрофобизирующей эмульсии: вода, эмульгатор и силикон – полидиметил (алкил) силоксандиол. На заводах по производству теплоизоляционных материалов применение нашли гидрофобизаторы типа:

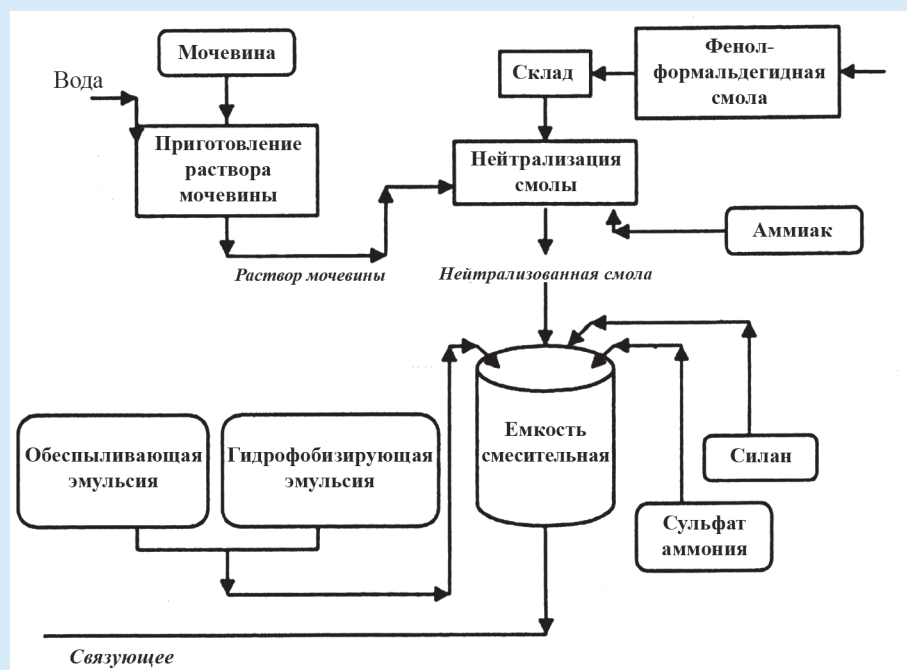


Рис. 3. Схема приготовления связующего (фенольное отделение).

Сурет 3. Байланыстырғышты дайындау схемасы (фенолдық бөлім).

Figure 3. The scheme of preparation of the binder (phenolic compartment).

кремнийорганическая эмульсия «Пента-812» (ТУ 2251-054-40245042), «Wacker Silres BS 1042», «Silres BS 5136», «Роса-70к». Основные характеристики гидрофобизирующей эмульсии: растворимость в воде, содержание активного вещества (%), плотность (г/см³), водородный показатель (рН), температура воспламенения (°С), содержание кремния, массовая доля нелетучих, стабильность в растворе связки.

Гидрофобные свойства связующему в минеральной вате придает полисилоксандиол, вступающий в реакцию конденсации с фенолспиртами, придавая отвержденному связующему гидрофобные свойства. Образующая гидрофобная пленка представляет собой ориентированные молекулы гидрофобизатора на поверхность минерального волокна, где одна (активная) группа гидрофобизатора, реагируя с водой, адсорбированной поверхностью материала, образует связи «поверхность – кислород – кремний». Другая группа гидрофобизатора (радикалы), связанная с кремнием, ориентируется при этом наружу, образуя внешний слой, который не смачивается водой, таким образом предохраняя материал от проникновения влаги.

На заводах теплоизоляционных материалов при приготовлении связующего для минеральной ваты все большее применение получает принцип два в одном, а именно: совмещение в оптимально подобранных концентрациях одновременно гидрофобизатора и обеспыливателя. Это – высокостабильные эмульгаторы, которые обеспечивают идеальную совместимость обеспыливающих эмульсий с гидрофобизатором: например, масляно-силиконовая эмульсия с различным содержанием силикона для изделий различной плотности «Пентавакс-842» (ТУ 2229-166-40245042) и «Пентамикс-843». Совмещение гидрофобизатора и обеспыливателя в одном продукте обеспечивает удобство применения, уменьшает количество технологических операций и время на приготовление связки, упрощает схему приготовления связующего на заводах теплоизоляционных материалов и снижает расход эмульсии.

Для приготовления водного раствора связующего для минерального волокна (ковра) имеет значение водоподготовка. Вода должна быть умягченной (не жесткой). Умягчение технической воды достигается фильтрацией через катионообменную смолу. Скорость обмена катионов зависит от их диффузии к поверхности раздела «катионит – вода» и определяется структурой катионита. Регенерация фильтра осуществляется промывкой раствором хлористого натрия.

При сокращении времени водоподготовки в состав связки могут вводить аммиак, который снижает жесткость воды и продлевает срок годности смолы (связки).

Для нейтрализации фенолформальдегидной смолы вводится карбамид марки А (ГОСТ 2081), предварительно разбавленный водой.

Помимо карбамида при приготовлении раствора синтетического связующего заводы по производству теплоизоляционных материалов могут использовать различные

технологические добавки, такие как водный раствор аммиака 25% (NH_4OH , ГОСТ 9) для умягчения воды, дополнительного связывания остатков свободного формальдегида после модифицирования смолы карбамидом и снижения поверхностного натяжения раствора связующего.

В качестве добавки для увеличения степени поликонденсации связующего в камере полимеризации в раствор связующего в виде водного раствора вводится сульфат аммония (NH_4SO_4 , ГОСТ 9097) с концентрацией 0,1-3,0% масс. от массы фенолформальдегидной смолы. Чем больше в раствор связующего введено водного сульфата аммония, тем быстрее будет протекать реакция отверждения связки (смолы) в камере полимеризации. При вводе сульфата аммония в связку необходимо учитывать содержание свободного щелочного катализатора и степень конденсации фенолформальдегидной смолы. Сульфат аммония увеличивает растворимость смолы фенолформальдегидной

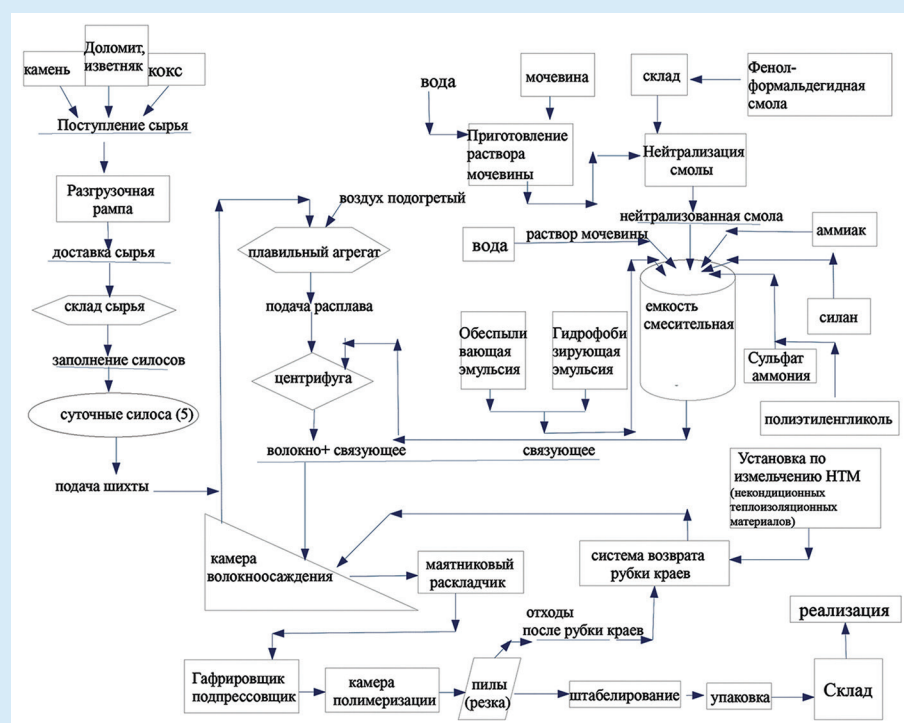


Рис. 4. Схема производства теплоизоляционных материалов (в виде плит из базальтовой ваты на синтетическом связующем).

Сурет 4. Жылу оқшаулағыш материалдарды өндіру схемасы (синтетикалық байланыстырғышта базальт мақтасынан жасалған плиталар түрінде).

Figure 4. Scheme of production of thermal insulation materials (in the form of basalt wool plates on a synthetic binder).

в растворе и понижает концентрацию формальдегида. Серноокислый аммоний для смолы фенолформальдегидной используют в виде 40%-го водного раствора. Его рекомендуется готовить из расчета трехсуточной потребности. Приготовление серноокислого аммония делается из расчета 40% аммония и 60% горячей воды при постоянном перемешивании в течение 30 мин, затем контроль плотности: при 20°C плотность составит 1230 кг/м³.

Применяемые для производства теплоизоляционных материалов фенолформальдегидные смолы классифицируются на «нейтрализованные» и «не нейтрализованные», т. е. чистые смолы не модифицированы, например, модифицированы водным карбамидным раствором.

«Не нейтрализованные» фенолформальдегидные смолы – это резольные смолы типа PFR (phenol-formaldehyde resin), т. е. смолы, концентрация свободного формальдегида в которых 5-12% масс., их еще называют «неразбавленными» или «немодифицированными». Срок хранения таких смол увеличен и составляет до 6 недель при температуре хранения или перевозки от +5°C до +20°C. Нейтрализация таких смол по свободному формальдегиду производится на заводах по производству теплоизоляционных материалов. Преимуществами являются условия транспортирования, увеличенный срок хранения, экономия, т. к. из 1 т «не нейтрализованной» смолы при нейтрализации и выравнивании концентрации по «сухому остатку» получается 1,19-1,33 т «нейтрализованной» фенолформальдегидной смолы.

«Нейтрализованные» – это фенолформальдегидные смолы, к которым был введен карбамид и вода. Срок хранения и транспортирования этих смол от 2 до 4 недель при температуре хранения от +10°C до +20°C. Модифицированная карбамидом фенолформальдегидная смола имеет обозначение PUFR, она синтезирована по свободному фенолформальдегиду 5-12% масс. Процесс нейтрализации фенолформальдегидной смолы заключается в удалении из нее избыточного

формальдегида путем введения в резольную фенолформальдегидную смолу при 40-45°C водного раствора карбамида (30-40%) и перемешиванием от 2 ч до 8 ч в колонне (емкости для нейтрализации смолы) до снижения концентрации свободного формальдегида до 0,5-0,3% массовой доли.

Для приготовления связующего для минеральной ваты чаще всего используются карбамидо-фенолформальдегидные резольные смолы (PFR) и смолы, модифицированные карбамидом (PUFR).

Фенолформальдегидные смолы подразделяются:

- по сухому остатку $\geq 40\%$ и $\geq 50\%$ (смола в водном растворе) и концентрации формалина в нем;
- по применяемому катализатору (органический и неорганический);
- по применяемому «стабилизатору» (этиленгликоль и полиэтиленгликоль), который способствует продлению срока хранения смолы и влияет на физико-механические свойства минерального ковra;
- по вязкости;
- по pH среде.

Предъявляемые производителями теплоизоляционных материалов требования к фенолформальдегидной смоле: адгезия к силикатному волокну, растворимость в воде (г/г, при температуре 20°C), реактивность при нагревании и отверждении (время желатинизации), термостойкость и влагостойкость в отвержденной форме, устойчивость к старению (срок хранения при температуре не более 20°C), массовой доли щелочи, плотности (г/см³, при 20°C), водородный показатель (pH).

Фенолформальдегидные смолы могут быть получены в виде резольных (термореактивные, бакелитовые – поликонденсацией с избытком формальдегида в щелочной среде) и новолачных (термопластичные – поликонденсацией с избытком формальдегида в кислой среде). Фенолформальдегидные смолы производятся путем поликонденсации фенолов, полученных из каменноугольной или сланцевой смолы (синтетические могут быть изготовлены из пропилена и бензола), и формальдегидов. Формальдегид

в виде газа растворяется в воде и в производстве фенолформальдегидных смол применяется в виде водного 40%-го раствора (формалина). Фенолформальдегидные смолы являются продуктами поликонденсации фенола и формальдегида в присутствии катализатора и в зависимости от применяемого катализатора могут быть двух типов – резольные и новолачные.

Завод по производству теплоизоляционных материалов состоит из следующих переделов: зоны хранения сырья, шихтового и фенольного отделения, линии «горячей» зоны (плавка сырья и формирование минеральных волокон, полимеризация минерального ковra (термообработка)) и «холодной» зоны (резка спекшегося минерального ковra на определенные размеры (рис. 4)).

Для производства минераловатных изделий применяются плавильные агрегаты: коксовые и коксогазовые, газовые вагранки, ванновые печи (в зависимости от способа подогрева воздуха могут быть регенеративные и рекуперативные, топливо: мазут или газ) и электродуговые печи, печи конверторного типа, циклонные печи.

Процесс начинается со складирования, дозирования, шихтования и подачи сырья в плавильный агрегат (вагранку). В ваграночном отделении производится плавление сырья (шихты) в вагранке (вагранка применяется как открытого, так и закрытого типа) с водоохлаждением. Для плавления в вагранке применяется в основном шихта трехкомпонентная, с разным фракционным составом. Структура шихты выглядит следующим образом: основной сырьевой материал – габбро (80,7%), вспомогательный (раскислитель) – известняк (6,3%) и топливо – литейный кокс (13%). Соотношения в шихте зависят от модуля кислотности основного сырья (габбро), нужной производительности, вязкости расплава.

Источником энергии для плавления шихты в вагранке является кокс или природный газ. Для снижения расхода кокса или газа, поднятия температуры в вагранке

и повышения производительности подается горячее дутье и кислород. Вагранка оснащена системой натекания расплава на центрифугу и устройством очистки и дожига ваграночных газов.

Наиболее энергоемкой стадией производства волокнистой теплоизоляции является получение минерального расплава.

Для получения расплава заданных параметров – температуры плавления (перегрева), вязкости и поверхностного натяжения – процесс плавления шихты имеет важное значение. Именно при плавлении шихты в вагранке происходят химические и термодинамические процессы. Расплав через желоб подается на первый валок четырехвалковой центрифуги с координатами по ширине точно в центр валька, по окружности – под углом 45° к вертикальной плоскости, проходящей через ось валька. Расплав, сбрасываемый с первого валька, подается на поверхность второго и далее последовательно на вальки 3 и 4. В процессе волокнообразования участвуют все четыре валька. Благодаря высокому числу оборотов вальков, расплав приобретает ускорение, создаются центробежные силы, которые разбивают и отрывают части расплава от валька и подхватываются воздушным потоком, вытягивая их в волокна, здесь же волокна пропитываются связующим (в отдуваемое от центрифуги волокно впрыскивается раствор синтетического связующего) и под действием воздушного потока переносятся на наклонный перфорированный конвейер в камеру волокноосаждения, имеющую треугольную форму (сейчас чаще применяются камеры волокноосаждения барабанного типа). Там волокно из-за разности давления воздушных потоков осаждается и формируется в так называемый первичный минеральный ковер. Под верхней ветвью перфорированного приемного конвейера камеры волокноосаждения сделана зона пониженного давления для удаления отработанного энергоносителя (воздуха).

В последнее время в странах СНГ получил распространение

центробежно-дутьевой (комбинированный) способ разбивания расплавленного расплава и волокнообразования с использованием четырехвалковой центрифуги или «Spinner» (двойная центрифуга). Производство минерального волокна центробежно-дутьевым способом включает в себя предварительное механическое центробежное расщепление струи расплава и последующее ее вытягивание в волокна под действием струи сжатого воздуха, одновременно через шпиндели центрифуги идет пропитывание формирующегося волокна водной связкой.

Вытягивание под действием раздува и центробежных сил центрифуги оторванных частичек расплава (капелек) и формирование их в волокна зависят от инерционных сил и сил поверхностного натяжения, а также от вязкости самого расплава.

Производительность четырехвалковых центрифуг от 4 т/ч (min) до 7,5 т/ч (max), КПД – 70-82%. Такие центрифуги позволяют получить теплоизоляционные изделия с минимальной плотностью до 25 кг/м^3 . Суммарная мощность приводов центрифуги (4 двигателя) может быть $P = 104-120,75 \text{ кВт}$. Для отдува в центрифуге применяются вентиляторы высокого давления, в которых количество воздуха для отдува может достигать $30000 (2 \times 15000) \text{ м}^3/\text{ч}$, давление воздуха – 28000 Па, а установленная мощность двигателя (2 двигателя) – от 320 кВт до 400 кВт.

Двойная центрифуга («Spinner») применяется для производительности по расплаву от 9 т/ч до 12 т/ч.

В процессе формирования волокна за счет разницы в скорости между волокном и твердыми включениями отделяются несформированные твердые включения («королек»).

Первичный слой минерального ковра снимается потоком воздуха с вертикально движущихся пластин конвейера и переносится на горизонтальный принимающий конвейер, по которому минеральный ковер транспортируется далее к промежуточному конвейеру, а затем спускается к подводящей ленте – к вертикальным лентам маятникового раскладчика. Маятник

укладывает минеральный ковер слоями на загрузочный конвейер, где формируется окончательный слой материала с заданными параметрами. Далее минеральный ковер проходит через систему сжатия, т. е. поступает на гофрировщик-подпрессовщик, где волокна пресуются, сминаются и сжимаются до получения соответствующей ориентации волокон, требуемой толщины и увеличения его плотности.

На следующем этапе минераловатный ковер подается в камеру полимеризации, где жидкое синтетическое связующее под воздействием тепловой обработки при $245-250^\circ\text{C}$ полимеризуется и придает формируемому минеральному коверу необходимую жесткость. Выходя из камеры полимеризации, сформированный минеральный ковер охлаждается, проходит рубку краев и направляется на распиливание с помощью пил (ленточной, продольной и качающейся (маятниковой)) на заданные размеры. Распиленный на плиты определенной геометрии минеральный ковер поступает на штабелеукладчик, затем отправляется в упаковочную машину. После упаковки минеральных плит производится съемка и паллетирование. Затем паллеты складываются с помощью вилочных погрузчиков в складе готовой продукции.

Заводы по производству теплоизоляционных материалов (каменной ваты), выпускающие в виде готовой продукции минеральные базальтовые плиты и техническую изоляцию, имеют обычно хороший средний показатель по строительной отрасли с годовой производительностью труда на одного работающего на заводе от 5 млн рублей до 10,5 млн рублей. Производительность труда на одного работающего прежде всего зависит от уровня автоматизации, минимизации затрат и потерь производства ((физических потерь производства (расплав, волокно, связки, «некондиция») и рабочего времени), уровня организации работ на заводе, уровня ведения технологии и производства, технического состояния оборудования, квалификации и вовлеченности, численности персонала.

Средняя себестоимость получения минеральных плит и матов (на основе базальтового волокна) составляет по отрасли от 24750 руб. до 32100 руб., а расход на тонну продукции, например, кокса для коксовых вагранок колеблется от 195 кг до 230 кг, расход фенолформальдегидной смолы от 60 кг до 80 кг. Стоимость 1 т в зависимости от плотности и номенклатуры

теплоизоляции на рынке составляет 57800-63700 руб.

Выводы

Хризотил-асбестовая отрасль развивается и хорошо адаптирована к рыночной экономике, вызовам и запросам настоящего и будущего времени. Производится комплексная добыча и переработка минерального сырья, добываемого в асбестовых карьерах.

На горно-обогатительных и перерабатывающих предприятиях отрасли осваиваются ресурсосберегающие технологии. Производится диверсификация и модернизация производства. Отрасль минимизировала производственные риски и вышла из производства монопродуктов, расширив ассортимент выпускаемой продукции и переориентировав рынки сбыта.

Сведения об авторах:

Пуненков С.Е., канд. техн. наук, главный технолог управления комбината Публичного акционерного общества «Ураласбест» (г. Асбест, Россия), ore-dressing@control.uralasbest.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4034-3457>

Козлов Ю.С., студент кафедры международной экономики и менеджмента Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург, Россия), kozlovuyuryu@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0121-0045>

Авторлар туралы мәліметтер:

Пуненков С.Е., техника ғылымдарының кандидаты, «Ораласбест» жария акционерлік қоғамы комбинаты басқармасының бас технологы (Асбест қ., Ресей)

Козлов Ю.С., «Ресейдің тұңғыш президенті Б.Н. Ельцин атындағы Орал федералдық университеті» Федералдық мемлекеттік автономды жоғары білім беру мекемесі, халықаралық экономика және менеджмент кафедрасының студенті (Екатеринбург қ., Ресей)

Information about the authors:

Punenkov S.E., Candidate of Technical Sciences, Chief Technologist of the Plant Management of the Public Joint Stock Company «Uralasbest» (Asbest, Russia)

Kozlov Y.S., Student at the Department of International Economics and Management of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin» (Yekaterinburg, Russia)

Поправка к тексту статьи «Хризотил-асбест и ресурсосбережение в хризотил-асбестовой отрасли», опубликованной в №3 2022 г.

На стр. 21 **текст** «...Для процесса выщелачивания и извлечения магния требуется подготовка отходов серпентинит-перидотитовых пород по фракционному и химическому составу, а именно: доизмельчение (в мельницах) и сепарация (как гравитационная для удаления хризотил-асбестового волокна, так и магнитная для удаления железа), так как крупная фракция и хризотил-асбестовое волокно, содержащие железо, снижают эффективность процесса выщелачивания...» **следует читать:**

«...Для процесса выщелачивания и извлечения магния требуется подготовка отходов серпентинит-перидотитовых пород по фракционному и химическому составу, а именно: доизмельчение (в мельницах) и сепарация (как гравитационная для удаления хризотил-асбестового волокна, так и магнитная для удаления железа), так как крупная фракция серпентинита + 0,4 мм должна быть не более 5-2,5%, содержание хризотил-асбестового волокна не должно превышать 0,1% в классе асбестового волокна + 0,1%, содержание оксида железа не должно быть более 4-5%. Превышение перечисленных показателей ведет к росту расхода реагентов и затрудняет процесс выщелачивания и осаждения...»

Текст «...На асбестовых горно-обогатительных комбинатах разрабатываются и предлагаются к промышленному освоению технологии, предусматривающие сернокислотное выщелачивание отходов хризотил-асбеста с извлечением в раствор 75-80% магния в виде сульфата...» **следует читать:**

«...На асбестовых горно-обогатительных комбинатах разрабатываются и предлагаются к промышленному освоению технологии, предусматривающие сернокислотное или солянокислотное выщелачивание отходов хризотил-асбеста (серпентинита) с извлечением в раствор 75-80% магния в виде сульфата...»

