

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

Издается с января 2003 г.

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

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

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

Адрес редакции:
050026, г. Алматы,
ул. Карасай батыра, 146, оф. 401.
Тел.: 8 (727) 375-44-96

minmag.kz

Представители журнала:

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

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

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

Периодичность 12 номеров в год

Тираж 1500 экземпляров

ISSN 2227-4766

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

Подписано в печать **05.06.2020 г.**

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

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



INTERRIN

Главный редактор

М.Ж. БИТИМБАЕВ, mbitimbaev@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Л.А. КРУПНИК, leonkr38@mail.ru

Заместитель гл. редактора

Х.А. ЮСУПОВ, yusupov_kh@mail.ru

Ответственный редактор

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

Специалист по связям с общественностью

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

Помощник редактора

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

Редакционная коллегия:

Fathi Nabashi (Canada), Dr. techn. [Vienna], Dr.h.c.

[St. Petersburg], Dr.h.c. [National Tech Univ, Lima],

Dr.h.c. [San Marcos Univ, Lima]

Fidelis Tawiah Suorineni, PhD,

Professor of Mining Engineering

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

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

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

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

А.А. Бекботаева, PhD

А.А. Бектыбаев, канд. техн. наук

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

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

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

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

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

А.И. Едильбаев, д-р техн. наук

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

В.Г. Загайнов, канд. техн. наук

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

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

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

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

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

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

В.С. Музгина, д-р техн. наук

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

М.Б. Нурпеисова, д-р техн. наук, профессор

Е.Н. Ольшанский, член-корреспондент МАИН

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

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

П.Г. Тамбиев, канд. техн. наук

Р.Р. Ходжаев, д-р техн. наук

Т.А. Чепуштанова, PhD

® – статья на правах рекламы

① – информационное сообщение

✍ – статья публикуется в авторской редакции

3 Колонка главного редактора

5 MKS: пускатели, которые могут почти все ®

Минерально-сырьевые ресурсы

6 *Дьячков Б.А., Бисатова А.Е., Ойцева Т.А., Кузьмина О.Н.*
Геологические критерии прогнозирования редкометалльных месторождений как основной источник восполнения минерально-сырьевой базы для предприятий Восточного Казахстана

Геология

14 *Mursalov S., Baba-Zadeh V., Imamverdiyev N., Veliyev A.*
New promising mineralized zones and deposits of the northwestern flank of the Kedabek ore district

Бурение скважин

22 *Мендебаев Т.Н., Исмаилов Х.К., Изаков Б.К., Смашов Н.Ж.*
Энергосберегающая забойная компоновка бурения скважин с отбором высокоинформативного керна

Геодезия

27 *Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Ормамбеков Е.Ж.*
Наблюдения за деформациями высотных зданий и сооружений

32 *Рахымбердина М.Е., Утеев Р.Е., Касымов Д.К., Капасов А.К.*
Анализ исполнительной геодезической документации в Республике Казахстан

Переработка полезных ископаемых

36 *Воробьев А.Е., Метакса Г.П., Чекушина Т.В., Шамшиев О.Ш.*
Особенности влияния наночастиц золота на показатели технологии его извлечения из руд

Горные машины

44 *Ратов Б.Т., Козбакарова С.М., Махитова З.Ш.*
Затраты мощности на разрушение забоя скважины пикообразными лопастными долотами традиционной конструкции

Подземное и шахтное строительство

50 *Имансакипова Б.Б., Московчук П.А., Шакиева Г.С., Кидирбаев Б.*
Ранжирование участков трассы метро по степени проблемности на основе комбинированного метода оценки факторов риска и их уровней

54 Требования к оформлению статей

КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



**Марат Жакупович
Битимбаев**
главный редактор

Уважаемые коллеги!

Дорогие читатели!

В этом году начало лета – июнь месяц – весь Земной шар встречает в обстановке всеобщей тревоги, если не сказать больше. События, связанные с распространением коронавируса, превратившимся затем в пандемию, кроме трагических последствий, связанных с гибелью сотен тысяч людей, поставила перед человечеством весьма серьезные вопросы нравственного здоровья, развития медицины, создания действенного контроля над правительственными научными программами.