Текст «...Просев грузового потока цеха обогащения класса (-1,1+0) мм (серпентинит-передотитовые породы) проходит термическую активацию в печи при температуре 500-600°C и после термической обработки подвергается измельчению в мельницах до крупности менее 0,1 мм. После измельчения продукт менее 0,1 мм идет в процесс выщелачивания, который проводят с использованием топочного углекислого газа, образующего при пропускании через водную суспензию активированных пород серпентинита и перидотита угольную кислоту HCO_3 (бикарбонатный ион) с водородным показателем (кислой среды) $\text{pH} = 3,5-4,5...$ » **следует читать:**

«...Просев грузового потока цеха обогащения класса (-1,1+0) мм (серпентинит-передотитовые породы) проходит термическую активацию в печи при температуре 500-600°C и после термической обработки подвергается измельчению в мельницах до 0,1 мм. После измельчения продукт (серпентинит) более 0,1 мм направляется в процесс выщелачивания, который проводят с использованием топочного углекислого газа, образующего при пропускании через водную суспензию активированных пород серпентинита и перидотита угольную кислоту HCO_3 (бикарбонатный ион) с водородным показателем (кислой среды) $\text{pH} = 3,5-4,5...$ »

Поправка вносится по просьбе авторов статьи.

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



2022
КАРАГАНДА

28-30
ИЮНЯ



«TNT EXPO, LLC»
тел.: +7 (727) 344 00 63
e-mail: mintek@tntexpo.com

www.miningweek.kz

Код МРНТИ 36.16.19

Ш.Ә. Болатбек, Ж.Ә. Нұрлыжігітов, М.Б. Мұқаметжан

Әл-Фараби атындағы қазақ ұлттық университеті (Алматы қ., Қазақстан)

СЫЗЫҚТЫҚ НЫСАНДАРЫНЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Бұл мақалада инженерлік құрылымдардың, сызықтық нысандардың оның ішінде мұнай мен мұнай өнімдерін сақтауға арналған резервуарлардың және мұнай айдау қондырғысының технологиялық жабдықтары мен құбырларының деформацияларын анықтау бойынша геодезиялық жұмыстарды жүргізу технологиялары қарастырылады. Мұнай өндіру объектілерінің тұрақтылығын талдау әдістемесі ұсынылады. Инженерлік құрылыстардың жұмыс істеу қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін геодезиялық мониторинг кеңінен қолданылады, оның мақсаты деформациялардың шектік шамаларын уақтылы анықтау, олардың пайда болу себептерін анықтау, қолайсыз процестердің әрекетін жою бойынша шараларды әзірлеу және қабылдау болып табылады. Инженерлік құрылымдардың өмірлік циклінің барлық кезеңдеріндегі геодезиялық өлшеулер мен бақылаулардың нәтижелері инженерлік құрылысты бақылау нәтижелерін көрсетудің кешенді жүйесін құрудың негізі болып табылады.

Түйінді сөздер: мұнай айдау станциясы, геометриялық нивелирлеу, сызықтық нысандар, құрылыстардың тұрақтылығы, деформация шамаларын талдау, мұнай құбырлары.

Особенности геодезического наблюдения деформаций линейных объектов

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологии проведения геодезических работ по выявлению деформаций инженерных сооружений, линейных объектов, в том числе резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов, технологического оборудования и трубопроводов нефтеперерабатывающей установки. Предложена методика анализа устойчивости объектов нефтедобычи. Для обеспечения безопасности функционирования инженерных сооружений широко применяется геодезический мониторинг, целью которого является своевременное определение предельных величин деформаций, выявление причин их возникновения, разработка и принятие мер по устранению действия неблагоприятных процессов. Результаты геодезических измерений и наблюдений на всех этапах жизненного цикла инженерных сооружений являются основой для создания комплексной системы отражения результатов контроля инженерного строительства.

Ключевые слова: нефтеперерабатывающая станция, геометрическое нивелирование, линейные объекты, устойчивость сооружений, анализ величин деформаций, нефтепроводы.

Features of geodetic observation of deformations of linear objects

Abstract. In this article, the technologies of conducting geodetic works to detect deformations of engineering structures, linear objects, including tanks for storing oil and petroleum products, technological equipment and pipelines of an oil pumping unit are considered. A methodology for analyzing the stability of oil production facilities is proposed. To ensure the safety of the operation of engineering structures, geodetic monitoring is widely used, the purpose of which is to determine the limit values of deformations in a timely manner, identify the causes of their occurrence, develop and adopt measures to eliminate the action of adverse processes. Results of geodesic measurements and observations at all stages of the life cycle of engineering structures is the basis for creating a comprehensive system for displaying the results of control over engineering construction.

Key words: oil pumping station, geometric leveling, linear objects, stability of structures, analysis of deformation values, oil pipelines.

Кіріспе

Мұнай өнеркәсібінің инженерлік құрылымдары мен технологиялық жабдықтарының деформациясын зерттеудің негізгі әдісі жүйелі түрде жүргізілуі қажет геодезиялық мониторинг болып табылады. Мұнай-газ өндіру объектілерінің деформацияларын жүйелі бақылау ғылыми және практикалық маңызға ие. Ғылыми маңыздылығы, геодезиялық құралдармен алынған деформациялардың мөлшері, сондай-ақ олардың динамикасы туралы мәліметтер әр түрлі техногендік және табиғи жағдайларға байланысты негіздерді есептеу әдістерін нақтылауға, топырақтың әр түрлі түрлері мен бақыланатын объектілер топтары үшін рұқсат етілген шекті деформациялар мен олардың біркелкі еместігін анықтауға мүмкіндік береді. Практикалық маңыздылығы, алынған акпарат қарастырылып отырған объектілердің беріктігін,

пайдалану сенімділігін қамтамасыз етуге, сондай-ақ төтенше жағдайлар мен өрт қауіпті жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді.

2020 жылдың күзгі және көктемгі кезеңдерінде мұнай өндіру объектілерінің қауіпті деформацияларының алдын алу немесе жою бойынша уақтылы шаралар қабылдау үшін деректер алу мақсатында мұнай кен орнында геодезиялық жұмыстар орындалды¹ [1].

Зерттеу әдістері

Рұқсат етілген және шектік деформациялардың мәні ғимараттар мен құрылыстарды жобалаудың тиісті нормаларымен, жабдықтарды техникалық пайдалану ережелерімен және жобалауға арналған тапсырмамен белгіленеді.

Шарт бойынша бақыланатын объектілер (сурет 1):

- сыйымдылығы 400 м³ резервуарлар;
- технологиялық құбырлар;

- техникалық алаң;
- мұнай айдау станциясының құрылғылары орналасқан алаң;
- магистралды агрегат насостары.

Мұнай сақтауға арналған қазіргі заманғы резервуар құрылымдық жағынан күрделі құрылымға ие, құрылғының түріне байланысты – жер асты немесе жер үсті; жердің климаттық көрсеткіштері; сақтау ерекшеліктері, сондай-ақ мұндай құрылымды жобалауға қойылатын нормативтік талаптары бар.

Мұнай резервуарларын жобалаудың жобалау алдындағы кезеңінде жергілікті жерде инженерлік және геодезиялық зерттеулер жүргізуден басқа, құрылыс кезінде мұндай іргетасты бөлуге және одан шығаруға маңызды мән беріледі. Құрылыстың бастапқы кезеңінде жұмыстарды іске асыру резервуарды орналастыру алаңында геодезиялық жұмыстарды жүргізумен айқындалады.

¹Жуков Б.Н. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың құрылыстары мен жабдықтарын геодезиялық бақылау: монография. – Новосибирск: Сібір мемлекеттік геодезия академиясы, 2013. – 356 с. (орыс тілінде)

Жұмыстардың далалық кезеңі бақылау объектісінде барлауды, реперлер мен шөгінді бақылау нүктелерін нивелирлеуді қамтыды.

Үйінді топырақтарда тұрғызылатын құрылыстар үшін белгіленген шөгінділер алу үшін тік деформацияларды (шөгінділерді) анықтаудың рұқсат етілген қателігі 5 мм объектіде нивелирлік желінің 2 сатылы схемасы жобаланған. Бастапқы жұмыс реперлері бойынша II классты тұйық нивелирлік жүріс салынады. Резервуарлар түбінің шеткі бақылау нүктелерінің белгілерін анықтау II классты нивелирлік жүрістің топырақты және жұмыс реперлерінен III классты жүрістермен орындалды.

Жұмысты орындау барысында 4 топырақты репер, 12 тіректі пункт және геодинамикалық желінің 2 топырақты репері зерттелді.

Нивелирлеу желісін дамыту кезінде тірек пункттері, топырақ және уақытша реперлер қолданылды.

Жұмыс учаскесінде жиынтықта Leica GTL4M (2 дана) маркалы рейкаларымен Leica Sprinter 150 цифрлық нивелирін пайдалана отырып, II класстың дәлдігі бойынша геометриялық нивелирлеу орындалды. Құралдан рейкаға дейінгі қашықтық 25 мм-ге дейінгі қашықтықты өлшеу қатесі бар тікелей электронды деңгеймен өлшенді [2].

II классты нивелирлеу нәтижелері бойынша бастапқы негіздің реперлері жағдайының тұрақтылығын талдау одан әрі неғұрлым тұрақтысын тандау үшін орындалды. Талдау нәтижелері бойынша репердің: RP1 және RP3 әлсіз төзімді, қалғандары жеткілікті тұрақты және тірек нүктелері ретінде пайдаланылуы мүмкін екендігі анықталды. Бастапқы нүкте ретінде RP2 таңдалды [3, 4].

Іске асырылған II классты нивелирлеу желісі түйіндік пункттері бар 5 полигонды құрайды: RP11, RP12, RP13, RP14, RP15.

II классты нивелирлеу полигонындағы 11-ші (көктемгі) бақылау цикліндегі қиылыспаушылықтың рұқсат етілген мәні $\pm 1,5$ мм болғанда, қиылыспаушылық $+0,95$ мм құрады, 12-ші бақылау цикліндегі қиылыспаушылықтың

рұқсат етілген мәні $\pm 2,5$ мм болғанда, қиылыспаушылық $+1,75$ мм құрады бұл рұқсат етілгеннен аз, яғни нивелирлеу нәтижелері II классты нивелирлеу дәлдігінің талаптарына сәйкес келеді.

II классты нивелирлеуді теңестіру нәтижесінде алынған тірек пункттері мен уақытша реперлердің биіктігі III классты нивелирлеуді өңдеу үшін негіз ретінде пайдаланылды. Резервуарлардағы шөгуді бақылау нүктелері ретінде төменгі қатар табанының тік дәнекерлеу тігістерінде резервуар түбінің шеткі нүктелері таңдалды.

Теңестіру процесінде бағдарламалық жолмен (Credo Dat) III классты нивелирлеу желісіне қосылған барлық өтпелі нүктелер мен шөгінді маркалардың биіктігі және III классты нивелирлеудің сапалық сипаттамалары есептелді:

- бір III классты нивелирлеу штативіне орташа квадраттық қате;
- бастапқы нүктелерге қатысты өтпелі нүктелер мен шөгінді маркалардың абсолютті биіктігінің орташа квадраттық қателігі.

III сыныпты нивелирлеу полигоны үшін ең жоғарғы қалдық мәні 11-ші бақылау цикліндегі

қиылыспаушылықтың рұқсат етілген мәні $\pm 6,1$ мм болғанда, қиылыспаушылық $+4,2$ мм құрады, 12-ші бақылау цикліндегі қиылыспаушылықтың рұқсат етілген мәні $\pm 5,9$ мм болғанда, қиылыспаушылық $+4,5$ мм құрады [5].

Нәтижелер және оларды талқылау

Теңестіру нәтижелері бойынша бағдарламалық жолмен өтпелі нүктелер мен шөгінді маркалар үшін «биіктіктердің дәлдігін бағалау ведомостары» жасалды.

Ағымдағы циклдің бақылау нүктелерінің биіктік белгілері алдыңғы бақылау циклдерінің белгілерімен салыстырылды. Нәтижелер арнайы тізімдемелерде көрсетілген. Резервуарлар үшін толтыру деңгейі, ағымдағы циклдегі көршілес шеткі нүктелер биіктігінің айырмасы және кез келген басқа нүктелер биіктігінің барынша айырмасы қосымша келтірілді.

Бақылау нүктелері биіктіктерінің айырмашылықтарына жүргізілген талдау №1, №2 резервуарларға арналған нормативтік құжаттар талаптарының орындалуын көрсетті.

Ғимараттар мен құрылыстардың тік ығысуы (жауын-шашын немесе булану) біркелкі және біркелкі



Сурет 1. Сыйымдылығы 400 м³ резервуарлар мен мұнай айдау станциясының құрылғылары орналасқан алаң.

Рис. 1. Площадь расположения резервуаров емкостью 400 м³ и устройств нефтеперекачивающей станции.

Figure 1. The area of the location of tanks with a capacity of 400 m³ and devices of the oil pumping station.

болып келеді. Орын ауыстырудың жинақталуы болмайды, ал кейбір объектілерде мұндай жинақтаулар мөлшері жағынан аз. Құрылымдардың бір бөлігінде тік ығысулар пайда болмайды.

Техникалық тапсырмаға сәйкес қабырғаларды құрайтын тік деформацияларды анықтау бойынша жұмыстар кешені орындалды. Техникалық диагностика және қауіпсіздікті талдау». Резервуардың қабырғаларын құрайтын ауытқуларды тігінен өлшеу Leica TS09 ultra, Leica TS06 тахеометрлерімен ± 3 мм қысқа қашықтықты өлшеу дәлдігін қамтамасыз ететін тоқтаусыз режимде жүргізілді (сурет 2) [6, 7].

Көлемі 400 м^3 резервуарларда резервуардың қабырғаларын құрайтын қабырғалардың әр белдеуінің жоғарғы деңгейінде вертикальдан ауытқулар өлшенген.

Өлшеу әр белдеу үшін, көлденең және тік тігістің қиылысу нүктесінің айналасында, одан шамамен 50 мм қашықтықта жүргізілді. Төрт нүктеден тұратын топта төменгі екеуі жұмыс, ал жоғарғы екі нүкте бақылау болды.

Тахеометр зерттеліп отырған тік тігіске қарама-қарсы, тахеометр құбырының нысаналық сәулесі резервуардан шамамен оның биіктігіне тең қашықтықта тік тігісте орналасқан нүктелерде резервуардың бетіне тангенске перпендикуляр болуы шартымен орнатылды. Осы Шарт бойынша тахеометрді орнату визуалды түрде жүргізілді,



**Сурет 2. Leica TS09 ultra тахеометрімен есеп алу процесі.
Рис. 2. Процесс получения отчета тахеометром Leica TS09 ultra.
Figure 2. The process of receiving a report by the Leica TS09 ultra total station.**

содан кейін өлшеуді бастамас бұрын, тік тігістің екі жағындағы қашықтық өлшеуіштерді одан шамамен бірдей қашықтықта (шамамен 0,5 м) алу арқылы аспаптық бақыланды, көлденең төсемдердің конвергенциясы бірліктер деңгейінде миллиметр болуы керек. Құралды түпкілікті орнатқаннан кейін жұмыс өлшемдері орындалды [8, 9].

Қорытынды

Орындалған жұмыстың материалдары бойынша резервуардың қабырғаларын құрайтын вертикальдан ауытқу шамасы есептеледі, нәтижелері әр объект үшін бөлек кестеге орналастырылады. Сонымен қатар, кестеде алынған деректерді

талдау үшін рұқсат етілген орын ауыстыру мәндері көрсетілген. Жұмыс қорытындысы бойынша бақыланатын нысандарды одан әрі пайдалану туралы қорытынды жасалды, Ағымдағы жөндеуді жоспарлау бойынша ұсыныстар берілді.

Қорыта айтқанда мұнай айдау станциясында құбырлардың вертикаль деформациясы анықталып, дер кезінде алдын алу жұмыстары жаңа геодезиялық өлшеу құралдарымен жасалды. Мұнай айдау станциясында жоспарлы-биіктік түсіру желісі құрылып, жағдай мен рельеф элементтері түсірілді. Инженерлік-топографиялық жоспарлар, бойлық профильдер мен топографиялық ведомостарды жасалды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Никонов А.В. Электронды тахеометрлерді қолдана отырып, ортасынан тригонометриялық нивелирлеу дәлдігін зерттеу. // Сібір мемлекеттік геодезиялық академиясының хабаршысы. – 2013. – Шығ. 2(22). – Б. 26-35 (орыс тілінде)
2. Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В., Широкова Т.А., Середович В.А., Середович А.В., Ткачева Г.Н., Студенков С.С. Үш өлшемді модельдеу технологиясымен үйлескен құрылымдардың деформациясын бақылау. // Геодезия және картография. – 2016. – №6. – Б. 12-14 (орыс тілінде)
3. Жуков Б.Н. Ғимараттар мен құрылыстардың техникалық жағдайын геодезиялық бақылаудың рөлі, теориясы мен практикасы // Сібір мемлекеттік геодезиялық академиясының хабаршысы. – 2016. – Вып. 11. – Б. 111-116 (орыс тілінде)
4. Никонов А.В. Электрондық тахеометрлермен қашықтықты рефлекторлық режимде өлшеу дәлдігін зерттеу. // Сібір мемлекеттік геодезиялық академиясының хабаршысы. – 2015. – Шығ. 1(29). – Б. 43-53 (орыс тілінде)
5. Уставич Г.А., Китаев Г.Г., Никонов А.В., Сальников В.Г. Энергетика объектілерін салу үшін геодезиялық негіз жасау. // Жоғары оқу орындарының хабарлары. Геодезия және аэрофототүсірілім. – 2013. – №4. – С. 8-13 (орыс тілінде)

6. Уставич Г.А., Сальникова П.П., Сальников В.Г., Рябова Н.М. Тікбұрышты пішіндегі құрғақ желдеткіш градириясының деформациялық мониторингі. // *Интерэкспо Гео-Сібір 2016: XII Халықаралық ғылыми конгресс: Халықаралық ғылыми конференция «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: 2 томдық материалдар жинағы.* – Новосибирск: Сібір мемлекеттік геожүйелер және технологиялар университеті, 2016. – Т. 1. – Б. 20-25 (орыс тілінде)
7. Васильев Г.Г., Жалябов А. А., Леонович И.А. Криолитозондағы газ кешені объектілерінің инженерлік құрылыстарының деформацияларының пайда болу себептерін талдау. // *Тау-кен институтының жазбалары.* – 2021. – Т. 249. – Б. 377-385 (орыс тілінде)
8. Михайлова Н.С., Бабелло В.А. Криолитозон жағдайында сызықтық құрылыстарды салу және пайдалану кезінде беткейлердегі деформациялық процестердің даму ерекшеліктері. – *Чита, 2014.* – Б. 137-142 (орыс тілінде)
9. Солодовников А.В., Махнева А.Н. Жиілік талдауын орындау кезінде болат көлденең резервуар тірегінің деформациясын зерттеу. // *Жоғары оқу орындарының жаңалықтары. Мұнай және газ.* – 2019. – №2. – Б. 120-126 (орыс тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Никонов А.В. Исследование точности тригонометрического нивелирования способом из середины с применением электронных тахеометров. // *Вестник СГГА.* – 2013. – Вып. 2(22). – С. 26-35 (на русском языке)
2. Комиссаров А.В., Комиссаров Д.В., Широкова Т.А., Середович В.А., Середович А.В., Ткачева Г.Н., Студенков С.С. Мониторинг деформаций соединений в сочетании с технологией трехмерного моделирования. // *Геодезия и картография.* – 2016. – №6. – С. 12-14 (на русском языке)
3. Жуков Б.Н. Роль, теория и практика геодезического контроля технического состояния зданий и сооружений. // *Вестник СГГА.* – 2016. – Вып. 11. – С. 111-116 (на русском языке)
4. Никонов А.В. Исследование точности измерения состояния электронными тахеометрами в безотражательном режиме. // *Вестник СГГА.* – 2015. – Вып. 1(29). – С. 43-53 (на русском языке)
5. Уставич Г.А., Китаев Г.Г., Никонов А.В., Сальников В.Г. Создание геодезической основы для строительства объектов энергетики. // *Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка.* – 2013. – №4. – С. 8-13 (на русском языке)
6. Уставич Г.А., Сальникова П.П., Сальников В.Г., Рябова Н.М. Деформационный мониторинг сухой вентиляционной градири прямоугольной формы. // *Интерэкспо Гео-Сибирь – 2016: XII Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 томах.* – Новосибирск: СГУГиТ, 2016. – Т. 1. – С. 20-25 (на русском языке)
7. Васильев Г.Г., Жалябов А. А., Леонович И.А. Анализ причин возникновения деформаций инженерных сооружений объектов газового комплекса в криолитозоне. // *Записки Горного института.* – 2021. – Т. 249. – С. 377-385 (на русском языке)
8. Михайлова Н.С., Бабелло В.А. Особенности развития деформационных процессов на склонах при строительстве и эксплуатации линейных сооружений в условиях криолитозоны. – *Чита, 2014.* – С. 137-142 (на русском языке)
9. Солодовников А.В., Махнева А.Н. Исследование деформации опоры стального горизонтального резервуара при выполнении частотного анализа. // *Известия вузов. Нефть и газ.* – 2019. – №2. – С. 120-126 (на русском языке)

REFERENCES

1. Nikonov A.V. Issledovanie tochnosti trigonometricheskogo nivelirovaniya sposobom iz serediny s primeneniem e'lektronnykh taxemetrov [Investigation of the accuracy of trigonometric leveling by means of the middle using electronic total stations]. // *Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy geodezicheskoy akademii = Bulletin of the Siberian State Geodetic Academy.* – 2013. – Vol. 2(22). – P. 26-35 (in Russian)
2. Komissarov A.V., Komissarov D.V., Shirokova T.A., Seredovich V.A., Seredovich A.V., Tkacheva G.N., Studenkov S.S. Monitoring deformacij sooruzhenij v sochetanii s texnologiej trexmernogo modelirovaniya [Monitoring of joint deformations in combination with three-dimensional modeling technology]. // *Interexpo Geo-Siber 2016: XII International Scientific Congress: International Scientific Conference «Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Marksheeting»: 2-volume collection of materials.* – Novosibirsk: Siberian Federal University of Geosystems and Technologies, 2016. – Vol. 1. – P. 20-25 (in Russian)

- in combination with three-dimensional modeling technology]. // Geodeziya i kartografiya = Geodesy and cartography. – 2016. – №6. – P. 12-14 (in Russian)*
3. Zhukov B.N. Rol', teoriya i praktika geodezicheskogo kontrolya texnicheskogo sostoyaniya zdaniy i sooruzhenij [Role, theory and practice of geodetic control of the technical condition of buildings and structures]. // Vestnik SGGa = Bulletin of the Siberian State Geodetic Academy. – 2016. – Vyp. 11. – P. 111-116 (in Russian)
 4. Nikonov A.V. Issledovanie tochnosti izmereniya rasstoyanij e'lektronnymi taxeometrami v bezotrazhatel'nom rezhime [Investigation of the accuracy of measuring the state of electronic total stations in non-reflective mode]. // Vestnik SGGa = Bulletin of the Siberian State Geodetic Academy. – 2015. Vol. 1(29). – P. 43-53 (in Russian)
 5. Ustavich G.A., Kitaev G.G., Nikonov A.V., Salnikov V.G. Sozdanie geodezicheskoy osnovy dlya stroitel'stva ob"ektov e'nergetiki [Creation of a geodetic basis for the construction of energy facilities]. // Izvestiya vuzov. Geodeziya i ae'rofotos'emka = News of universities. Geodesy and aerial photography. – 2013. – №4. – P. 8-13 (in Russian)
 6. Ustavich G.A., Salnikova P.P., Salnikov V.G., Ryabova N.M. Deformacionnyj monitoring suxoj ventilyatornoj gradirni pryamougol'noj formy [Deformation monitoring of a rectangular-shaped dry ventilator plate]. // Intere'kspo GEO-Sibir' – 2016: XII Mezhdunar. nauch. kongr.: Mezhdunar. nauch. konf. «Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, markshejderiya»: sb. materialov v 2 tomax = Interexpo Geo-Siberia 2016. XII International Scientific Conference: International Scientific Conference «Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Surveying»: collection of materials in 2 vol. – Novosibirsk: SGUGiT = Siberian State University of Geosystems and Technologies, 2016. – T. 1. – P. 20-25 (in Russian)
 7. Vasil'ev G.G., Dzhalayabov A.A., Leonovich I.A. Analiz prichin vozniknoveniya deformacij inzhenernyx sooruzhenij ob"ektov gazovogo kompleksa v kriolitozone [Analysis of the causes of deformations of engineering structures of gas complex facilities in the cryolithozone]. // Zapiski Gornogo instituta = Notes of the Mining Institute. – 2021. – Vol. 249. – P. 377-385 (in Russian)
 8. Mikhailova N.S., Babello V.A. Osobennosti razvitiya deformacionnyx processov na sklonax pri stroitel'stve i e'kspluatacii linejnyx sooruzhenij v usloviyax kriolitozony [Features of the development of deformation processes on slopes during the construction and operation of linear structures in cryolithozone conditions]. – Chita, 2014. – P. 137-142 (in Russian)
 9. Solodovnikov A.V., Makhneva A.N. Issledovanie deformacii opory stal'nogo gorizontalnogo rezervuara pri vypolnenii chastotnogo analiza [Study of deformation of the support of a steel horizontal tank during frequency analysis]. // Izvestiya vuzov. Neft' i gaz = News of universities. Oil and gas. – 2019. – №2. – P. 120-126 (in Russian)

Авторлар туралы мәлімет:

Болатбек Ш.Ә., әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Картография және геоинформатика кафедрасының «Геодезия» оқу бағдарламасының 2 курс магистранттары (Алматы қ., Қазақстан), bolatbeks27@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8418-4043>

Нұрлыжигитов Ж.Ә., әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Картография және геоинформатика кафедрасының «Геодезия» оқу бағдарламасының 2 курс магистранттары (Алматы қ., Қазақстан), nur9869@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6957-5940>

Мұқаметжан М.Б., әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Картография және геоинформатика кафедрасының «Геодезия» оқу бағдарламасының 2 курс магистранттары (Алматы қ., Қазақстан), meirmuhametzhn@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9720-8075>

Сведения об авторах:

Болатбек Ш.А., магистрант 2 курса учебной программы «Геодезия» кафедры картографии и геоинформатики Казахского национального университета им. аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан)

Нұрлыжигитов Ж.А., магистрант 2 курса учебной программы «Геодезия» кафедры картографии и геоинформатики Казахского национального университета им. аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан)

Мұқаметжан М.Б., магистрант 2 курса учебной программы «Геодезия» кафедры картографии и геоинформатики Казахского национального университета им. аль-Фараби (г. Алматы, Казахстан)

Information about the authors:

Bolatbek Sh.A., 2nd year Master's Student of the Geodesy Curriculum at the Cartography and Geoinformatics Department of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

Nurlyzhigitov Zh.A., 2nd year Master's Student of the Geodesy Curriculum at the Cartography and Geoinformatics Department of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

Mukametzhan M.B., 2nd year Master's Student of the Geodesy Curriculum at the Cartography and Geoinformatics Department of the Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

**KAZAKHSTAN
INDUSTRY WEEK**

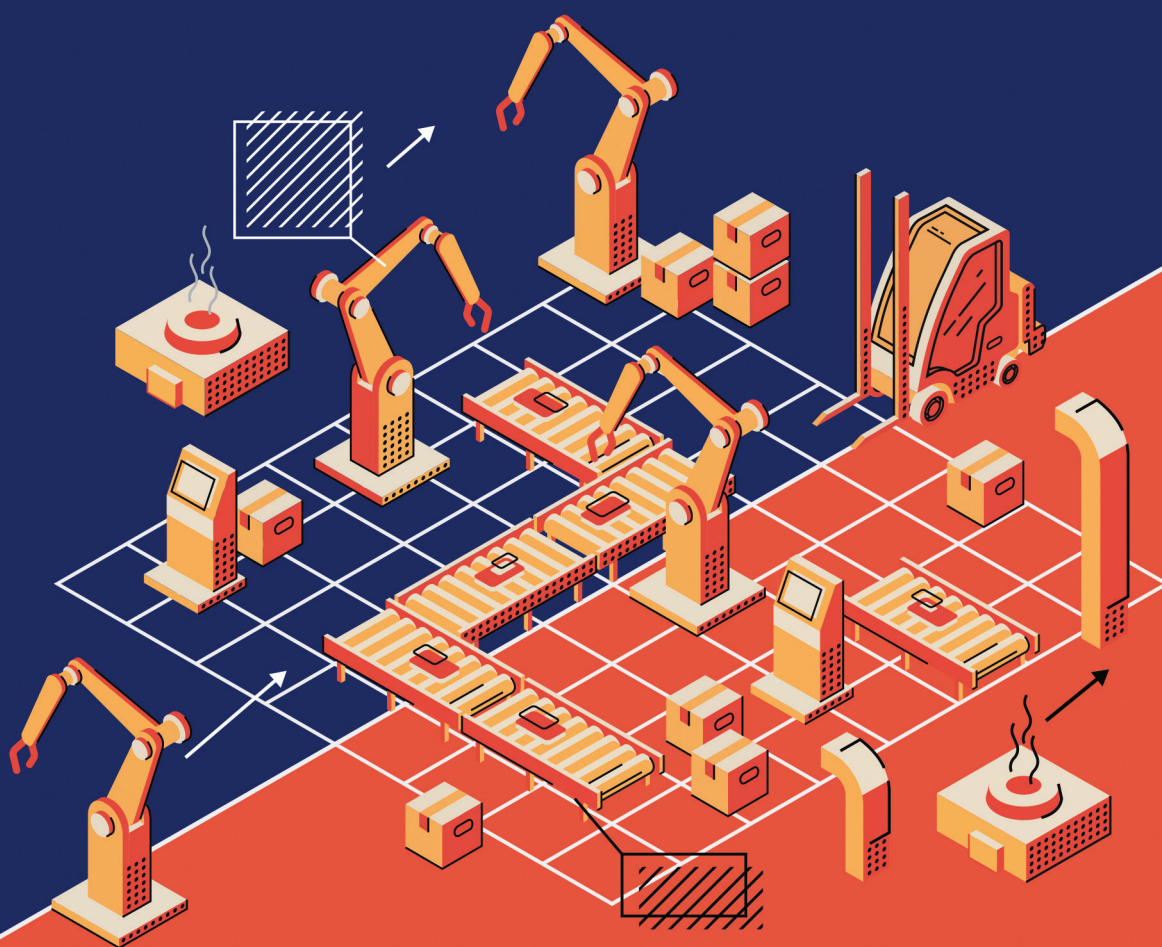


**KAZAKHSTAN
MACHINERY FAIR**



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



AEX KS

Код МРНТИ 52.35.29

Э.К. Каржауова

Казахский университет технологии и бизнеса (г. Нур-Султан, Казахстан)

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ГОРНЫХ ПОРОД К ВЫЕМКЕ ВЗРЫВАНИЕМ В УСЛОВИЯХ ОТРАБОТКИ УВЕЛИЧЕННЫМИ УСТУПАМИ

Аннотация. В статье изложены современные проблемы ведения вскрышных работ на угольных разрезах увеличенными уступами. Обосновывается, что данный подход является одним из путей существенного улучшения технико-экономических показателей на угольных разрезах. Представлен анализ факторов, обеспечивающих при этом повышение эффективности их применения на открытых разработках, а также дано обоснование целесообразности применения эмульсионных взрывчатых веществ, представлен комплекс расчетов по процессу взрывания. В качестве результатов проведенной научно-исследовательской работы представлены разработанные методы и средства управления взрывом при отработке высоких вскрышных уступов, изложены результаты исследования возможностей повышения эффективности применяемых промышленных взрывчатых веществ при взрывании высоких уступов разрезов с применением эмульсионных взрывчатых веществ, характеристики которых максимально соответствуют разрушаемому горным породам.

Ключевые слова: открытая разработка, увеличенные уступы, взрывание, эффективность, эмульсионные взрывчатые вещества, вскрышные работы.

Тау-кен қазбалары жағдайында тау жыныстарын жару арқылы қазуға дайындаудың негізгі бағыттары мен мәселелері

Аңдатпа. Мақалада көмір разрездерінде кеңейтілген кертпелермен аршу жұмыстарын жүргізудің қазіргі заманғы проблемасының орындалған тұжырымы баяндалған. Бұл тәсіл көмір разрездеріндегі техникалық-экономикалық көрсеткіштерді айтарлықтай жақсарту жолдарының бірі болып табылатыны негізделді. Бұл ретте оларды ашық әзірлемелерде қолдану тиімділігін арттыруды қамтамасыз ететін факторларға талдау ұсынылған, сондай-ақ оларды жару үшін эмульсиялық жарылғыш заттар қолданудың орындылығына негіздеме берілген, жару процесі бойынша есептеулер кешені ұсынылған. Жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмысының нәтижелерінің бірі ретінде жоғары аршу кемерлерін өңдеу кезінде жарылысты басқарудың әзірленген әдістері мен құралдары ұсынылған, сипаттамалары жойылатын тау жыныстарына барынша сәйкес келетін эмульсиялық жарылғыш заттарды қолдана отырып, разрездердің жоғары кемерлерін жару кезінде қолданылатын өнеркәсіптік жарылғыш заттардың тиімділігін арттыру мүмкіндіктерін зерттеу нәтижелері баяндалған.

Түйінді сөздер: ашық игеру, үлкейтілген кертпештер, жару, тиімділік, эмульсиялық жарылғыш заттар, аршу жұмыстары.

The main trends and problems of preparing rocks for excavation by blasting in the conditions of mining with increased ledges

Abstract. The article presents the completed formulation of the modern problem of conducting stripping operations at coal mines with enlarged ledges. It is proved that this approach is one of the ways to significantly improve the technical and economic indicators at coal mines. An analysis of the factors ensuring an increase in the efficiency of their use in open-pit mining is presented, as well as a justification for the expediency of using emulsion explosives for their blasting, a set of calculations for the blasting process is presented. As one of the results of the conducted research, the developed methods and means of explosion control are presented when working out high overburden ledges, the results of the study of the possibilities of increasing the efficiency of industrial explosives used when blasting high ledges of sections using emulsion explosives, the characteristics of which correspond to the destroyed rocks as much as possible.

Key words: open-pit mining, increased ledges, blasting, efficiency, emulsion explosives, stripping operations, coal mine, technical and economic indicators, research work, methods and means.

Введение

Актуальность. Открытый способ отработки месторождений полезных ископаемых был и остается одним из наиболее широко используемых в настоящее время и перспективных в ближайшем будущем. Одним из направлений, обеспечивающих его эффективность в условиях устойчивого понижения горных работ, является увеличение одного из базовых горно-геометрических параметров, каковым является уступ.

Увеличение высоты вскрышного уступа на разрезах позволяет исключить ряд принципиальных трудностей, неразрешимых в рамках традиционной технологии. Основное преимущество технологии отработки вскрыши увеличенными (более 12 м) уступами заключается в возможности управления углом откоса рабочего борта разреза, что обеспечивает снижение величины текущего коэффициента вскрыши, сокращение количества транспортных горизонтов, задействованных транспортных средств, затрат на буровзрывные работы, уменьшение объема и

повышение эффективности горнотранспортных работ^{1, 2}. В связи с этим обоснование параметров и разработка технологии эффективного перехода к отработке мощных угольных месторождений высокими уступами представляет собой важную социально-экономическую проблему, так как способствует повышению полноты освоения месторождений более дешевым и безопасным открытым способом при сокращении экологического воздействия, продлению сроков эксплуатации месторождений.

Разработка угольных месторождений на современном этапе характеризуется дальнейшим ухудшением горнотехнической обстановки, связанной с переходом горных работ на глубокие горизонты, возрастанием коэффициентов вскрыши, ограниченностью рабочего пространства угольных разрезов, а также физическим и моральным износом оборудования и иных производственных фондов. Все это в существенной мере отражается на ухудшении технико-экономических показателей освоения угольных месторождений^{3, 4}.

¹Арсентьев А.И. Вскрытие и система разработки карьерных полей. – М.: Недра, 1981. – 280 с.

²Арсентьев А.И. Определение главных параметров карьеров. – М.: Недра, 1976. – 213 с.

³Баулин А.В. Обоснование параметров технологии отработки вскрышных пород высокими уступами при транспортной системе разработки на угольных разрезах. / Автореф. канд. дисс. – М., 2002. – 23 с.

⁴Репин Н.Я., Богатырев В.П., Буткин В.Д. и др. Буровзрывные работы на угольных разрезах. – М., Недра, 1987. – 254 с.

Решение указанной проблемы связано с повышением качества и совершенствованием проектирования параметров буровзрывных работ на разрезах с высокими уступами, основанных на адекватном учете изменяющихся с глубиной и высотой отработки физико-механических и горно-технологических свойств пород, характеристик применяемых средств взрывания и взрывчатых веществ (ВВ).

Очевидно, что экономическая эффективность взрывных работ определяется характеристиками применяемых ВВ и возможностью максимальной механизации процессов, связанных с их изготовлением и применением⁵. Этот вид работ, и без того выделяющийся своей повышенной опасностью, с повышением уровня их механизации и увеличением производительности может стать еще более опасным.

В основе решения указанной задачи лежит выполнение не всегда совместимых между собой требований: повышение эффективности взрывания промышленных ВВ, рост уровня механизации, а также технологической безопасности при их изготовлении и применении.

Цель исследования – обоснование и разработка способа ведения взрывных работ на высоких уступах с использованием эмульсионных взрывчатых веществ (ЭВВ) в глубоких карьерах с учетом закономерностей изменения физико-механических и горнотехнологических свойств массива горных пород.

Задачи исследования:

- создание и систематизация технологических схем отработки месторождений с применением увеличенных уступов и определение основных тенденций и перспектив роста эффективности открытых горных работ;
- исследование влияния основных факторов на параметры технологических процессов формирования и эксплуатации высоких уступов и определение условий эффективного перехода на работу высокими вскрышными уступами;
- разработка методов и средств управления взрывом при отработке высоких вскрышных уступов;
- повышение эффективности применяемых промышленных взрывчатых веществ при взрывании высоких уступов разрезов с применением эмульсионных взрывчатых веществ, характеристики которых максимально соответствуют разрушаемому горным породам.

Методы исследования

Выполнение буровзрывных работ (БВР) является первым в цепи технологических процессов горного производства и в значительной мере определяет себестоимость добычи полезных ископаемых. На крупных карьерах затраты на БВР достигают 30% от общего расхода на добычу, и ожидается их увеличение по мере понижения горных работ.

Изыскание путей снижения затрат на БВР связано с определением свойств горных пород в естественном залегании⁶. Поэтому разработка экспресс-методик

уточнения физико-механических свойств горных пород, их буримости и взрываемости является весьма актуальной задачей, имеющей высокую научно-практическую значимость. Для повышения эффективности БВР требуется найти общий показатель трудности разрушения горных пород в процессах бурения и взрывания. Ввиду того, что механизмы разрушения пород в этих процессах различны, общий показатель трудности разрушения горного массива может быть установлен только посредством изучения взаимосвязи между энергетическими характеристиками указанных процессов, поскольку единственным фактором, их объединяющим, является энергия, которая тратится на разрушение горных пород.

По мере отработки месторождения для сокращения затрат на добычу параметры БВР совершенствуются согласно развитию научно-технического прогресса^{4, 7}. В настоящее время для совершенствования параметров БВР на горных предприятиях проводятся научные исследования по следующим направлениям:

- технологии изготовления ВВ в местах потребления;
- свойства ВВ, изготавливаемых в местах потребления;
- схемы взрывания, средства инициирования и конструкции зарядов;
- методы проектирования взрывов в увязке с разрушаемой средой.

Результаты исследования

По мере увеличения высоты уступа снижаются затраты на подготовку скальных пород к выемке и транспортирование взорванной горной массы, соответственно, это влияет на себестоимость извлечения горной массы и рентабельность освоения месторождения в целом. Одновременно возрастает вероятность образования «козырьков» и «нависей» в забоях, увеличиваются потери и разубоживание полезных ископаемых, снижаются интенсивность и безопасность разработки месторождения. В связи с этим в процессе обоснования, на начальном этапе следует рассматривать ряд возможных значений h , отвечающих требованиям безопасного ведения выемочно-погрузочных работ, а затем, для каждого из значений установить производительность карьера, характер изменения во времени годовых объемов вскрыши и определить экономический эффект с использованием традиционных критериев оценки. Вариант с наилучшими общими технико-экономическими показателями работы карьера и с учетом качества освоения запасов месторождений будет соответствовать оптимальной высоте уступа.

Высота уступа оказывает существенное влияние на скорость углубления карьера, которая чаще ограничивается продолжительностью работ по вскрытию и подготовке горизонтов, а не скоростью перемещения фронта верхних рабочих уступов.

Известна тенденция увеличения высоты уступов для повышения интенсивности отработки месторождения.

⁵Вовк А.А., Черный Г.И. Взрывные работы в горных породах. – Киев: Техника, 1973. – 164 с.

⁶Друкованный М.Ф., Ефремов Э.И. и др. Взрывание высоких уступов. – М.: Недра, 1964. – 108 с.

⁷Ракишев Б.Р. Прогнозирование технологических параметров взорванных пород на карьерах. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 239 с.

Для проверки условия неизменности интенсивности отработки используют выражение:

$$Q_2/[h_2L_{\theta_2}(ctga_2 + ctg\beta)] \leq Q_1/[h_1L_{\theta_1}(ctga_1 + ctg\beta)],$$

где Q_1 и Q_2 – производительность экскаваторов, соответственно, при меньшей h_1 и большей h_2 высоте уступа, м³/год;

L_{θ_1} и L_{θ_2} – соответственно, длина экскаваторных блоков, м;

α_1 и α_2 – углы наклона борта карьера при меньшей и большей высоте уступа, град;

β – угол наклона залежи, град.

Повышение экономической эффективности взрывных работ и их безопасности, наметившееся в последние два десятилетия, связано с появлением взрывчатых веществ простейшего состава и водосодержащих ВВ.

Важное место в этом ряду занимает эмульсионные взрывчатые вещества, основными достоинствами которых являются более высокий уровень безопасности производства и применения, возможность полной механизации процесса заряжания, регулирования энергетических характеристик, а также доступность и дешевизна сырья [1]. В составе этих ВВ не содержится индивидуальных взрывчатых соединений, следовательно, снимаются проблемы, сопутствующие перевозке и хранению опасных грузов.

Значимая особенность ЭВВ заключается в том, что сам состав не является взрывчатым веществом без принудительного регулирования объемной концентрации энергии заряда ЭВВ, достижения восприимчивости его к инициирующему импульсу и изменения критического диаметра детонации, что достигается изменением плотности ЭВВ за счет введения в него химических агентов (химическая газогенерация) или механических добавок (стеклосфера, перлит, низкоплотные полимеры). Кроме того, ЭВВ могут содержать гранулированную (пористую) аммиачную селитру или смеси типа ANFO (АСДТ – смесь аммиачной селитры с дизельным топливом). В этом случае процентное содержание эмульсии может варьироваться от 30% до 70%. За счет этой особенности ЭВВ являются более безопасными в изготовлении и применении по сравнению со штатными промышленными взрывчатыми веществами⁸.

Обсуждение результатов

Из изложенного следует, что при увеличении высоты уступа для обеспечения прежней интенсивности отработки месторождения необходимо увеличить производительность экскаватора. Это можно сделать посредством отработки высокого вскрышного уступа комплектом экскаваторов, составленным из выемочно-погрузочных машин, обрабатывавших смежные вскрышные уступы обычной высоты.

Но, кроме достоинств увеличения высоты уступа, отмечены также и недостатки:

- увеличение объема проходки вскрышных траншей и, как следствие, времени подготовки новых горизонтов;
- снижение скорости подвигания забоев и фронтов работ уступа, а также темпа углубления карьера;
- рост потерь и разубоживания минерального сырья.

Опыт применения эмульсионных ВВ показал ряд преимуществ перед другими классами ПВВ:

- высокая безопасность по отношению к механическим и тепловым воздействиям (удару, трению, теплу, огню, прострелу пуль и т. д.);
- возможность регулирования взрывчатых характеристик с широким интервалом рабочих плотностей от 0,5 г/см³ до 1,5 г/см³;
- высокая водоустойчивость, сохраняющаяся в проточных водах и на большой глубине;
- избирательная чувствительность при инициировании от стандартного капсюля, а при необходимости – только от промежуточного детонатора [2];
- отсутствие пыления, электролиза, эксудации компонентов и контакта с токсичными материалами;
- полная механизация взрывных работ; близкий к нулевому кислородный баланс системы, обеспечивающий при взрыве газовыделение с низкой токсичностью;
- возможность создания комбинированных и смешанных составов на основе матричной эмульсии, введение различных добавок;
- варьирование реологических свойств эмульсий, позволяющее выпускать их в виде патронов разнообразных типоразмеров, изготавливать на местах применения с заливкой на полное сечение;
- доступная и дешевая сырьевая база, что дает возможность получить ВВ с высокой технико-экономической эффективностью применения.

Заключение

В результате проведенных исследований сделан вывод о том, что к настоящему времени на разрезах с транспортной и комбинированной технологиями отработки имеются предпосылки для перехода к работе с высокими уступами, основными из которых являются:

- сравнительно высокие прочностные характеристики вмещающих пород, имеющие большой запас устойчивости отколов отдельных уступов и бортов выработок в целом;
- приобретение разрезами более эффективных типов и моделей выемочных машин, позволяющих, в том числе, работать с верхним и нижним черпанием и погрузкой;
- наличие высокопроизводительных буровых станков с глубиной бурения до 60 м;
- наличие излишнего на один экскаватор фронта горных работ, что при требуемой скорости его подвигания позволяет укрупнить уступы (резерв фронта горных работ на разрезах достигает 50-60%);
- значительный опыт, накопленный производителями по сдвиганию, страиванию уступов с последующей послойной их отработкой.

Перечисленные факторы создают благоприятные условия для успешного и эффективного перехода на отработку месторождений высокими вскрышными уступами, однако, в свою очередь, отработка высоких уступов требует поиска новых решений при производстве буровзрывных работ.

Экономическая эффективность взрывных работ определяется эффективностью применяемых ВВ

⁸Рассел Дж. Взрывчатые вещества. – 2012. – 137с.

и возможностью максимальной механизации процессов, связанных с их изготовлением и применением.

Экспериментальными исследованиями доказано, что при применении ЭВВ в комплексе с ANFO (АСДТ) повышается эффективность буровзрывных работ в условиях с высокими уступами за счет увеличения работоспособности комбинированного заряда относительно однородного на 15%; в 1,5...2,0 раза уменьшается

смещение границы руды и вмещающих пород; улучшается качество дробления горной массы при одновременном снижении затрат на ВВ на 0,9%.

С переходом взрывных работ на применение ЭВВ в комплексе с неэлектрическими системами инициирования заряда качество дробления пород улучшается со снижением среднего размера взорванного куска в развале на 15,8% и затрат на ВВ на 0,8%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хань Чж.-В., Сэнь С., Се Л.Ф., Хань Ю.Ч. Применение эмульсионных взрывчатых веществ для синтеза наночастиц оксида церия. // Физика горения и взрыва. – 2014. – Т. 50. – №4. – С. 117-123 (на русском языке)
2. Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Zaalishvili V. Повышение эффективности добычи потерянной руды за счет использования навесов // Металлургическая и горнодобывающая промышленность. – 2015. – Т. 7. – №4. – С. 325-329 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Хань Чж.-В., Сэнь С., Се Л.Ф., Хань Ю.Ч. Церий оксидінің нанобөлшектерін синтездеу үшін эмульсиялық жарылғыш заттарды қолдану. // Жану және жарылыс физикасы. – 2014. – Т. 50. – №4. – Б. 117-123 (орыс тілінде)
2. Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Zaalishvili V. Шатырларды пайдалану арқылы жоғалған кенді өндірудің тиімділігін арттыру. // Металлургия және тау-кен өнеркәсібі. – 2015. – Т. 7. – №4. – Б. 325-329 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Han Zhi-Wei, Xu Sen, Xie Li-feng, Han Yu-Chong. Primenenie e'mul'sionnykh vzryvchatykh veshhestv dlya sinteza nanochastic oksida ceriya [The use of emulsion explosives for the synthesis of cerium oxide nanoparticles]. // Fizika goreniya i vzryva = Physics of combustion and explosion. – 2014. – T. 50. – №4. – P. 117-123 (in Russian)
2. Golik V., Komashchenko V., Morkun V., Zaalishvili V. Enhancement of lost ore production efficiency by usage of canopies // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – Vol. 7. – №4. – P. 325-329 (in English)

Сведения об авторах:

Каржауова Э.К., магистрант 2 курса технологического факультета по специальности «Горное дело» кафедры «Химия, химическая технология и экология» Казахского университета технологии и бизнеса (г. Нур-Султан, Казахстан), karzhauova.81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3733-2749>

Авторлар туралы мәлімет:

Каржауова Э.К., Қазақ технология және бизнес университетінің, «Химия, химиялық технология және экология» кафедрасының, «Тау-кен ісі» мамандығы бойынша технологиялық факультетінің 2 курс магистранты (Нұр-сұлтан қ., Қазақстан)

Information about the authors:

Karzhauova E.K., 2nd year Master's Student of the Faculty of Technology, Specialty «Mining» at the Department «Chemistry, Chemical Technology and Ecology» of the Kazakh University of Technology and Business (Nur-Sultan, Kazakhstan)

Исследования проводились в рамках магистерской диссертации на тему «Разработка эффективного способа взрывания высоких уступов на угольных разрезах с использованием эмульсионных взрывчатых веществ».

Код МРНТИ 52.45.03

Ja. Narzullayev

Navoi State Mining Institute (Navoi, Uzbekistan)

RESEARCH OF SULFIDE AND CARBON MATERIAL WITH THE PURPOSE OF STUDYING PHYSICO-CHEMICAL TRANSFORMATIONS DURING ITS ROASTING

Abstract. Over the past decades, due to the decrease in the quality of mineral raw materials from developed deposits, the share of gold extracted from refractory ores has increased, the effective processing of which requires the development of more complex and combined schemes that ensure the most complete extraction of gold. For the same purpose, in 2019, Navoi Mining and Metallurgical Combine (NMMC) successfully launched a workshop for roasting sorption cyanidation tailings during the processing of gold-bearing ores from the Kokpatas and Daugyztau deposits. At this stage, the NMMC specialists face the task of intensifying and optimizing the roasting process. This paper briefly presents the results of a detailed study of the effect of temperature on chemical transformations occurring during roasting of sorption cyanidation tails, carried out in order to identify the reasons that prevent the disclosure of gold particles during roasting and its encapsulation.

Key words: gold, sorption cyanidation tails, roasting, refractory gold, calcine, cyanide, encapsulation, pyrite, arsenopyrite, fluidized bed furnace with circulating roasting.

Сүлфид және көміртек материалдарын қуыру кезіндегі физикалық-химиялық түрлістерді зерттеу мақсаты

Аңдатпа. Соңғы онжылдықтарда игерілетін кен орындарындағы минералды шикізат сапасының төмендеуіне байланысты отқа төзімді кендерден алынатын алтынның үлесі артты, оларды тиімді өңдеу барынша толықты қамтамасыз ететін күрделі және аралас схемаларды әзірлеуді талап етеді алтын өндіру. Дәл осы мақсатта 2019 жылы Науаи кен металлургия комбинаты (НКМК) Көкпатас және Дауғызтау кен орындарының құрамында алтын бар кендерді өңдеу кезінде сорбциялық цианидтеу қалдықтарын күйдіру цехын сәтті іске қосты. Осы кезеңде НКМК мамандарының алдында қуыру процесін күшейту және оңтайландыру міндеті тұр. Бұл жұмыста күйдіру және оны инкапсуляциялау кезінде алтын бөлшектерінің ашылуын болдырмайтын себептерді анықтау мақсатында жүргізілген сорбциялық цианидтеу қуырықтарын қуыру кезінде болатын химиялық өзгерістерге температураның әсерін егжей-тегжейлі зерттеу нәтижелері қысқаша берілген.

Түйінді сөздер: алтын, сорбциялық цианидтеу қуырықтары, күйдіру, қыңыр алтын, кальцин, цианид, инкапсуляция, пирит, арсенопирит, циркуляциялық күйдірумен сұйық қабаты бар пеш.

Исследование сульфидно-углеродистого материала с целью изучения физико-химических превращений при его обжиге

Аннотация. В течение последних десятилетий в виду снижения качества минерального сырья разрабатываемых месторождений увеличивается доля золота, извлекаемого из упорных руд, эффективная обработка которых требует разработку более сложных и комбинированных схем, обеспечивающих максимально полное извлечение золота. С этой же целью в Навоийском горно-металлургическом комбинате (НГМК) в 2019 году был успешно запущен цех по обжигу хвостов сорбционного цианирования при переработке золотосодержащих руд месторождений Кокпатас и Даугызтау. На данном этапе перед специалистами НГМК стоит задача: интенсификация и оптимизация процесса обжига. В данной работе кратко представлены результаты детального исследования влияния температуры на химические превращения, происходящие при обжиге хвостов сорбционного цианирования, проведенного с целью выявления причин, препятствующих раскрытию частиц золота при обжиге и его инкапсуляции.

Ключевые слова: золото, хвосты сорбционного цианирования, обжиг, упорное золото, огарок, цианид, инкапсуляция, пирит, арсенопирит, печь кипящего слоя с циркулирующим обжигом.

Introduction

Today, special attention is paid to the processing of refractory gold ores and concentrates. To reduce the cost of the product, increase the through extraction of the base metal and reduce the cost of processing, new methods and technological solutions are being developed¹ [1, 2].

One of the innovative technological solutions in the processing of gold-bearing ores from the Kokpatas and Daugyztau deposits was the construction of a plant for roasting sorption cyanidation tailings. The prerequisites for the introduction of roasting technology were studies on the search for combined options for the oxidation of sulfide concentrates.

According to the results of laboratory tests, the highest throughput gold recovery rates are achieved when using oxidative roasting of sorption cyanidation tailings of the biooxidation product. Thus, at the end of 2019, the circulating fluidized bed kiln was successfully put into operation² [3].

Experiment Methods

The availability of reliable information about the chemical reactions occurring during roasting is the basis for improving the improvement of the quality indicators of roasting. In this regard, in order to study the ongoing physicochemical transformations during the roasting process and identify the reasons that prevent the extraction of gold

in the subsequent leaching with cyanide solutions, a study was made of the behavior of the constituent components of the sample taken from the sorption cyanidation tailings subject to oxidative roasting. The studies were carried out comprehensively in the temperature range of 200-800°C step by step, every 50°C, using modern physical and chemical methods, including DTA (differential thermal analysis-derivatography), IR spectroscopy, RA (X-ray phase analysis), SEM (scanning electron microscopy).

A mineralogical study is a critical and integral aspect of any pre-feasibility study, as well as one of the quality control measures during the process

¹Baudouin A. Ya., Fokina S.B., Petrov G.V., Serebryakov M.A. Modern hydrometallurgical technologies for processing resistant gold-containing raw materials. / Modern problems of science and education. – 2014. Electronic resource: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15619> (in Russian)

²Sanakulov K.S., Ergashev U.A., Dobersek A., Wotzka N., Mishina O. Industrial plant for oxidative roasting of gold sorption leaching tailings. – 2021. Electronic resource: https://zolteh.ru/technology_equipment/promyshlennaya_ustanovka_okislitel'nogo_obzhiga_khvostov_sorbtsionnogo_vyshchelachivaniya_zolota/ (in Russian)

Table 1
Weight percentages of minerals in a KEMIX sample calculated by the Rietveld method

Кесте 1

Rietveld әдісімен есептелген KEMIX үлгісіндегі минералдардың салмақтық пайызы

Таблица 1

Массовые проценты минералов в образце KEMIX, рассчитанные по методу Ритвельда

Mineral	Content, %	RSO, %
Quartz	30.9	0.4
Gypsum	1.6	0.1
$CaSO_4$	1.5	0.1
Pyrite	3.8	0.1
Arsenopyrite	0.6	0.1
Chlorite	3.4	0.2
Muscovite/Illit	30.5	0.3
Albite	7.3	0.2
TiO_2	1.9	0.1
Calcite	1.9	0.1
Jarosite	3.3	0.1
Graphite (3R)	2.2	0.5
$CaSO_4 \times 0.625(0.5)H_2O$ (bassanite)	5.2	0.1
Shabazit	1.7	0.1
Kaolinite	4.4	0.2

optimization phase. The mineralogical composition must be considered together with the results of the metallurgical testing program to ensure that the statements and justifications of the research results are valid.

To determine the mineral composition of the studied sample, the method of powder X-ray diffraction analysis was used. This method is based on the phenomenon of X-ray diffraction on the three-dimensional crystal lattice of minerals [4, 5].

The study of the mineralogical composition of the sample was carried out on a Panalytical Empyrean diffractometer using a «Scintillation» detector. Quantitative X-ray phase analysis will be performed by the Rietveld method on the software «Profex – Open source XRD and Rietveld Refinement» [6].

Infrared spectroscopy is based on the interaction of infrared radiation with substances. When infrared radiation is passed through a substance, vibrational movements of molecules or their individual fragments are excited. In this case, a decrease in the

intensity of light transmitted through the sample is observed. However, absorption does not occur over the entire spectrum of incident radiation, but only at those wavelengths whose energy corresponds to the excitation energies of vibrations in the molecules under study. Infrared spectroscopy is a valuable analytical method and is used to study the structure of organic molecules, inorganic and coordination, as well as high-molecular ones. The infrared spectra of the samples were obtained using a Nicolet Continuum FTIR microscope (Thermo Fisher Scientific, USA) in the range from 450 cm^{-1} to 2200 cm^{-1} .

Scanning electron microscopy is one of the most widely used for diagnosing nanomaterials and nanostructures. SEM allows one to simultaneously study the size and shape of grains, the size distribution of grains and phases, determine the composition of the phase and the distribution of chemical elements over its area and over the area of the sample under study, and also obtain an image of an object in a wide range of magnifications in secondary

and reflected electrons. SEM analysis of samples was carried out in the low vacuum mode of a scanning electron microscope, which makes it possible to analyze carbon particles in samples. For imaging, a backscattered electron detector was used.

The study of the behavior of individual substances and sample compositions under conditions of programmed heating was carried out by thermogravimetric methods of analysis (TG and DTG) and by scanning calorimetry (DSC). The thermogravimetry (TG) method makes it possible to record the mass loss of a substance during heating. The essence of this method lies in the periodic or continuous weighing of a sample of the test substance in the process of heating using special balances. The method of differential thermogravimetry (DTG) makes it possible to determine the rate of change in the mass of a sample upon heating.

Results and Discussion

Research on a detailed study of physical and chemical transformations in the temperature range from 200°C to 800°C makes it possible to purposefully influence the course of the roasting process, making it possible to prevent factors affecting the disclosure of gold particles and its encapsulation during the roasting process, thereby improving the quality of the resulting calcine.

The powder X-ray diffraction pattern of the studied sample is shown in Figure 1, and the semi-quantitative mass percentages of minerals obtained as a result of the refinement by the Rietveld method of the powder X-ray diffraction pattern are shown in table 1.

As can be seen from Table 1, the sample contains pyrite, arsenopyrite, and possibly carbonaceous material as gold minerals. The total amount of pyrite and arsenopyrite in the sample is calculated as 4.4%. The presence of these minerals allows us to conclude that pyrite is not completely oxidized.

We can also observe the presence of calcium sulphate minerals (gypsum, anhydride and bassanite) and the mineral jarosite (total 3.3%), which are identified as minerals determining the persistence of the biooxidation

Table 2

Semi-quantitative elemental analysis from the sample surface focused on sulfide minerals at up to 1200x magnification

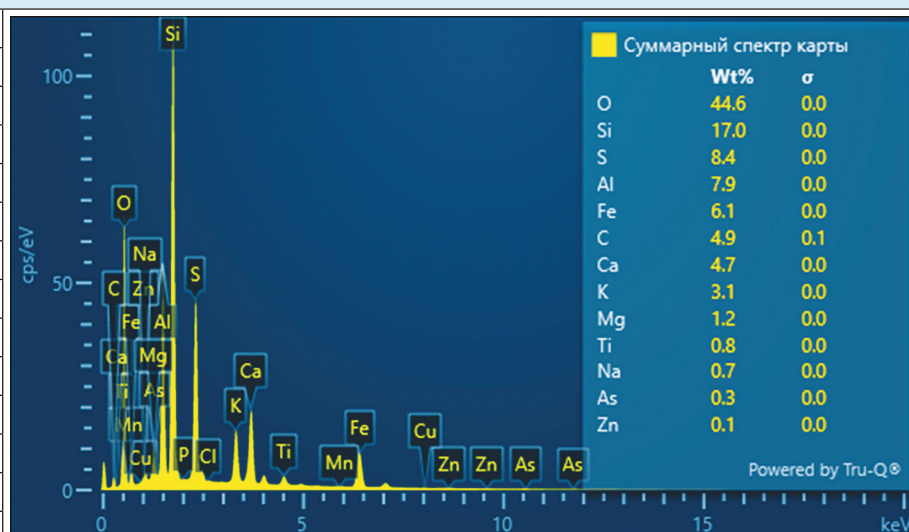
Кесте 2

1200 есе үлкейту кезінде сульфидті минералдарға бағытталған үлгі бетінен жартылай сандық элементтік талдау

Таблица 2

Полуколичественный элементный анализ с поверхности образца с акцентом на сульфидные минералы при увеличении до 1200x

Element	Weight, %	Sigma Wt, %
O	44.58	0.04
Si	17.04	0.02
S	8.43	0.01
Al	7.86	0.01
Fe	6.14	0.01
C	4.92	0.07
Ca	4.73	0.01
K	3.06	0.01
Mg	1.19	0.01
Ti	0.78	0.01
Na	0.66	0.01
As	0.31	0.01
Zn	0.10	0.01
Cu	0.09	0.01
Cl	0.05	0.00
P	0.04	0.00
Mn	0.04	0.01
Total	100.00	



product. Jarosite induces the greatest resistance by forming a thin film layer around pyrite and arsenopyrite, thus blocking bacterial access to the surface of these minerals, and by encapsulating fine gold particles within its matrix. Quartz, muscovite, albite, chlorite, chabazite, kaolinite, rutile, pyrite, arsenopyrite and graphite are ore minerals. Calcite and all sulphate minerals are the result of oxidation of sulphide minerals and subsequent neutralization with calcite and an increase in the pH of the medium using lime.

To obtain more detailed information about the number of elements on the surface of the sample, elemental analysis was carried out on a scanning electron microscope (table 2).

Elemental maps of SEM analysis showed that sulfur is associated either with the Ca-forming mineral CaSO_4 (gypsum, gypsum, hemihydrate or anhydrite), or with the Fe-forming – mainly arsenopyrite, the particle size

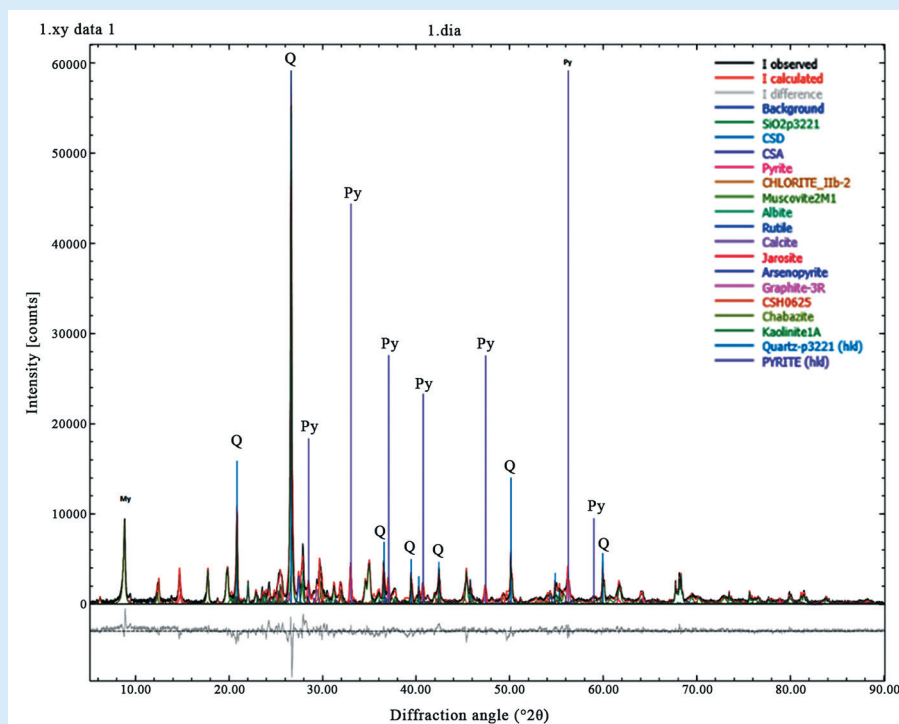


Figure 1. Powder diffraction pattern of a KEMIX sample.
Сурет. 1. KEMIX үлгісінің ұнтақты дифракциялық үлгісі.
Рис. 1. Порошковая дифрактограмма образца KEMIX.

of which is about 25 microns. Longer X-ray spectrum collection along with higher electrical current (2 nanoamps) results in improved signal from arsenic as well as signal from gold associated with arsenic in the sulfide mineral. We can also observe rather small sulfide minerals, less than 5 microns. At this magnification, many small carbon particles, about 5 microns in size or less, can be observed. Other minerals are associations of silicon, aluminium, potassium, magnesium, sodium, magnesium and titanium, which we can refer to as quartz, muscovite, albite, chlorite and rutile.

An analysis of the main transformations during sample roasting at temperatures from 200°C to 800°C with an interval of 50°C shows that the oxidation of pyrite and arsenopyrite is the main thermal process that can affect the recovery of gold in the sample. Dehydration of calcium sulfate minerals does not lead to the formation of larger aggregates as a result of water loss. The kaolinite and chlorite minerals also weaken interlayer water molecules within the crystal structure and are unlikely to trap gold particles within their matrix.

The phase transition of quartz from alpha to beta form includes centering and increasing the symmetry of atoms within the same crystallographic structure and does not include the destruction and formation of new minerals. Roasting the carbon particles should only increase the recovery of gold from the samples.

For the above reasons, the main interest in the study was to identify the minerals formed during pyrite/arsenopyrite roasting and which minerals are associated with sulfur and arsenic, and to investigate if any of these minerals interfere with gold extraction during the roasting process.

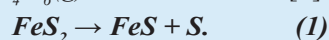
Raise temperatures of the beginning of pyrite/arsenopyrite oxidation with increasing heating rate can be explained by the lack of oxygen corresponding to the heating rate. For these reasons, it is best to use a rate of 5°C/min as a reference for determining the roasting temperatures of arsenopyrite and pyrite.

In samples, the onset of oxidation is observed at temperatures between

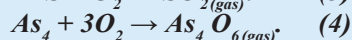
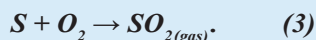
300°C and 350°C, pyrite/arsenopyrite is completely oxidized at temperatures below 500°C, while only 0.3% pyrite is observed in the X-ray powder diffraction experiment (semi-quantitative). which is probably the result of introducing additional air into the kiln and stirring the samples during the experiment.

In an X-ray diffraction experiment with heating in situ, the oxidation of arsenopyrite/pyrite starts at 400°C to 450°C, and is completely oxidized below 500°C. Heating the sample from the bottom of the 0.1 mm thick sample and collecting data from the top of the sample could explain the reason for the higher oxidation initiation temperatures for pyrite/arsenopyrite in this setup.

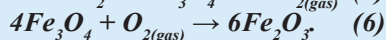
Arsenopyrite and arsenian pyrites decompose to volatilize arsenic, which absorbs heat and leaves behind. The arsenic vapor then diffuses to the outer perimeter, where it reacts with oxygen to form $As_4O_6(g)$ and releases heat [7].



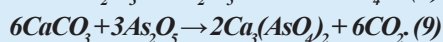
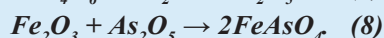
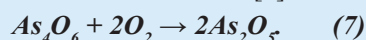
Arsenic and sulfur are released as a result of exothermic reactions from decomposition oxides along the outer perimeter of the grains. Reaction areas below:



Ideally, pyrrhotite is oxidized to magnetite, and magnetite is further oxidized to hematite, following the reactions:



Reaction between arsenic effluent gas phase and iron oxide interfaces to form non-porous iron arsenate or iron arsenite. Based on roasting studies of typical roast leach tailings at Barrick's Goldstrike, it was concluded that in a highly oxidizing environment in low climates, arsenic could potentially be trapped as non-porous iron arsenate ($FeAsO_4$) or iron pyroarsenite (Fe_2AsO_5). The resulting As_2O_5 can further react with Fe_2O_3 or $CaCO_3$ or CaO in the sample to form $FeAsO_4$ and $Ca_3(AsO_4)_2$ as shown in the reactions below [8].



Iron and calcium compounds with a high content of arsenic were observed in samples prepared at temperatures of 650°C and above.

Raise temperatures of the beginning of pyrite/arsenopyrite oxidation with increasing heating rate can be explained by the lack of oxygen corresponding to the heating rate. For these reasons, it is best to use a rate of 5°C/min as a reference for determining the roasting temperatures of arsenopyrite and pyrite.

Analysis of samples fired from 200°C to 800°C shows the formation of maghemite and hematite as the main products of the oxidation process. Arsenic is evenly distributed in the sample, with the ratio of iron to arsenic in most samples being approximately 12:1 when analyzed from the entire surface of the sample, and the ratio of iron to arsenic can reach 56:1 when measured from the surface of iron oxide particles in samples with temperatures above 500°C. Iron arsenate and calcium arsenate have been observed in samples prepared at 650°C and above.

Fourier transform infrared spectroscopy has been instrumental in identifying the formation of the mineral maghemite by roasting. Optical microscopy used during measurements in micro-infrared showed that colorless minerals such as calcium sulfate, quartz, and others were coated with a very thin layer of hematite, giving them a red-brown color under the microscope. This also explains the change in color of the sample.

According to [9] maghemite, an intermediate oxidation phase between magnetite and hematite, is considered the main carrier of gold, present both as liberated particles and as small (10 µm) inclusions in gangue minerals, demonstrated that maghemite is massive and immune to cyanidation. Gold in maghemite tends to remain solid in solution, which correlates with elevated arsenic concentrations. Incomplete oxidation, as evidenced by the residual ore structure of the pyrite inclusions in the gangue, also contributes to the formation of the remaining solid gold in the pyrite, as does pyrite. During a study

of the Barrick Goldstrike roasting products, they showed that 50% of the unrecovered gold was left with maghemite particles.

Conclusions

Thus, the studies carried out in the temperature range made it possible to study the behavior of the

constituent components of a sample of sorption cyanidation tailings subject to oxidative roasting and to identify possible causes of gold encapsulation.

REFERENCES

1. Li W.J., Song Y.S., Chen Y., Cai L.L., Zhou G.Y. Beneficiation and leaching study of a multi-Au carrier and low grade refractory gold ore. // IOP Conference Series Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 231(1). – P. 12169 (in English)
2. Guo X., Xin Y., Wang H., Tian Q. Mineralogical characterization and pretreatment for antimony extraction by ozone of antimony-bearing refractory gold concentrates. // Transactions of Nonferrous Metals Society of China. – 2017. – №27(8). – P. 1888-1895 (in English)
3. Khamidov R.A., Narzullaev Zh.N. Puti sovershenstvovaniya tekhnologii pererabotki rud mestorozhdenij Kokpatas i Daugyztau na GMZ-3 [Ways to improve the technology of processing ores from the Kokpatas and Daugyztau deposits at GMZ-3]. // Sbornik nauchnykh statej po itogam III mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Prioritetnye napravleniya innovacionnoj deyatel'nosti v promyshlennosti» = Collection of scientific articles on the results of the III international scientific conference «Priority areas of innovative activity in industry». – Kazan', 2021. – P. 131-132 (in Russian)
4. Dutrow Barb. Better Living Through Minerals X-ray Diffraction of Household Products. // Teaching Mineralogy. Mineralogical Society of America. – 1997. – P. 349-359 (in English)
5. Adetula Yomi Vincent, Ozah Blessing, Alabi Oladunni Oyelola, Marindoti Damilola Missturah, John Ade Ajayi. Chemical and Mineralogical Studies of Gold-bearing Rock in Iperindo, Ilesha Goldfield, Southwest Nigeria. // American Journal of Nanosciences – 2019. – №5(4). – P. 43-47 (in English)
6. Uvarova V.A., Murashev V.I. Derivatograficheskij metod opredeleniya kineticheskix parametrov termicheskoy destrukcii veshhestv i materialov, ispol'zuemyx v ugol'nyx shaxtax [Derivatographic method for determining the kinetic parameters of thermal destruction of substances and materials used in coal mines]. // Vestnik Nauchnogo centra po bezopasnosti rabot v ugol'noj promyshlennosti = Bulletin of the Scientific Center for Safety of Works in the Coal Industry. – 2012. – №2. – P. 175-179 (in Russian)
7. Xin-yuan Nan, Xin Cai, Jun Kong. Pretreatment process on refractory gold ores with As. // ISIJ International. – 2014. – Vol. 54. – №3. – P. 543-547 (in English)
8. Mike D. Adams. Gold Ore Processing (Second Edition) Project Development and Operations. – 2016. – P. 373-392 (in English)
9. Douglas W., Semenyna L. Magnetic recovery of gold-bearing iron oxides at barrick goldstrike's roaster. // World Gold Conference. – Brisbane (Qld), 2013. – P. 79-85 (in English)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Li W.J., Song Y.S., Chen Y., Cai L.L., Zhou G.Y. Muti-Au тасымалдаушысын және төмен сұрыпты баяу балқитын алтын кенін байыту және шаймалауды зерттеу. // IOP материалтану және инженерия бойынша конференциялар сериясы. – 2017. – Т. 231(1). – Б. 12169 (ағылшын тілінде)
2. Guo X., Xin Y., Wang H., Tian Q. Құрамында сүрмесі бар баяу балқитын алтын концентраттардан озонмен сүрме алу үшін минералогиялық сипаттамасы және алдын ала өңдеу. // Қытай түсті металдар қоғамының мәмілелері. – 2017. – №27(8). – 1888-1895 Б. (ағылшын тілінде)
3. Хамидов Р.А., Нарзуллаев Ж.Н. ГМЗ-3-те Көкпатас және Даугызтау кен орындарын қайта өңдеу технологиясын жетілдіру жолдары. // III Халықаралық ғылыми конференцияның қорытындысы бойынша «Өнеркәсіптегі инновациялық қызметтің басым бағыттары» атты ғылыми мақалалар жинағы. – Қазан, 2021. – Б. 131-132 (орыс тілінде)
4. Dutrow Barb. Үй заттарындағы рентген сәулелерінің дифракциясының арқасында өмірді жақсарту. // Минералогияны оқыту. Американың минералогиялық қоғамы. – 1997. – Б. 349-359 (ағылшын тілінде)
5. Adetula Yomi Vincent, Ozah Blessing, Alabi Oladunni Oyelola, Marindoti Damilola Missturah, John Ade Ajayi. Ипериндодағы алтын бар жыныстарды химиялық және

минералогиялық зерттеу, Илеш алтын кен орны, Нигерияның оңтүстік-батысы. // Американдық нано-ғылым журналы. – 2019. – №5(4). – Б. 43-47 (ағылшын тілінде)

6. Уварова В.А., Мурашев В. И. көмір шахталарында қолданылатын заттар мен материалдардың термиялық бұзылуының кинетикалық параметрлерін анықтаудың дериватографиялық әдісі. // Көмір өнеркәсібіндегі жұмыстардың қауіпсіздігі жөніндегі ғылыми орталықтың хабаршысы. – 2012. – №2. – Б. 175-179 (орыс тілінде)
7. Xin-yuan Nan, Xin Cai, Jun Kong. As көмегімен отқа төзімді алтын кендерін алдын-ала өңдеу процесі. // ISIJ International. – 2014. – Vol. 54. – №3. – P. 543-547 (in English)
8. Mike D. Adams. Алтын кенін қайта өңдеу жобасын әзірлеу және пайдалану (екінші басылым). – 2016. – Б. 373-392 (ағылшын тілінде)
9. Douglas W., Semenyina L. Barrick goldstrike кәдімгі пешінде құрамында алтын бар темір оксидтерін магнитті алу. // Дүниежүзілік Алтын конференциясы. – Брисбен (Квинсленд), 2013. – Б. 79-85 (ағылшын тілінде)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Li W.J., Song Y.S., Chen Y., Cai L.L., Zhou G.Y. Исследование обогащения и выщелачивания носителя *muti-Au* и низкосортной тугоплавкой золотой руды. // Серия конференций IOP по материаловедению и инженерии. – 2017. – Т. 231(1). – С. 12169 (на английском языке)
2. Guo X., Xin Y., Wang H., Tian Q. Минералогическая характеристика и предварительная обработка для извлечения сурьмы озоном из содержащих сурьму тугоплавких золотых концентратов. // Сделки Общества цветных металлов Китая. – 2017. – №27(8). – С. 1888-1895 (на английском языке)
3. Хамидов Р.А., Нарзуллаев Ж.Н. Пути совершенствования технологии переработки руд месторождений Кокпатас и Даугызтау на ГМЗ-3. // Сборник научных статей по итогам III международной научной конференции «Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности». – Казань, 2021. – С. 131-132 (на русском языке)
4. Dutrow Barb. Улучшение жизни благодаря дифракции рентгеновских лучей на предметах домашнего обихода. // Преподавание минералогии. Минералогическое общество Америки. – 1997. – С. 349-359 (на английском языке)
5. Adetula Yomi Vincent, Ozah Blessing, Alabi Oladunni Oyelola, Marindoti Damilola Missturah, John Ade Ajayi. Химические и минералогические исследования золотосодержащих пород в Ипериндо, золотосодержащее месторождение Илеша, Юго-Западная Нигерия. // Американский журнал нанонаук. – 2019. – №5(4). – С. 43-47 (на английском языке)
6. Уварова В.А., Мурашев В.И. Дериватографический метод определения кинетических параметров термического разрушения веществ и материалов, используемых в угольных шахтах. // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2012. – №2. – С. 175-179 (на русском языке)
7. Xin-yuan Nan, Xin Cai, Jun Kong. Процесс предварительной обработки тугоплавких золотых руд с помощью As. // ISIJ International. – 2014. – Т. 54. – №3. – С. 543-547 (на английском языке)
8. Mike D. Adams. Разработка и эксплуатация проекта по переработке золотой руды (второе издание). – 2016. – С. 373-392 (на английском языке)
9. Douglas W., Semenyina L. Магнитное извлечение золотосодержащих оксидов железа в обжиговой печи barrick goldstrike. // Всемирная конференция по золоту. – Брисбен (Квинсленд), 2013. – С. 79-85 (на английском языке)

Сведения об авторах:

Narzullayev Ja., PhD Student at the Department of Metallurgy of the Navoi State Mining Institute (Navoi, Uzbekistan), njn3306463@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8199-2002>

Авторлар туралы мәлімет:

Нарзуллаев Ж., Навои мемлекеттік тау-кен институтының, «Металлургия» кафедрасының PhD докторанты (Навои қ., Өзбекстан)

Information about the authors:

Narzullayev Ja., студент PhD кафедры «Металлургия» Навоийского государственного горного института (г. Навои, Узбекистан)

Код МРНТИ 52.47.27

А.А. Агзамов¹, С.А. Аббасова², С.А. Агзамова³, Х.Р. Ибрагимов⁴¹Иностранное предприятие Общество с ограниченной ответственностью «Epsilon Development Company»
(г. Ташкент, Узбекистан),²Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан),³Государственное учреждение «Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений»
(г. Ташкент, Узбекистан),⁴Филиал Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина в Ташкенте
(г. Ташкент, Узбекистан)

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КИСЛОТНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

Аннотация. В результате использования метода оценки информативности данных проведена статистическая обработка материалов кислотного гидравлического разрыва пласта на поисковых и разведочных скважинах газоконденсатных месторождений Бешкентского прогиба. Установлена степень влияния геологических факторов на эффективность метода. С применением метода ранговой классификации обоснованы геолого-геофизические условия эффективного применения кислотного гидравлического разрыва пласта. На полученной зависимости суммарного ранга геологических факторов от эффективной газонасыщенной толщины горизонта выделены три зоны с различной эффективностью кислотного гидравлического разрыва пласта. Данную зависимость рекомендовано использовать для эффективного проведения кислотного гидравлического разрыва пласта при испытании поисковых и разведочных скважин Бешкентского прогиба и других нефтегазоносных регионов с близкими геолого-геофизическими условиями.

Ключевые слова: месторождение, структура, разрез, отложения, коллектор, известняк, скважина, интервал, пласт, разрыв, метод, интенсификация, дебит, газ, прирост, эффект.

Қойнауқаттың қышқылды гидравликалық үзілу тиімділігіне геологиялық факторлардың әсер ету дәрежесін бағалау

Аңдатпа. Деректердің ақпараттылығын бағалау әдісін қолдану нәтижесінде Бешкент иілуінің газ конденсатты кен орындарының іздеу және барлау ұңғымаларында қабаттың қышқылды гидравликалық үзілу материалдарына статистикалық өңдеу жүргізілді. Әдістің тиімділігіне геологиялық факторлардың әсер ету дәрежесі анықталды. Дәрежелік жіктеу әдісін қолдана отырып, резервуардың қышқыл гидравликалық сынуын тиімді қолданудың геологиялық-геофизикалық шарттары негізделген. Геологиялық факторлардың жиынтық дәрежесінің горизонттың тиімді газбен қаныққан қалыңдығына тәуелділігінде қабаттың қышқылды гидравликалық үзілуінің әр түрлі тиімділігі бар үш аймақ бөлінген. Бұл тәуелділікті Бешкент иілуінің және геологиялық-геофизикалық жағдайлары жақын басқа мұнай-газ аймақтарының іздеу және барлау ұңғымаларын сынау кезінде резервуардың қышқылды гидравликалық сынуын тиімді жүргізу үшін пайдалану ұсынылады.

Түйінді сөздер: кен орны, құрылымы, қимасы, шөгінділері, коллектор, әктас, ұңғыма, аралық, қабат, үзіліс, әдіс, интенсификация, дебит, газ, өсім, әсер.

Assessment of the degree of influence of geological factors on the efficiency of acid hydraulic fracturing

Annotation. As a result of using the method of assessing the information content of the data, statistical processing of materials of acid hydraulic fracturing was carried out at prospecting and exploration wells of gas condensate fields of the Beshkent trough. The degree of influence of geological factors on the effectiveness of the method is established. Using the method of rank classification, the geological and geophysical conditions for the effective use of acid hydraulic fracturing are substantiated. Based on the obtained dependence of the total rank of geological factors on the effective gas-saturated thickness of the horizon, three zones with different efficiency of acid hydraulic fracturing are identified. This dependence is recommended to be used for effective acid hydraulic fracturing when testing prospecting and exploration wells of the Beshkent trough and other oil and gas regions with similar geological and geophysical conditions.

Key words: deposit, structure, section, deposits, reservoir, limestone, well, interval, formation, rupture, method, intensification, flow rate, gas, gain, effect.

Введение

В настоящее время кислотный гидравлический разрыв пласта (КГРП) по праву считается одним из наиболее эффективных средств повышения производительности скважин, поскольку приводит не только к интенсификации выработки запасов, находящихся в зоне дренирования скважины, но и позволяет существенно расширить эту зону, приобщив к выработке слабо-дренируемые зоны и пропластки, следовательно, достичь более высоких коэффициентов извлечения углеводородов [1].

Несмотря на многолетний период применения и накопления опыта проведения КГРП фактические

технологические показатели эксплуатации скважин часто оказываются ниже прогнозных. В связи с этим исследования по установлению факторов, определяющих эффективность КГРП в различных горно-геологических условиях, продолжаютс.

Состояние изученности

Технология КГРП состоит в обеспечении на забое скважины давления, превышающего горное геостатическое, в результате чего объем продуктивного пласта разрывается с возникновением трещины гидро-разрыва. Затем в данную трещину последовательно закачиваются высоковязкая жидкость (так называемая жидкость разрыва) и соляная кислота, которая взаимодействует

с горной породой по поверхности соприкосновения. Путем реакции между соляной кислотой и горной породой в трещине увеличивается поверхность фильтрации, создается дополнительная сеть гидродинамических каналов, что обеспечивает приобщение не работавших ранее поропластов и, как следствие, повышение производительности скважины [2].

Доказано, что кислотный гидравлический разрыв пласта наиболее эффективен при его применении для коллектора карбонатного типа с относительно большой призабойной зоной пласта и ухудшенными свойствами, так как карбонатные коллекторы обладают способностью

- обводненность продукции не выше 20%;
- эффективная толщина пласта не менее 5 м;
- отсутствие в продукции скважин газа из газовой шапки, а также закачиваемой или законтурной воды;
- продуктивный пласт, подвергаемый к ГРП, отделен от других проницаемых пластов непроницаемыми разделами, толщиной более 8-10 м;
- удаленность скважин от газонефтяного (ГНК) и водонефтяного контакта (ВНК) должна превышать расстояние между добывающими скважинами;
- накопленный отбор газа (нефти) из скважины не превышает 20% от удельных извлекаемых запасов;
- расчлененность продуктивного интервала, подвергаемого ГРП, не более 3-5;
- скважина технически исправна, состояние эксплуатационной колонны и сцепление цементного камня с колонной и породой удовлетворительно в интервале выше и ниже фильтра на 50 м;
- проницаемость пласта не более 0,03 мкм² при вязкости нефти в пластовых условиях не более 5 МПа·с.

Геолого-физические факторы, определяющие эффективность КГРП, рассмотрены в работах многих авторов, в том числе Р.С. Нурмухаметова (Ромашкинское), Г.Г. Гилаева (месторождения Самарской области), М.С. Джалалова (газоконденсатные месторождения Култук-Камашинского инвестиционного блока), Р.Ф. Хусаинова (Ромашкинское), Ш.Р. Ганиева (нефтяные месторождения Республики Башкортостан), М.А. Фатхлисламова (нефтяные месторождения Республики Татарстан), Р.С. Хисамова (Бавлинское), А.А. Хусейна (нефтяное месторождение Пилтун-Астуховское), С.И. Кудряшова (месторождения Омана, Северного моря и Мексики), А.Н. Иванова (месторождение Белый Тигр), Р.М. Курамшина (месторождение Сургутское).

Анализ результатов приведенных исследований показывает, что имеется ряд нерешенных

вопросов, в числе которых установление определяющих эффективность КГРП геологических факторов и степень их влияния на результаты процесса, а также выбор скважин-кандидатов для проведения данного метода интенсификации притока углеводородов.

Материалы

Исследованные поисковые и разведочные скважины тринадцати месторождений и пяти разведываемых структур Бешкентского прогиба Бухаро-Хивинского региона расположены в зоне развития депрессионных отложений (рис. 1).

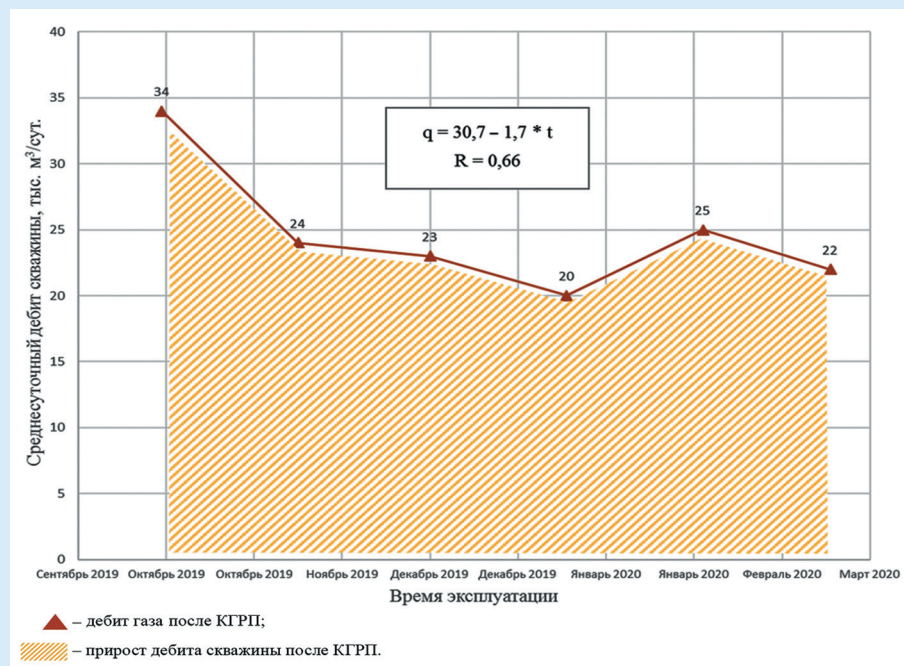


Рис. 3. Динамика среднесуточного дебита газа скважины №6 месторождения Эрناзар.

Сурет 3. Ерназар кен орнының №6 ұңғымасы газының орташа тәуліктік дебитінің динамикасы.

Figure 3. Dynamics of the average daily gas flow rate of well №6 of the Ernazar field.

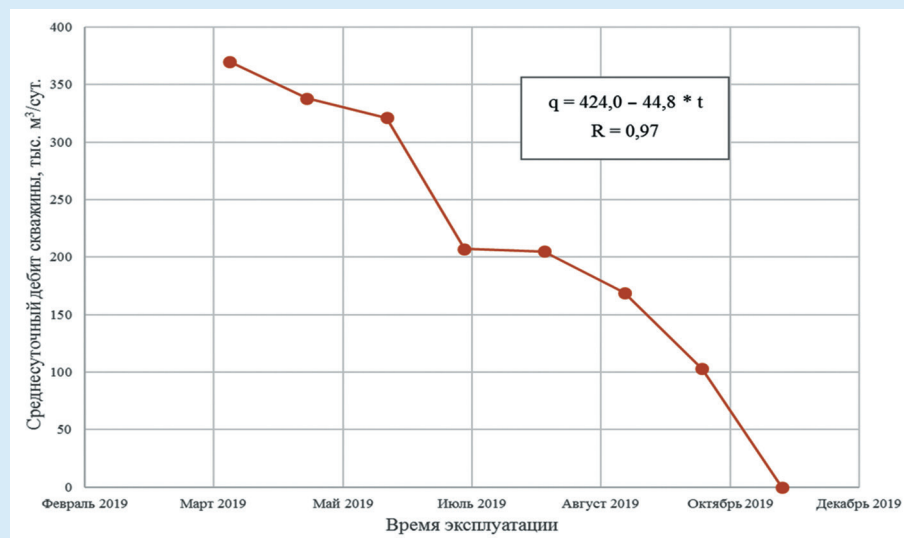


Рис. 4. Динамика среднесуточного дебита газа скважины №9 месторождения Эрназар.

Сурет 4. Ерназар кен орнының №9 ұңғымасы газының орташа тәуліктік дебитінің динамикасы.

Figure 4. Dynamics of the average daily gas flow rate of well №9 of the Ernazar field.

Таблица 1

Изменение дебита скважин после КГРП

Кесте 1

ГРП кейін ұңғыма дебитінің өзгеруі

Table 1

Change in well flow rates after hydraulic fracturing

Наименование месторождения, площади	Категория скважины	Скважина	Дата проведения КГРП	Дебит скважины, тыс. м³/сут.		Изменение дебита скважины, тыс. м³/сут.
				до КГРП	после КГРП	
Чигил	поисковая	1	07.09.2019 г.	0	60	+60
Чигил	поисковая	2	12.06.2019 г.	22	80	+58
Чигил	разведочная	4	02.03.2020 г.	21	140	+119
Чигил	разведочная	5	27.11.2019 г.	0	65	+65
Девхона	поисковая	2	10.08.2019 г.	0	40	+40
Девхона	разведочная	3	15.08.2019 г.	10	34	+24
Девхона	разведочная	4	22.09.2019 г.	23	120	+97
Девхона	разведочная	6	17.11.2019 г.	0	100	+100
Талимаржон	поисковая	1	18.06.2019 г.	40	75	+35
Талимаржон	поисковая	2	21.08.2019 г.	179	726	+547
Талимаржон	разведочная	4	22.09.2019 г.	23	120	+97
Талимаржон	разведочная	5	31.12.2019 г.	0	86	+86
Талимаржон	разведочная	6	06.12.2019 г.	0	630	+630
Худжум	поисковая	2	11.01.2020 г.	152	152	0
Худжум	поисковая	3	01.02.2020 г.	0	136	+136
Худжум	разведочная	4	19.12.2019 г.	0	360	+360
Шимолий Гирсан	поисковая	1	02.11.2019 г.	0	0	0
Шимолий Гирсан	поисковая	2	24.09.2019 г.	85	100	+15
Шимолий Гирсан	разведочная	4	28.07.2019 г.	0	42	+42
Шимолий Гирсан	разведочная	5	21.12.2019 г.	0	0	0
Эрназар	поисковая	1	28.09.2019 г.	60	140	+80
Эрназар	поисковая	3	29.09.2019 г.	80	161	+81
Эрназар	разведочная	4	14.08.2019 г.	0	40	+40
Эрназар	разведочная	5	07.10.2019 г.	141	220	+79
Гарбий Эрназар	поисковая	1	23.08.2019 г.	0	0	0
Гарбий Эрназар	поисковая	2	17.04.2020 г.	0	0	0
Каракара	поисковая	1	11.09.2019 г.	50	300	+250
Каракара	поисковая	2	29.02.2019 г.	0	0	0
Эшонкудук	поисковая	3	27.10.2019 г.	0	0	0
Назаркудук	поисковая	1	17.09.2019 г.	40	575	+535
Назаркудук	поисковая	2	20.11.2019 г.	0	0	0
Назаркудук	разведочная	4	25.09.2019 г.	30	987	+957
Кирккулоч	поисковая	1	01.10.2020 г.	0	0	0
Кирккулоч	разведочная	4	04.09.2020 г.	0	0	0
Аловуддин	разведочная	4	15.10.2020 г.	0	0	0
Дарахтли	поисковая	1	04.11.2020 г.	0	0	0
Дарахтли	поисковая	3	28.11.2020 г.	0	0	0
Бахористон	поисковая	1	25.11.2019 г.	0	0	0
Бобогуль	поисковая	3	18.12.2019 г.	0	0	0
Изганча	разведочная	4	21.03.2020 г.	0	0	0
Янгилик	поисковая	1	18.09.2020 г.	0	0	0
Мирбарака	поисковая	1	16.02.2020 г.	0	0	0

Таблица 2

Величины и пределы изменения геолого-физических факторов, влияющих на результаты КГРП

Кесте 2

Қышқыл гидравликалық сыну нәтижелеріне әсер ететін геологиялық-физикалық факторлардың өзгеру шамалары мен шектері

Table 2

Values and limits of changes in geological and physical factors affecting the results of the acid hydraulic fracturing

Наименование месторождения, площади	Продуктивный горизонт	Скважина	Глубина залегания горизонта, м	Эффективная газонасыщенная толщина, м	Коэффициент пористости, %	Текущее пластовое давление, МПа	Пластовая температура, °С	Количество интервалов испытания
Чигил	XV+XVa	1	3643-3810	49,5	4,6-10,9	55,0	127	9
Чигил	XV+XVa	2	3651-3820	40,2	8-14,0	55,0	125	17
Чигил	XV+XVa	4	3663-3789	49	5-10	55	127	3
Чигил	XV+XVa	5	3673-3752	11,5	5-7	55	125	3
Дивхона	XVa	2	3658-3755	34,4	7-10	30	128	4
Дивхона	XVa	3	3680-3769	43,6	6-10	30	128	4
Дивхона	XVa	4	3618-3758	66,3	6-12	30	128	6
Дивхона	XVa	6	3682-3772	5	4-6,5	30	128	3
Талимаржон	XV+XVa	1	3616-3792	47,6	6-13	45	128	13
Талимаржон	XV+XVa	2	3579-3700	25,4	7-8	45	128	4
Талимаржон	XV	4	3727-3815	8,2	6-12	43,1	128	10
Талимаржон	XV	5	3636-3730	25,5	4-6	43	128	6
Талимаржон	XV	6	3617-3720	44	3-6	43	130	5
Худжум	XV+XVa	2	3765-3885	33,2	6,5-10,8	63,8	130,5	7
Худжум	XV+XVa	3	3776-4142	90,3	3,9-7,1	63,8	130,5	1
Худжум	XV	4	3785-4090	62	5,6-11,1	63,8	130	1
Ш.Гирсан	XV+XVa	1	3630-3777	28	10-15	39	128	5
Ш.Гирсан	XV+XVa	2	3596-3739	26,5	5-13	45	128	3
Эрназар	XVa	1	3579-3657	25,7	5-10,7	51	130	3
Эрназар	XV	3	3612-3714	57,7	5-13	33	130	3
Эрназар	XV+XVa	4	3638-3707	60,4	5-12	33,9	125	6
Эрназар	XV+XVa	5	3568-3660	21,8	5-10	33,9	118	1
Г. Эрназар	XV+XVa	1	3799-4000	36,5	4-12	61,6	122	2
Г. Эрназар	XV	2	3821-3864	21	4-4,5	61,6	122	2
Каракара	XV	1	3537-3643	43,3	4-4,8	60,3	123	5
Каракара	XV	2	3576-3612	8,9	4-6	60,3	123	2
Эшонкудук	XV	3	3721-3800	27,5	4-13	66	130	1
Назаркудук	XV+XVa	1	3756-3800	27,3	8-9	45,2	130	5
Назаркудук	XV+XVa	2	3772-3877	42,3	5-11	45,2	130	2
Назаркудук	XV	4	3949-3996	15,5	3-5	45,2	135	3
Кирккулоч	XV+XVa	1	3670-3870	23,9	8,09-14,13	53,9	136	3
Кирккулоч	XV+XVa	4	3789-3873	16,4	2,22-8,06	53,9	136	5
Аловиддин	XV+ПР	4	3657-3731	24,1	4,6-7,3	44,1	128	1
Дарахтли	XV	1	3290-3327	21,1	7,39-12,32	54,0	120	5
Дарахтли	XV	3	3552-3617	28,2	3,5-4,5	56,7	116	5
Бахористон	XVHP+XVa	1	2445-2526	27,5	6-11	20	110	4
Бобогуль	XV	3	3233-3276	11,4	6-9	54	130,5	6
Изганча	XV+XVa	4	3765-3896	11,8	3-5	53,4	125	5
Янгилик	XV+XVa	1	3781-3837	11,3	3-5	62,5	128	17
Мирбарака	XV	1	2956-3024	35,1	3-6	36,3	118	3

Таблица 2 (продолжение)

Величины и пределы изменения геолого-физических факторов, влияющих на результаты КГРП

Кесте 2 (жалғасы)

Қышқыл гидравликалық сыну нәтижелеріне әсер ететін геологиялық-физикалық факторлардың өзгеру шамалары мен шектері

Table 2 (continued)

Values and limits of changes in geological and physical factors affecting the results of the acid hydraulic fracturing

Наименование месторождения, площади	Вскрытая газонасыщенная толщина горизонта при испытании, м	Расстояния нижних дыр интервала перфорации до ГВК, м	Газонасыщенность, %	Коэффициент песчанистости, доли ед.	Коэффициент расчлененности, доли ед.	Глинистость коллектора, %
Чигил	30,2	32	72-80	0,299	9	0,1-0,2
Чигил	34,8	36	53-88	0,239	9	0,02
Чигил	30,2	32	72-80	0,299	9	0,1-0,2
Чигил	5	94	72-80	0,145	3	0,1-0,2
Дивхона	27,4	34	61-86	0,344	9	0,1-0,2
Дивхона	30,1	16	76-82	0,490	14	0-0,1
Дивхона	41,3	21	63-87	0,474	13	0-0,1
Дивхона	3	5	56-79	0,055	3	0-0,1
Талимаржон	30,6	16	66-90	0,270	21	0,1
Талимаржон	6	73	65-75	0,210	12	0-34
Талимаржон	4,6	2	59-75	0,093	11	0,1-5,8
Талимаржон	12	104	59-79	0,271	7	0,1-2
Талимаржон	12,5	44	55-84	0,427	14	0,1-2,4
Худжум	18,9	6	61-79	0,255	8	2-7
Худжум	12	20	53-87	0,247	15	3,5-11
Худжум	18	25	66-81	0,192	29	0-0,05
Ш.Гирсан	28	2	54-74	0,190	5	0,1
Ш.Гирсан	8	117	51-78	0,185	7	0,1
Эрназар	12,4	35	64-85	0,329	12	0,3-3,7
Эрназар	11,9	74	63-85	0,565	32	0-3,9
Эрназар	24,8	8	62-93	0,875	23	0,4-9,8
Эрназар	21,8	26	57-94	0,237	17	0,2-6,5
Г. Эрназар	32,5	8	58-84	0,688	15	0,1-1
Г. Эрназар	9	4	46-48	0,840	3	0,1-1
Каракара	19,9	46	52-82	0,408	12	0,1-0,9
Каракара	1,9	31	69-87	0,247	7	0,04
Эшонкудук	27,5	0	69-84	0,348	7	8-40
Назаркудук	27,3	33	58-69	0,620	4	0,1
Назаркудук	42,3	51	63-87	0,402	12	0,1
Назаркудук	15,5	18	72-85	0,329	7	0,5-6,8
Кирккулоч	18,5	6,6	52-91	0,119	15	1,51-18,15
Кирккулоч	1,2	69,0	54-81	0,195	9	5,94-10,68
Аловиддин	9,4	30	53-83	0,326	8	2,3-4,2
Дарахтли	19,7	5,2	55-90	0,570	5	0,77-15,86
Дарахтли	14,0	26,0	55-90	0,434	11	0,76-10,35
Бахористон	11,6	26	54-63	0,340	8	3-36
Бобогуль	6,2	14	50-74	0,265	4	2-5
Изганча	11,8	44	51-54	0,090	6	0,4-7,4
Янгилик	8,4	8	50-73	0,201	6	0,0,07
Мирбарака	12	3	70-84	0,516	9	8-35

Продуктивные горизонты (XV и XVa), представленные сложным чередованием проницаемых и плотных известняков, залегают на глубинах от 2445 м до 3900 м.

Продуктивными в основном, являются зоны распространения био-гермных построек. Горизонт XVa вскрыт в 32-х скважинах, в том числе в 14-ти – на всю толщину горизонта.

Максимальная мощность XVa горизонта отмечена в поисковой скважине №3 Худжум (288 м), минимальная – в поисковой скважине №3 месторождения Чигил (30 м), среднее значение – 97 м. XV горизонт вскрыт во всех 42-х скважинах, в том числе в 32-х – на всю толщину горизонта. Максимальная толщина горизонта вскрыта в поисковой скважине №1 месторождения Бахористон (149 м), минимальная – в поисковой скважине №2 месторождения Чигил (20 м), составляя в среднем 60 м.

Для количественного определения эффекта от применения КГРП в настоящее время используются различные подходы, в том числе гидродинамическое моделирование, построение различных зависимостей с использованием интегральных и дифференциальных показателей эксплуатации скважин, кривые падения добычи [2, 3]. При этом независимо от применяемого подхода к определению дополнительно добытого газа за счет геолого-технического мероприятия все методы основаны на сопоставлении фактических показателей с показателями базового варианта без проведения мероприятия. Дополнительно добытый газ за счет геолого-технического мероприятия за данный интервал времени определяется как разность между фактической добычей газа и добычей газа по базовому прогнозируемому варианту. Одним из наиболее часто используемых на практике методов определения дополнительно добытого газа является построение кривых падения² [5, 6].

Рассмотрим результаты применения данного метода для определения дополнительно добытого газа за счет кислотного гидравлического разрыва пласта на газоконденсатном месторождении Эрназар, для чего по всем скважинам построены кривые падения среднесуточного дебита газа во времени. Анализ этих кривых показывает три возможных варианта определения дополнительно добытого газа:

- на работающих скважинах дополнительно добытый газ определен

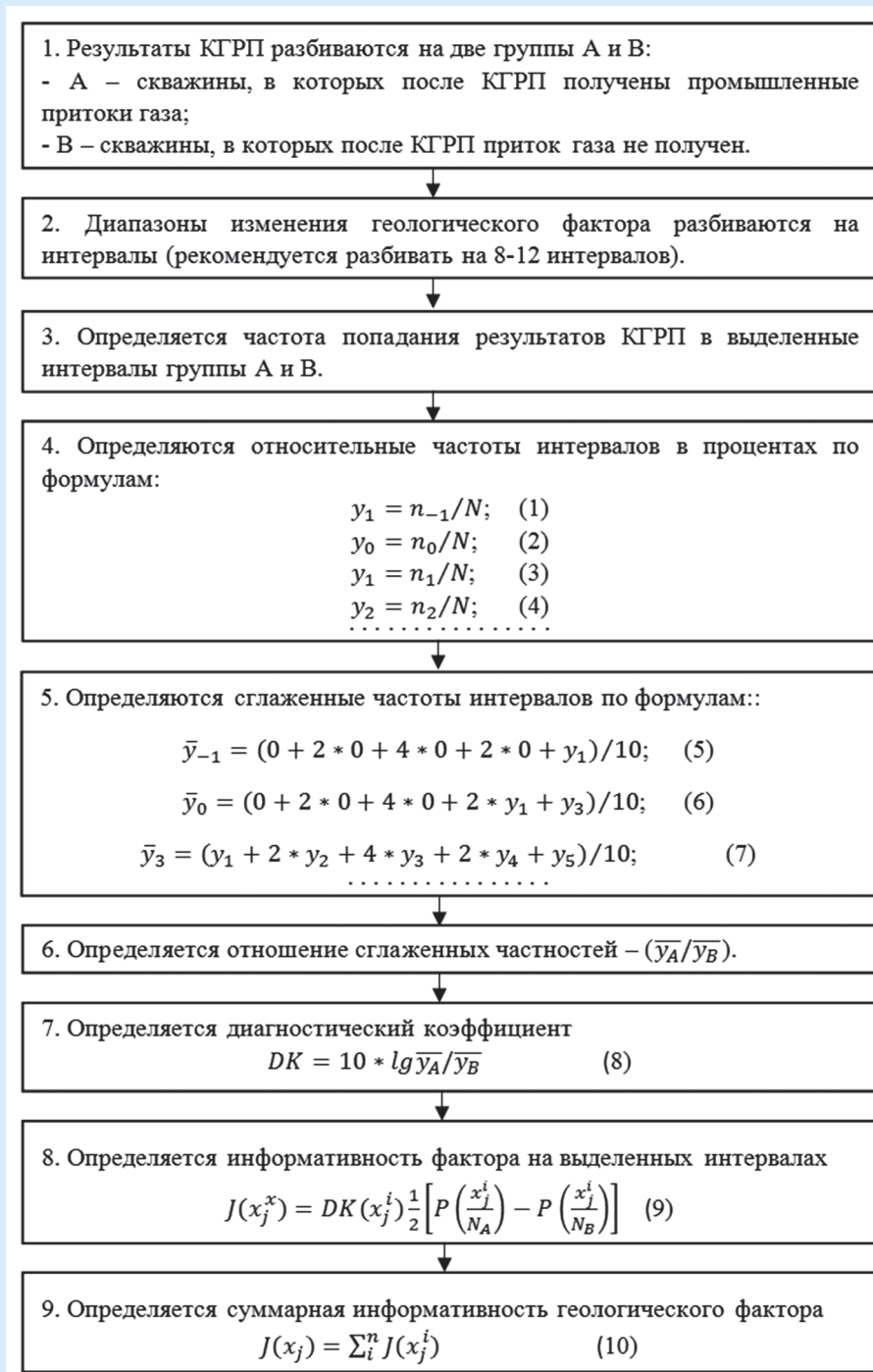


Рис. 5. Алгоритм расчета информативности геологических факторов по методике меры Кульбака.

Сурет 5. Күлбақ өлшемі әдістемесі бойынша геологиялық факторлардың ақпараттылығын есептеу алгоритмі.

Figure 5. Algorithm for calculating the informativeness of geological factors by the method of the Kulback measure.

²Малышев Г.А. Влияние гидроразрыва пласта на работу окружающих скважин. / Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Нефть и газ Западной Сибири». – Тюмень: ТюмГНГУ, 1996. – 52 с.

Таблица 3

Результаты оценки информативности геологических факторов (проведено 9 обработок)

Кесте 3

Геологиялық факторлардың ақпараттылығын бағалау нәтижелері (9 өңдеу жүргізілді)

Table 3

The results of the evaluation of the informative value of geological factors (9 treatments were carried out)

Геолого-физические факторы	Информативность	
	в баллах	в процентах
Эффективная газонасыщенная толщина горизонта	136,46	23,78
Вскрытая перфорацией эффективная газонасыщенная толщина горизонта	78,08	13,57
Пластовое давление	56,33	9,86
Коэффициент расчлененности	51,33	8,88
Глинистость коллектора	45,0	8,4
Коэффициент газонасыщенности	44,46	7,78
Коэффициент пористости	36,99	6,48
Количество перфорированных интервалов	33,84	5,92
Расстояние от газоводяного контакта до нижних дыр интервала перфорации	29,88	5,23
Степень вскрытия газонасыщенной толщины горизонта	28,4	4,87
Температура пласта	17,57	2,98
Коэффициент песчанистости	12,85	2,25
Всего	571,19	100

как разница между фактическим и прогнозным дебитом по базовому варианту (рис. 2);

- на простаивавших до КГРП скважинах весь объем отнесен к дополнительной добыче газа (рис. 3);

- на работающих скважинах, в которых после ГКРП не было увеличения добычи, то есть технологический эффект равен нулю (рис. 4).

Данный методический подход применим в условиях действующих скважин. Для условий же оценки результатов испытания, когда из многих интервалов испытания до применения КГРП притока углеводородов не получено, обычно технологический эффект оценивается сопоставлением дебитов скважин до и после проведения КГРП.

В результате проведенного анализа кривых падения установлено, что из 42-х поисковых и разведочных скважин только на 24-х КГРП оказался успешным (57,1%). При этом, 27 скважин из-за отсутствия притока газа находились в фонде ликвидированных или законсервированных, а 15 – в эксплуатации (табл. 1).

Геологические факторы, подготовленные для оценки их влияния на результаты КГРП, приведены в табл. 2.

Методы

Обобщение результатов КГРП в поисковых и разведочных скважинах основывается на статистических материалах, характеризующих течение процесса. Эти материалы, подлежащие обработке, представляют собой ряд измерений или значений определенных признаков, которые являются статистическими совокупностями. Изучение взаимосвязи этих признаков функционирования объекта непосредственно связано со статистическими методами. Существует множество статистических критериев, используемых для решения различных аспектов обработки данных, и среди этих критериев мера Кульбака имеет определенные преимущества. Основные преимущества меры Кульбака – независимость метода от системы мер и многообразие возможностей ее применения^{3,4}.

Алгоритм расчета информативности геологических факторов по методике меры Кульбака приведен на рис. 5. Результаты расчетов по методике меры Кульбака позволяют установить информативность, т. е. степень влияния геологических факторов на результаты КГРП. Однако, данный метод не позволяет осуществлять обоснованный выбор скважин-кандидатов для эффективного применения КГРП.

Для решения этой задачи использован метод ранговой классификации. Широкое применение данного метода в нефтегазовой геологии объясняется относительной простотой и высокой эффективностью⁵ [6, 7]. Суть метода ранговой классификации заключается в следующем: по результатам расчетов меры Кульбака отбираются наиболее информативные геологические факторы, характеризующие распределение скважин после применения КГРП на эффективные и неэффективные. Весь диапазон изменения каждого геологического фактора

²Малышев Г.А. Влияние гидроразрыва пласта на работу окружающих скважин. / Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Нефть и газ Западной Сибири». – Тюмень: ТюмГНГУ, 1996. – 52 с.

³Токарев М.А. Комплексный геолого-промысловый контроль за текущей нефтеотдачей при вытеснении нефти водой. – М.: Недра, 1990. – 267 с.

⁴Дементьев Л.Ф. Математические методы и ЭВМ в нефтегазовой геологии. – М.: Недра, 1983. – 180 с.

⁵Мирзаджанзаде А.Х., Степанова Г.С. Математическая теория эксперимента в добыче нефти и газа. – М.: Недра, 1977. – 228 с.

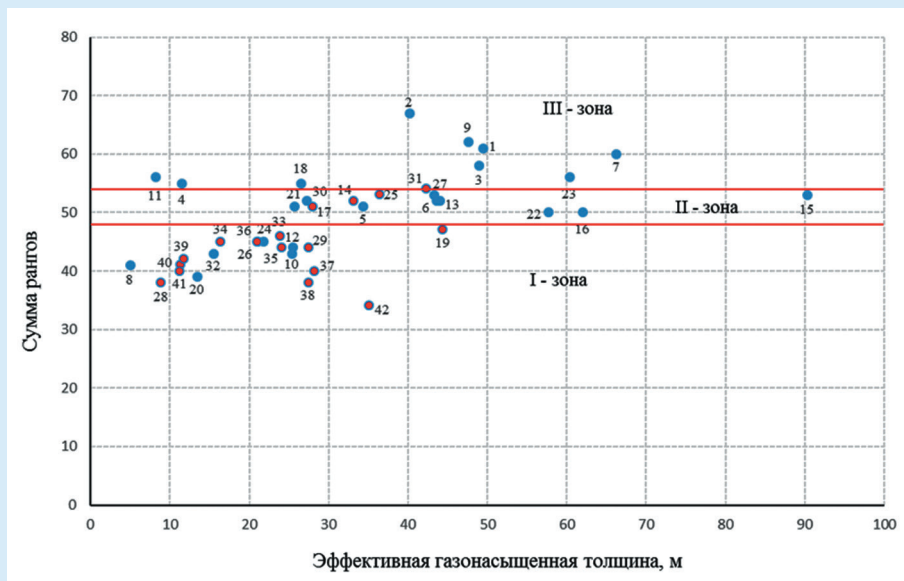


Рис. 6. Зависимость суммы рангов от эффективной газонасыщенной толщины горизонта.

Сурет 6. Дәрежелер сомасының горизонттың газбен қаныққан тиімді қалыңдығына тәуелділігі.

Figure 6. Dependence of the sum of ranks on the effective gas-saturated thickness of the horizon.

разбивают на ряд интервалов и каждому интервалу присваивают определенное число рангов. Всем значениям признаков, попавшим в данный интервал, присваивается значение ранга, соответствующее этому интервалу [11].

Функция классификации для данного объекта определяется суммированием значений рангов по всем факторам, характеризующим данный объект [11]:

$$\Phi = \sum_{i=1}^k R_{xj},$$

где Φ – суммарное значение рангов для j -го объекта (скважины);

R_{xj} – ранг x фактора j -го объекта.

Результаты и их обсуждение

Результаты оценки информативности геологических факторов на качество КГРП показывают, что наибольшее влияние оказывают параметры, характеризующие газонасыщенную толщину продуктивного горизонта (эффективная газонасыщенная толщина, вскрытая перфорацией эффективная газонасыщенная толщина, количество перфорированных интервалов, расстояние от газоводяного контакта до нижних дыр интервала перфорации), энергетическое состояние залежи (пластовое давление), фильтрационно-емкостные свойства коллекторов (коэффициент пористости,

коэффициент газонасыщенности) и неоднородность продуктивного горизонта (коэффициент расчлененности, глинистость) (табл. 3). Полученные результаты вполне согласуются с теорией притока газа к забою скважины.

Для обоснования выбора скважин-кандидатов для эффективного проведения КГРП использован метод ранговой классификации. По полученным суммарным значениям геологических факторов построена зависимость эффективной газонасыщенной толщины горизонта, вносящей наибольший вклад в качество КГРП, от суммы рангов геологических факторов (рис. 6).

В установленной зависимости выделяется три зоны: 1 – в пределах суммы рангов геологических факторов от 34 до 48, характеризующихся низкой эффективностью (из 21 КГРП только 7 оказались успешными – 33,3%); 2 – в пределах изменения суммы рангов от 48 до 54, характеризующейся относительно высокой эффективностью КГРП (из 12 КГРП 8 оказались успешными – 66,7%); 3 – сумма рангов более 54, в данной области достигнута 100%-я успешность КГРП.

Результаты, полученные на основе исследований информативности

геологических факторов и ранговой классификации позволяют сделать вывод, что на проанализированных 42-х скважинах относительно низкая успешность – 57,1% – объясняется недостаточно обоснованным выбором поисковых и разведочных скважин для применения КГРП при их испытании.

Заключение

С применением метода Кульбака установлена информативность – степень влияния геологических факторов на результаты КГРП при испытании поисковых и разведочных скважин месторождений и площадей Бешкентского прогиба. Показано, что по степени влияния на результаты КГРП геологические факторы распределяются в следующем порядке: эффективная газонасыщенная толщина (23,78%); вскрытая перфорацией эффективная газонасыщенная толщина (13,57%); пластовое давление (9,86%); коэффициент расчлененности (8,88%); глинистость коллектора (8,4%); коэффициент газонасыщенности (7,78%); коэффициент пористости (6,48%); количество перфорированных интервалов (5,92%); расстояние от газоводяного контакта до нижних дыр интервала перфорации (5,23%); степень вскрытия газонасыщенной толщины (4,87%); температура пласта (2,98%); коэффициент песчаности (2,25%).

С использованием метода ранговой классификации установлена зависимость суммарного ранга геологических факторов от эффективной газонасыщенной толщины горизонта. На полученной зависимости выделены три зоны с различной эффективностью КГРП: низкая – в пределах суммы рангов геологических факторов от 34 до 48; средняя – в пределах суммы рангов геологических факторов от 48 до 54 и высокая – при >54 ранга. Данную зависимость рекомендовано использовать для обоснования скважин-кандидатов для эффективного проведения КГРП при испытании поисковых и разведочных скважин Бешкентского прогиба и других нефтегазоносных регионов с близкими геолого-геофизическими условиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зиновьев А.М., Птичкин П.А., Котляров С.О., Гаврюшин А.С. Геолого-техническое обоснование проведения кислотного гидроразрыва пласта в добывающих скважинах. // Нефтепромысловое дело. – М., 2020. – №4(616). – С. 17-22 (на русском языке)
2. Гуськова И.А., Захарова Е.Ф. Методики оценки и прогнозирование технологической эффективности методов ОПЗ скважин. // Бурение и нефть. – М., 2010. – №12. – С. 14-17 (на русском языке)
3. Гладков Е.А. Анализ эффективности применяемых методов интенсификации притока нефти. // Бурение и нефть. – М., 2010. – №12. – С. 29-31 (на русском языке)
4. Казаков А.А. Некоторые замечания по поводу методов оценки технологической эффективности различных геолого-технических мероприятий. // Нефтяное хозяйство. – М., 1999. – №5. – С. 39-43 (на русском языке)
5. Лашкин Н.Е. Анализ экологических последствий метанового загрязнения сточных вод при гидравлическом разрыве пласта. // Аллея Науки. – 2019. – №10(37). – С. 17-21 (на русском языке)
6. Ирматов Э.К., Джалилов М.М., Шахназаров Г.А., Ким В.С. Об одном аспекте применения ранговой корреляции в анализе разработке месторождений. // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2013. – №3. – С. 38-40 (на русском языке)
7. Колесникова С.И. Методы анализа информативности разнотипных признаков. // Вестник Томского Государственного Университета. – Томск, 2009. – №1(6). – С. 69-80 (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Зиновьев А.М., Птичкин П.А., Котляров С.О., Гаврюшин А.С. Өндіруші ұңғымаларда қышқылды гидравликалық сынуды жүргізудің геологиялық-техникалық негіздемесі. // Мұнай кәсіпшілігі ісі. – М., 2020. – №4(616). – Б. 17-22 (орыс тілінде)
2. Гуськова И.А., Захарова Е.Ф. Ұңғымаларды ОПЗ әдістерінің технологиялық тиімділігін бағалау және болжау әдістері. // Бұрғылау және мұнай. – М., 2010. – №12. – Б. 14-17 (орыс тілінде)
3. Гладков Е.А. Мұнай ағынын қарқындатудың қолданылатын әдістерінің тиімділігін талдау. // Бұрғылау және мұнай. – М., 2010. – №12. – Б. 29-31 (орыс тілінде)
4. Казаков А.А. Әртүрлі геологиялық-техникалық іс-шаралардың технологиялық тиімділігін бағалау әдістері бойынша кейбір ескертулер. // Мұнай шаруашылығы. – М., 1999. – №5. – Б. 39-43 (орыс тілінде)
5. Лашкин Н.Е. Гидравликалық сыну кезінде ағынды сулардың метан ластануының экологиялық салдарын талдау. // Ғылым аллеясы. – 2019. – №10(37). – Б. 17-21 (орыс тілінде)
6. Ирматов Э.К., Джалилов М.М., Шахназаров Г.А., Ким В.С. Кен орындарын игеруді талдауда дәреже корреляциясын қолданудың бір аспектісі туралы. // Өзбек мұнай және газ журналы. – Ташкент, 2013. – № 3. – Б. 38-40 (орыс тілінде)
7. Колесникова С.И. Әр түрлі белгілердің ақпараттық мазмұнын талдау әдістері. // Томск мемлекеттік университетінің хабаршысы. – Томск, 2009. – №1(6). – Б. 69-80 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Zinoviev A.M., Ptichkin P.A., Kotlyarov S.O., Gavryushin A.S. Geologo-texnicheskoe obosnovanie provedeniya kislotnogo gidrorazryva plasta v dobyvayushhix skvazhinax [Geological and technical justification of acid hydraulic fracturing in producing wells]. // Neftepromyslovoe delo = Oilfield business. – M., 2020. – №4 (616). – P. 17-22 (in Russian)
2. Guskova I.A., Zakharova E.F. Metodiki ocenki i prognozirovaniye texnologicheskoy e'ffektivnosti metodov OPZ skvazhin [Methods of evaluation and forecasting of technological efficiency of methods of OPZ wells // Burenie i neft' = Drilling and oil. – M., 2010. – №12. – P. 14-17 (in Russian)
3. Gladkov E.A. Analiz e'ffektivnosti primenyaemyx metodov intensifikacii pritoka nefti [Analysis of the effectiveness of applied methods of intensification of oil inflow]. // Burenie i neft' = Drilling and oil. – M., 2010. – №12. – P. 29-31 (in Russian)

4. Kazakov A.A. *Nekotorye zamechaniya po povodu metodov ocenki tekhnologicheskoy e'ffektivnosti razlichnykh geologo-tekhnicheskikh meropriyatij* [Some remarks on the methods of assessing the technological efficiency of various geological and technical measures]. // *Neftyanoe khozyajstvo = Oil industry*. – M., 1999. – №5. – P. 39-43 (in Russian)
5. Lashkin N.E. *Analiz e'kologicheskikh posledstviy metanovogo zagryazneniya stochnyx vod pri gidravlicheskom razryve plasta* [Analysis of environmental consequences of methane pollution of wastewater during hydraulic fracturing]. // *Alleya Nauki = Alley of Science*. – 2019. – №10(37). – P. 17-21 (in Russian)
6. Irmatov E.K., Jalilov M.M., Shakhnazarov G.A., Kim V.S. *Ob odnom aspekte primeneniya rangovoy korrelyatsii v analize razrabotke mestorozhdenij* [On one aspect of the application of rank correlation in the analysis of field development]. // *Uzbekskiy zhurnal nefti i gaza = Uzbek Journal of Oil and Gas*. – Tashkent, 2013. – №3. – P. 38-40 (in Russian)
7. Kolesnikova S.I. *Metody analiza informativnosti raznotipnykh priznakov* [Methods of analyzing the informativeness of different types of signs]. // *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta = Bulletin of Tomsk State University*. – Tomsk, 2009 – №1(6). – P. 69-80 (in Russian)

Сведения об авторах:

Аззамов А.А., канд. техн. наук, ведущий специалист по разработке Иностранного предприятия «Общество с ограниченной ответственностью «Epsilon Development Company» (г. Ташкент, Узбекистан), otabek.agzamov@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6771-1286>

Аббасова С.А., д-р геол.-минерал. наук, и.о. доцента кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова (г. Ташкент, Узбекистан), saidakhon.abbasova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9571-2515>

Аззамова С.А., научный сотрудник лаборатории «Нефтегазовая геофизика» Государственного учреждения «Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений» (г. Ташкент, Узбекистан), agzamova.sevara@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9482-9941>

Ибрагимов Х.Р., старший преподаватель кафедры «Технология геологической и геофизической разведки» Филиала Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина в г. Ташкенте (г. Ташкент, Узбекистан), hayot.ibragimov@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2671-3055>

Авторлар туралы мәлімет:

Аззамов А. А., техника ғылымдарының кандидаты, «Epsilon Development Company» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі шетелдік кәсіпорнын әзірлеу жөніндегі жетекші маман (Ташкент қ., Өзбекстан)

Аббасова С.А., геология-минералогия ғылымдарының докторы, Ислам Каримов атындағы Ташкент мемлекеттік техникалық университетінің, «Мұнай және газ кен орындарын игеру және пайдалану» кафедрасының доценті міндетін атқарушы (Ташкент қ., Өзбекстан)

Аззамова С.А., «Мұнай және газ кен орындарының геологиясы және барлау институты» мемлекеттік мекемесінің, «Мұнай-газ геофизикасы» зертханасының ғылыми қызметкері (Ташкент қ., Өзбекстан)

Ибрагимов Х.Р., Ташкент қаласындағы И.М. Губкин атындағы Ресей мемлекеттік мұнай және газ университеті филиалының, «Геологиялық және геофизикалық барлау технологиясы» кафедрасының аға оқытушысы (Ташкент қ., Өзбекстан)

Information about the authors:

Agzamov A.A., Candidate of Technical Sciences, Leading Specialist in the Development of a Foreign Enterprise «Limited Liability Company «Epsilon Development Company» (Tashkent, Uzbekistan)

Abbasova S.A., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Acting Associate Professor at the Department «Development and Operation of oil and gas fields» of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov (Tashkent, Uzbekistan)

Agzamova S.A., Researcher at the Laboratory «Oil and Gas Geophysics» of the State Institution «Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields» (Tashkent, Uzbekistan),

Ibragimov H.R., Senior Lecturer at the Department «Technology of Geological and Geophysical Exploration» of the Branch of the Russian State University of Oil and Gas in Tashkent named after I.M. Gubkin (Tashkent, Uzbekistan)



МАЙНЕКС РОССИЯ

18-Й ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ

4-6 октября 2022

Москва, Рэдиссон Славянская

**MINING
GOES
DIGITAL**



РОССИЙСКАЯ
ГОРНАЯ
НАГРАДА



РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЦЕНТР ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ «КАЗГЕОИНФОРМ»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ОПЕРАТОР ПО СБОРУ, ХРАНЕНИЮ, ОБРАБОТКЕ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ



Казахстан по богатству своих недр минеральными ресурсами и их разнообразию входит в группу стран – мировых лидеров. В соответствии с пунктом 2 статьи 75 Кодекса Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» геологическая информация находится в государственной собственности.

Республиканский геологический фонд создан в 1930 г. и является уникальным собранием материалов о результатах проведенных геологоразведочных работ, в котором на постоянном хранении находятся материалы всей территории Республики Казахстан, в количестве более 58 тысяч геологических отчетов или порядка 500 тысяч томов книг и папок с графическими приложениями.

Казгеоинформ является товариществом с ограниченной ответственностью со 100% участием государства, но не находящемся на бюджетной финансировании.

Основной целью товарищества является получение дохода за счет самостоятельной хозяйственной деятельности. Основными принципами организации являются: клиентоориентированность, обеспечение доступности к качественным геологическим материалам, взаимовыгодное сотрудничество и стремление к инновациям.

Большую часть услуг «Казгеоинформ» предоставляет на возмездной основе непосредственно заинтересованным физическим и юридическим лицам.

Структура управления геологоразведочной отрасли и взаимодействие ключевых участников в этой сфере регулируется Кодексом «О недрах и недропользовании» и рядом подзаконных актов.

В составе государственной структуры «Казгеоинформ» является подведомственной организацией Комитета геологии Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

Учет, хранение, систематизация, обобщение и предоставление геологической информации, находящейся в собственности, а также владении и пользовании у государства, осуществляются в порядке, определяемом уполномоченным органом по изучению недр – Комитетом геологии Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан.

Казгеоинформ имеет представительства во всех регионах страны, где располагаются территориальные геологические фонды, а именно: Южказгеоинформ – в г. Алматы, Запказгеоинформ – в г. Актобе, Центказгеоинформ – в г. Караганде, Востказгеоинформ – в г. Усть-Каменогорске и Севказгеоинформ – в г. Кокшетау, которые также осуществляют предоставление копий геологических материалов.

ТОО «Республиканский центр геологической информации (РЦГИ) «Казгеоинформ», созданное в соответствии с постановлением Правительства РК от 25 июня 2018 г. №376 и согласно приказу Министра по инвестициям и развитию РК от 24 мая 2018 №377 г., является Национальным оператором по сбору, хранению, обработке и предоставлению геологической информации.

Основными задачами РЦГИ являются: сбор, хранение, обработка и предоставление геологической информации. Первая задача подразумевает под собой систематизированный сбор и учет; вторая – фоновое и серверное хранение, третья – оцифровку, интерпретацию, векторизацию и моделирование; четвертая – представление, а в будущем и автоматизацию предоставления геологической информации.

Основными услугами Казгеоинформ являются: предоставление копий геологической информации, информации о свободности территорий, об ее изученности,

информация о запасах полезных ископаемых, о наличии, либо отсутствии подземных вод на интересующей территории, а также техническое сопровождение Программы управления фондом недр (ПУГФН).

Основной продукцией Казгеоинформ являются пакеты геологической информации по всем видам полезных ископаемых, справочники, обзоры, атласы, информационные и геологические карты и так далее.

Казгеоинформ выпускает: справочники по месторождениям полезных ископаемых, картографические материалы, аналитические бюллетени, информационные справки, справочники недропользователей и другую продукцию. Процедура предоставления геологической информации регламентирована Правилами учета, хранения, систематизации, обобщения и предоставления геологической информации, находящейся в собственности, а также владении и пользовании у государства, утвержденными Приказом Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан №380 от 24 мая 2018 г.

Одним из основных и запрашиваемых продуктов являются пакеты геологической информации. Предусматриваются 3 вида пакета: **базовый, расширенный и премиум.**

Базовый пакет представляет собой краткую выборку основных разделов 30% от имеющихся всех геологических отчетов по запрашиваемой территории.

Расширенный же представляет собой анализ всех имеющихся геологических отчетов, в том числе включает информацию с ограниченным распространением, если таковая имеется. Графические материалы по запрашиваемой территории к данному пакету предоставляются в векторном формате.

Премиум пакет представляет собой уже готовый План разведки или План горных работ, за исключением Плана ликвидации и Проекта охраны окружающей среды. Данный пакет удобен для всех потенциальных инвесторов, в том числе иностранных. Данный вид пакета упрощает поиск подрядных организаций и позволит ускорить процесс перехода непосредственно к недропользованию. Основная разница заключается

в формате предоставляемой информации, их наполнении, а также сроках предоставления.

Принцип формирования пакетов геологической информации

В первую очередь, мы формируем пакеты геологической информации по индивидуальным запросам заявителей. Это значит, что любое заинтересованное лицо может направить заявку с интересующим его участком недр с целью получения соответствующего пакета геологической информации по конкретно запрашиваемому участку. Также в большей части, объектами формирования пакетов геологической информации являются участки недр, входящие в Программу управления государственным фондом недр, выставленные на разведку и добычу твердых полезных ископаемых, углеводородного сырья, а также общераспространенных полезных ископаемых. И, наконец, одним из принципов формирования пакета геологической информации является детальный анализ материалов изученности по всем видам ранее проведенных работ с выявлением перспективных участков недр.

Интерактивная карта Комитета геологии Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан наполняется, сопровождается и эксплуатируется РЦГИ. На ней отображены пространственные данные участков по всем видам полезных ископаемых, по государственному геологическому изучению недр, особым охраняемым природным территориям и участкам, включенным в Программу управления государственным фондом недр, а также большое количество иной полезной информации. Интерактивная карта позволяет пользователям производить выбор отображаемой на карте информации, поиск информации на карте. Для детального пользования интерактивной картой имеются различные инструменты.

Наряду с другими услугами Казгеоинформ предоставляет заключения о наличии, либо отсутствии полезных ископаемых и их запасах на запрашиваемой территории. Государственный учет ведется по 103 видам полезных ископаемых. На сегодняшний день на государственном учете полезных ископаемых



находятся более 8000 месторождений, из них по углеводородам – 317, твердых полезных ископаемых – 910, общераспространенных полезных ископаемых – более 3000 и около 4000 месторождений подземных вод.

Более 90% запасов приоритетных видов полезных ископаемых вовлечено в эксплуатацию.

Также специалисты товарищества оказывают услуги по определению свободности участков от территорий ограниченного пользования в соответствии со статьей 25 Кодекса «О недрах и недропользовании», в том числе с учетом территорий земель для нужд обороны и национальной безопасности, территорий населенных пунктов, особо охраняемых природных территорий, территорий земель водного фонда и других.

В соответствии с действующим законодательством право недропользования предоставляется только по участкам, включенным в Программу управления государственным фондом недр.

ПУГФН в соответствии со ст. 70 Кодекса РК «О недрах и недропользовании» формируется на основе анализа перспектив развития сферы недропользования и с учетом потребности страны в соответствующих видах полезных ископаемых, необходимости восполнения и увеличения МСБ РК по видам полезных ископаемых, необходимости обеспечения национальной, экологической и энергетической безопасности Республики Казахстан, экологического развития регионов, сведений единого кадастра государственного фонда недр, обобщения и анализа геологической информации, возможностей существующей инфраструктуры. Казгеоинформ осуществляет техническое формирование программы управления государственным фондом недр.

В настоящее время разрабатывается Информационная система «Национальный банк данных (НБД) минеральных ресурсов Республики Казахстан» в соответствии с исполнением 75 шага Плана нации Главы государства «Внедрение интерактивной карты для инвесторов по австралийскому методу», с пунктом 59 Плана мероприятий по реализации государственной программы «Цифровой Казахстан» и статьей 75 Кодекса РК «О недрах и недропользовании». Система предназначена для надежного хранения, обеспечения доступности информации о недрах и недропользовании с целью привлечения инвестиций в сферу недропользования и повышения геологической изученности территории Республики Казахстан, а также для обеспечения возможности автоматизации процессов в сфере недропользования. В рамках информационной системы предполагается реализация следующих основных компонентов:

- 1) единая база геолого-геофизических данных;
- 2) интерактивная карта;
- 3) автоматизация бизнес-процессов (Business Process Management);
- 4) единое окно пользователя;
- 5) аналитические инструменты для заинтересованных сторон (Business Intelligence).

Составляющие информационной системы – это база геологических данных, интерактивная карта, модуль бизнес-процессов и отчетности, модуль аналитики.

НБД обеспечит доступность к геологическим данным по месторождениям с любой точки земного шара в онлайн-режиме с помощью нескольких простых шагов.

Лицензии в системе будут предоставляться по принципу первой заявки в едином окне для инвесторов. Главный принцип данной системы заключается в использовании концепции «рарег free», то есть в отсутствии необходимости предоставления документов в бумажном виде, обеспечении максимально возможного прямого доступа инвесторов к интересующей и полной информации. Как результат, геологическая информация по всем видам полезных ископаемых будет консолидирована в единой базе данных. Выдача лицензий недропользования будет полностью автоматизирована по принципу «первый пришел – первый получил». У заявителей будет доступен функционал личного кабинета, выбора территории запрашиваемого участка, возможность подтверждения сведений, подписи заявлений при помощи ЭЦП, осуществления необходимых платежей, сдачи необходимой отчетности и т.д. Интерактивная карта по месторождениям позволит инвесторам и недропользователям осуществлять поиск и скачивать доступную геологическую информацию с любого гаджета с подключенным интернетом. Наряду с этим, для госорганов будут доступны инструменты мониторинга недропользователей и аналитики.

Казгеоинформ оказывает услуги на возмездной основе и предлагает удобный формат заключения договоров для компаний, которые часто пользуются нашими услугами, в том числе, долгосрочный договор, который предусматривает заключение одного договора на все услуги, оказываемые Казгеоинформ. Также предлагаем заключать депозитные договора, которые, в свою очередь, предусматривают индивидуальное сопровождение договора, прикрепление персонального менеджера по сопровождению договорных обязательств, приоритетность оказания услуги и скидки на оказываемые услуги.

Пунктом 8 Общенационального плана мероприятий предусмотрено «Создание Национальной геологической службы на базе подведомственных организаций уполномоченного государственного органа (ТОО «РЦГИ «Казгеоинформ» и АО «НКГ «Казгеология») с функциями по оказанию комплексной сервисной поддержки инвесторам посредством открытого доступа к геологической информации, эксплуатации Национального банка данных минеральных ресурсов, обобщению, систематизации и анализу геологической информации совместно с научными учреждениями Республики Казахстан в области геологии». Для реализации данного пункта предлагается реорганизовать ТОО «Республиканский центр геологической информации «Казгеоинформ» путем преобразования в акционерное общество «Национальная геологическая служба Республики Казахстан» со стопроцентным участием государства в его уставном капитале. Далее присоединить к нему акционерное общество «Национальная геологоразведочная компания «Казгеология» в установленном порядке.

Послание Главы государства народу Казахстана от 01.09.2021 г. постановлением правительства РК №971 от 30.12.2021 г. создается Национальная геологическая служба.

ОТКРЫТА ПОДПИСКА



КАЗПОЧТА ЕВРАЗИЯ ПРЕСС ЭВРИКА-ПРЕСС

Подписной индекс 75807

Заявка на главной странице сайта MINMAG.KZ

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ

Заполните форму и мы перезвоним Вам в ближайшее время

 Ваше имя *

 Ваш телефон *

 Ваш e-mail *

 Полные реквизиты

 Количество экземпляров

Оформить подписку на журнал

 Все Ваши данные конфиденциальны и не распространяются третьим лицам

Следите за новостями!



minmag.kz



@minmag.kz



+7 747 343 15 02



post-dts@yandex.kz

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

Б.С. Хамзин, главный геолог

Акционерное общество «Национальная геологоразведочная компания «Казгеология»

НАЦИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНАЯ КОМПАНИЯ «КАЗГЕОЛОГИЯ»

По площади Казахстан занимает девятое место в мире и обладает уникальной минерально-сырьевой базой, хранящей более 90 видов полезных ископаемых. Однако, территория страны изучена лишь на 25%, а выявленные месторождения в основном приповерхностные.

В Казахстане имеются значительные перспективы для новых открытий. На золоторудные месторождения – территория центрального, северного, восточного и южного регионов. Новые свинцово-цинковые месторождения могут быть открыты в Центральном и Южном Казахстане, а также в приграничных площадях с Россией и Китаем. Имеются перспективы для открытия новых месторождений и по другим рудным полезным ископаемым – вольфраму, молибдену, алюминию, олову, а также редким металлам.

17 апреля 2011 года на расширенном заседании Правительства Республики Казахстан Глава государства озвучил предложение о создании национальной геологоразведочной компании, а 21 июня 2011 года вступило в силу постановление Правительства Республики Казахстан №684 «О создании акционерного общества «Национальная геологоразведочная компания «Казгеология».

Основной задачей Казгеологии было и является выполнение региональных геологоразведочных работ, результатом которых станет выявление перспективных площадей, участков с оценкой прогнозных ресурсов и балансовых запасов по всем видам полезных ископаемых (углеводородное сырье, твердые полезные ископаемые, редкие и редкоземельные металлы и подземные воды) до промышленных категорий C_2 , обеспечивающих коммерческую привлекательность объектов, передаваемых в дальнейшем в коммерческую среду.

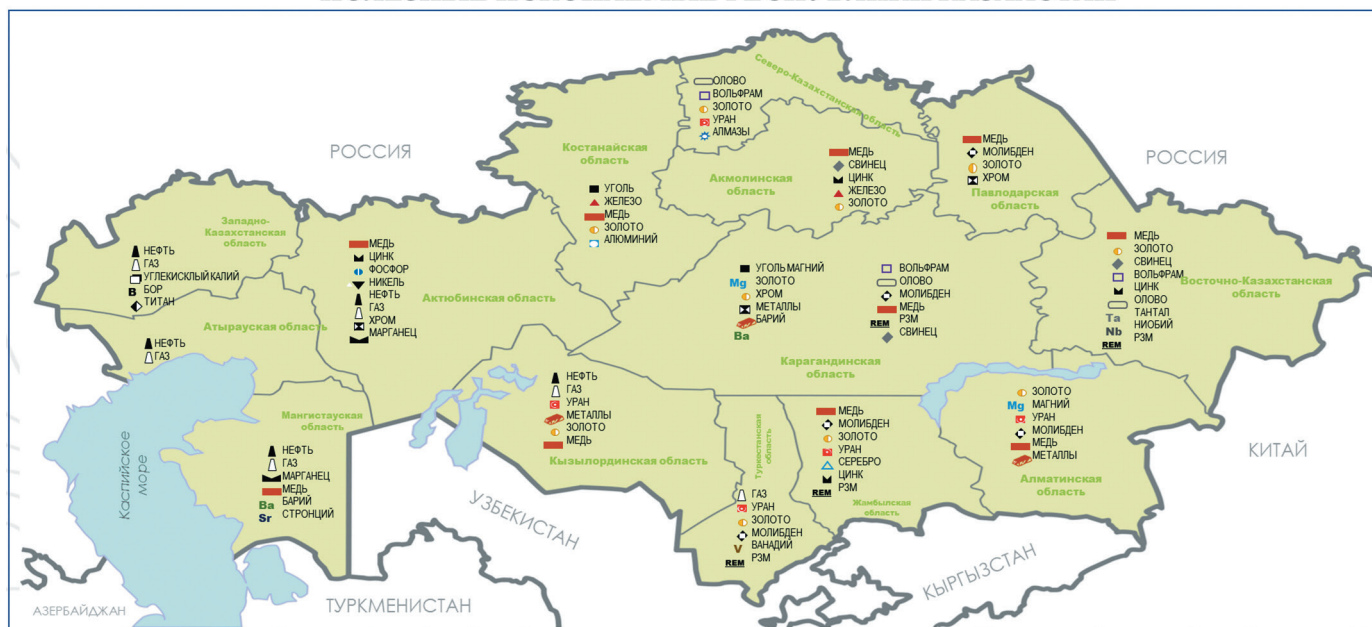
Для решения геологоразведочных задач Казгеология обладает собственными производственными мощностями, которые представляют собой: 6 буровых установок шведской компании Atlas Copco, 2 многофункциональные самоходные буровые установки британской компании Dando Drilling International, а также

компанией было приобретено геофизическое оборудование для проведения наземных исследований, на базе которого сформировано и работает 4 электроразведочных отряда, укомплектованных современным оборудованием производства Phoenix (Канада), 2 грави-магниторазведочных отряда, укомплектованных оборудованием производства Gem systems (Канада) и ФГУНЛП (Россия), 2 топографических отряда.

В 2020 году создана и функционирует геохимическая лаборатория в городе Караганде, где партнером Казгеологии является австралийская компания ALS – мировой лидер в области лабораторных исследований.

В то же время Казгеология не преследует цели захватить рынок оказания услуг, а наоборот, нацелено на развитие отрасли. По этой причине Казгеология активно привлекает в качестве субподрядчиков специализированные геологоразведочные

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



По материалам форума «Майнекс Казахстан 2022»

предприятия (как по объектам государственного задания, так и по коммерческим проектам), которые представлены на данном слайде в разрезе регионов.

За период 2016-2021 годы общий объем инвестиций за счет республиканского бюджета и совместных предприятий Казгеологии составляет 89 млрд 734 млн тенге.

В рамках ведения инвестиционной деятельности Казгеологией реализуется 44 инвестиционных проекта с крупными международными компаниями: RioTinto (Австралия-Великобритания), Yildirim Holding A.S. (Турция), Ulmus Fund B.V. (Германия), АО «Полиметалл» (Россия), с казахстанскими градообразующими предприятиями – ТОО «Корпорация Казахмыс», ТОО «Казцинк», а также совместно с рядом юниорских компаний. Общий объем инвестиций в рамках реализуемых проектов составляет 69,5 млрд тенге. Вместе с тем, Казгеологией ведется подготовка перспективных проектов по месторождениям твердых полезных ископаемых, которые открыты для инвестирования.

За эти годы происходило ежегодное наращивание объемов геологоразведочных работ, выполняемых по проектам государственного задания, суммарно достигших на конец 2021 г. 17 млрд 903 млн тенге. При этом, за последние 5 лет прирост ресурсов и запасов по результатам работ имеет положительную тенденцию.

Учитывая повышенный интерес к литию, в 2016 г. АО «Казгеология» разработало предложение к программе развития геологоразведочных работ на литий, в работе были освещены основополагающие факторы, предпосылки, а также выделены месторождения, перспективные для постановки геологоразведочных работ.

В период 2017-2018 гг. Обществом выполнены работы по оценке перспектив выявления месторождений редкоземельных металлов по основным рудным провинциям Казахстана. Исследованиями была охвачена вся территория Республики

ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ АО НГК «КАЗГЕОЛОГИЯ»

ПРОЕКТЫ ПО ПАРТНЕРАМ		
1		Cu
3		Cu
11		Cr, Au, Pt
1		Au, Zn, Pb
9		Cu, Au, Zn, Pb
5		Cu, Au, Zn, Pb
10		Zn, Pb, Ni, Co, Fe, Au, Cu
4	Поиск инвесторов	PZM, Cu, Au

ПРОЕКТЫ ПО ОБЛАСТЯМ	
Карагандинская	15
Восточно-Казахстанская	12
Костанайская	5
Павлодарская	3
Жамбылская	3
Северо-Казахстанская	2
Туркестанская	1
Кызылординская	1
Актюбинская	1
Акимовская	1

*Примечание к описанию площади:

1) в т.ч. возврат – 62,9 тыс. кв. км;

2) в т.ч. площадь ГТН, контрактов и заверенных проектов

44

проекта

ОБЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Объем инвестиций: 69,5 млрд тт. Создано СП: 27 (и консорциумов – 3)
Охват площади: 77,2 тыс. кв. км* Передано в СП: 35
Контрактов/лицензий: 41 На этапе передачи в СП: 2
На этапе заключения: 3 Завершенных проектов: 12

ПАРТНЕР	ИНВЕСТИЦИИ	ПЛОЩАДЬ
Rio Tinto	27,4 млрд тт.	1,6 тыс. кв. км (после возврата части контр. территории – 16 тыс. кв. км)
Ulmus Fund	5,3 млрд тт.	0,8 тыс. кв. км
Yildirim Holding	5,0 млрд тт.	1,7 тыс. кв. км
Полиметалл	3,6 млрд тт.	0,2 тыс. кв. км
Корпорация Казахмыс	9,7 млрд тт.	1,4 тыс. кв. км
Казцинк	3,4 млрд тт.	3,2 тыс. кв. км
Юниорские компании	11,5 млрд тт.	2,0 тыс. кв. км
Открытые для инвестирования	3,8 млрд тт.	0,5 тыс. кв. км

ИНВЕСТИЦИИ – 69,5 МЛРД. ТЕНГЕ, в том числе					
ИНВЕСТИЦИИ, млн. тенге	2014-2018 гг.	2019 г.	2020 г.	2021 г. (предв.)	Всего
ПЛАНИРУЕМЫЕ	31 413	8 280	11 482	11 824	62 999
ФАКТИЧЕСКИЕ	8 662	7 723	8 779	10 943	36 107

В 2021 году АО «Казгеология» подписаны меморандумы с компаниями: из ОАЭ Abu Dhabi Developmental Holding Company, с венгерской компанией MECSEKERC Environmental Ltd., с итальянской компанией Agip Caspian Sea B.V., с АО «КазМунайГаз», с АО «Росгеология», с индийской компанией Chandan Steel LTD.

АО «Казгеология» совместно с инвесторами по ипоткам ГТИН выявлены перспективные участки:
- участки Шекара (золото) по ипоткам ГТИН на площади Шекара совместно с АО «Полиметалл» (Россия);
- участки Арао (цветные и благородные металлы) по ипоткам ГТИН на 3 участках в Северном Казахстане на титано-цирконий совместно с ИЛУКА (Австралия).

Проекты государственного задания (финансирование и результаты)



ЗАВЕРШЕННЫХ ОБЪЕКТОВ – 1
•РЕСУРСЫ: •WO ₃ – 462,7 тонн

ЗАВЕРШЕННЫХ ОБЪЕКТОВ – 7
•РЕСУРСЫ: •Cu – 513 тыс. тонн; •Zn – 16,8 тыс. тонн; •Pb – 58,6 тыс. тонн; •Au – 130,9 тонн; •Ag – 268,2 тонн; •TiO ₂ – 2 700 тыс. тонн; •Fe – 9 700 тыс. тонн

ЗАВЕРШЕННЫХ ОБЪЕКТОВ – 3
•ЗАПАСЫ: •ZrO ₂ – 361 тыс. тонн; •NbO ₂ – 55,1 тыс. тонн; •Ta ₂ O ₅ – 6,3 тыс. тонн; •PZM – 88,8 тыс. тонн
•РЕСУРСЫ: •Cu – 2 634 тыс. тонн; •Zn – 500 тыс. тонн; •Pb – 395 тыс. тонн; •Au (хореевое) – 1,5 тонны; Au (россыпное) – 2,0 тонны; •ZrO ₂ – 488 тыс. тонн; •NbO ₂ – 62 тыс. тонн; •Ta ₂ O ₅ – 8,0 тыс. тонн; •PZM – 158,7 тыс. тонн

ЗАВЕРШЕННЫХ ОБЪЕКТОВ – 9
•ЗАПАСЫ: •Pb – 650 тонн; •Zn – 1 800 тонн
•РЕСУРСЫ: •Cu – 416 тыс. тонн; •Zn – 1 115 тыс. тонн; •Pb – 1 374 тыс. тонн; •Au – 11,44 тонн; •Ag – 565,6 тонн; •Mo – 337 тонн

Казахстан. Полевые поисково-рекогносцировочные работы проводились на 16 перспективных участках, расположенных на территориях восьми областей Казахстана. Проведен комплекс работ, включающий: дистанционное зондирование по космоснимкам, геологические маршруты, горнопроходческие работы, бурение поисковых скважин, лабораторные и камеральные работы.

Обобщена, проанализирована и классифицирована геологическая информация по редкоземельным месторождениям р. еспублики. Создана база данных по месторождениям редких и редкоземельных элементов (около 800 объектов).

Подсчитаны прогнозные ресурсы по категориям P₂ по месторождению

Верхнеэспинское, а также по категории P₃ по площади Восточно-Коньратского гранитного массива. На основании изучения и статистического анализа для постановки дальнейших исследований были даны рекомендации.

В 2021 г. по заказу Комитета геологии были разработаны проекты на постановку последующих геологоразведочных работ. Участки по регионам: восемь – на Востоке (Ржавая сопка, Мирнолюбовский, Брусиловский, Дюсенбай-Байтулек, Актюбе-Кварцевый, Куйрыктыколь, Бокай, Кунеой); один – на Севере (Акбулак); один – в Центре (Кенкудук); три – на Юге (Кельтемшатский, Хоргоское и Среднее месторождение Чулактау).

Казгеология готова оказать всестороннюю поддержку и консультацию для заинтересованных лиц по вопросам совместного сотрудничества в реализации инвестиционных проектов, а также проведении геологоразведочных работ.

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, метаданные не должен превышать 8 печатных страниц;
- статьи (за исключением обзоров), должны содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике (см. п. 1), научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями, отраженными в п. 3;
- статья может быть представлена на казахском, русском или английском языке;
- в редакцию представляется окончательный, **тщательно выверенный вариант** статьи, исключающий необходимость постоянных доработок текста на этапах издательского процесса;
- перед отправкой статьи в редакцию журнала авторам необходимо проверить текст на предмет отсутствия плагиата с помощью специальной программы (например, www.text.ru);
- необходимо указать одно из научных направлений, которому в наибольшей степени соответствует тематика статьи.

3. Структура статьи должна содержать следующие разделы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

РИСУНКИ должны иметь расширение графических редакторов CorelDraw, Photoshop, Illustrator и т. п.). Фотографии должны быть предельно четкими в графическом формате (TIFF, JPEG, CDR) с разрешением не менее 300 dpi. Все буквенные и цифровые обозначения на рисунках необходимо пояснить в основном или 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 метадаанных 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.

27 апреля 2022 года исполнилось 85 лет со дня рождения известного ученого-горняка в области математического моделирования больших систем, основателя направления геотехнологии металлов способом подземного скважинного выщелачивания, Лауреата премии им. академика К.И. Сатпаева, Почетного научного сотрудника Института горного дела им. Д.А. Кунаева, академика НАН РК, доктора технических наук, профессора Рогова Евгения Ивановича (27.04.1937 г. – 22.11.2017 г.).

Е.И. Рогов родился 27 апреля 1937 г. в г. Змеиногорске Алтайского края. В 1959 г. с отличием окончил Казахский горно-металлургический институт, получив квалификацию горного инженера-технолога, и по распределению более двух лет работал на шахте 86-87 комбината «Карагандауголь».

В 1961 г. поступил в очную аспирантуру Института горного дела АН КазССР, в 1964 г. досрочно защитил кандидатскую диссертацию. В 1982 г. в ИГД им. А.А. Скочинского (Москва) защитил докторскую диссертацию, в 1984 г. ему присвоено ученое звание профессора.

Академик Е.И. Рогов за годы работы в ИГД НАН РК прошел весь путь научного работника: от аспиранта до заведующего лабораторией, ученого секретаря, первого заместителя директора и директора института. Евгений Иванович возглавлял Институт горного дела им. Д.А. Кунаева с 1988 г. по 1999 г. Все последующие годы также был верен Институту и до последнего дня жизни возглавлял лабораторию основ теории технологии разработки месторождений полезных ископаемых.

Первый этап научной деятельности Е.И. Рогова был посвящен теории сложных вентиляционных сетей шахт и рудников, катастрофических отказов на угольных шахтах. Начиная с конца 1960-х годов, создал научную школу в области решения проблем математического моделирования сложных технологических систем горных предприятий.

Академиком Е.И. Роговым созданы разработки по принципиально новому направлению – адаптивное управление геотехнологиями горнодобывающих предприятий. С 1999 г. им активно развивается научная школа по геотехнологии металлов способом подземного скважинного выщелачивания.



**Евгений Иванович
Рогов**
(к 85-летию со дня
рождения)

За выдающиеся достижения в области горных наук в 1994 г. Е.И. Рогов был избран членом-корреспондентом Национальной академии наук Республики Казахстан, в 1996 г. – академиком Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан, в 2003 г. – академиком НАН РК. В 2016 г. Е.И. Рогов избран академиком Национальной академии горных наук Республики Казахстан, учрежденной в том же году.

Многолетняя и плодотворная научная, научно-организационная и педагогическая деятельность академика Е.И. Рогова получила высокую оценку со стороны государства: он награжден многими медалями и орденами Республики Казахстан, является Полным кавалером знака «Горняцкая слава» России.

На протяжении многих лет Е.И. Рогов являлся членом редакционных коллегий журналов «Промышленность Казахстана», «Комплексное использование минерального сырья», «Горный журнал Казахстана», «Рудник будущего» (Россия), Доклады НАН РК. При непосредственном участии академика Е.И. Рогова в 1993 г. в г. Акапулько (Мексика) Республика Казахстан была включена 49 страной в постоянные члены Всемирного горного конгресса, а сам Евгений Иванович утвержден в должности председателя от Республики Казахстан постоянно действующего Международного организационного комитета Всемирных горных конгрессов (WMC).

Е.И. Роговым было опубликовано более 500 работ, в том числе 60 изобретений и 25 монографий, одна из них издана за рубежом в Германии.

Много сил и энергии академик Е.И. Рогов отдал воспитанию научных и инженерных кадров. Под его научным руководством защищено 25 кандидатских и 16 докторских диссертаций, подготовлено более 50 горных инженеров по скважинным геотехнологиям без присутствия людей в подземных выработках. Более 20 лет Е.И. Рогов являлся профессором КазНТУ им. К.И. Сатпаева, а также читал лекции по теории математического моделирования больших систем в Бостонском университете (США), Шаньдунском университете (Китай).

22 ноября 2017 г. жизнь Евгения Ивановича оборвалась, однако светлая память об ученом, личности, педагоге, академике Е.И. Рогове остается с нами навсегда.

Бояндинова Асия Адылкановна,
доктор технических наук, доцент,
ученый секретарь Филиала РГП «НЦ КПМС РК»
«Институт горного дела им. Д.А. Кунаева»