Но жизнь идет своим чередом. Несмотря и вопреки всем бедам люди должны жить в привычном русле, т. е. работать, создавать материальные блага, отдыхать, нормально питаться, поэтому и экономика должна работать во всех своих направлениях в обычном режиме, только с учетом восстановления утерянному в последние 3-4 месяца.

Праздники также никто не отменял. А в июне мы имеем значимые праздники, имеющие прямое отношение к здоровью человечества – День защиты детей 1 июня и День медицинского работника 14 июня.

Охрана детства и чествование медиков – врачей, медицинских сестер, санитарок – сливаются в нашем сознании в создание благоприятного климата для жизни людей на Земле. Кто же, кроме родителей для детей и медицинских работников для всех нас, создает условия для благополучия и спокойного роста в этом бурном мире со всеми его непрерывными изменениями? Скажем спасибо нашим родителям, поставившим нас на ноги и указавшим нам путь к счастливой жизни! Будем достойны своих родителей и воспитаем своих детей здоровыми и успешными, передав им образы их предков.

Вечные слова благодарности медицинским работникам, которые всегда готовы прийти нам на помощь в трудную минуту. Это так важно для нас, людей нелегкой профессии, связанной с опасностями.

Условия карантина, в которых мы прожили последние 3 месяца, внесли коррективы в публичные мероприятия. В первую очередь, это касается празднования Дня Победы 9 мая, который в этом году особенный, потому что прошло 75 лет, как случилось это долгожданное событие, поэтому Парад Победы, который будет 24 июня (в день, когда 75 лет назад в Москве состоялся Парад победителей, в котором в едином строю с другими участниками прошли и сотни казахстанцев) и в котором примет участие и наш Президент Касым-Жомарт Кемелевич Токаев. Он ожидаем нами всеми как возможность возблагодарить наше старшее поколение за их героизм и подвиг, как праздничное зрелище, скрывающее в себе ясный подтекст, что мы сообщаем не должны допустить повторения преступлений против человечества.

Впереди лето, и его надо использовать не только для отдыха, но и для осмысления и реализации превентивных мер, обеспечивающих готовность к встрече с опасными и скрытыми от глаз болезнями, появление которых становится частым, все более масштабным и зачастую непредсказуемым. Нам надо понять, почему эти три фактора объединились. Нет ли здесь злой воли и враждебного умысла? Или мы живем так безалаберно и распушенно, не сохраняя природных врожденных норм самозащиты?

Перейдем от самоизоляции к самоответственности и совместным действиям, которые должны разработать быстро и научно обоснованно правительства всех стран мира, не исключая наш Казахстан с его огромным потенциалом!



Какую помощь компания оказала казахстанцам во время пандемии?

БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДОРОВЬЯ СОТРУДНИКОВ И ИХ СЕМЕЙ

- Усилена санитарная обработка.
- Персонал на производстве обеспечен средствами гигиены и защиты.
- Отменены командировки и очные совещания, любые мероприятия.
- Офисные сотрудники переведены на дистанционный режим работы.
- Организована доставка работников автобусами.
- 100 000 масок сотрудникам и членам их семей.
- Фруктовые наборы для многодетных семей от профсоюза.

ПОДДЕРЖКА ВО ВРЕМЯ САМОИЗОЛЯЦИИ

- Марафон с ежедневными заданиями для находящихся на домашней самоизоляции [#ЯОСТАЮСЬДОМА_СКАЗЦИНКОМ](#) в социальных сетях с ценными призами.
- Физкультурный марафон для пользователей социальных сетей при участии спортсменов ВКО.
- Онлайн-конкурс по созданию креативных защитных масок.

ПОМОЩЬ КАЗАХСТАНЦАМ

- 10 млн долларов в фонд «Birgemiz» на оказание прямой адресной помощи нуждающемуся населению.
- 500 млн тенге общественному фонду «Парыз» для закупки экспресс-тестов и средств защиты медиков.
- 15 млн тенге общественному фонду «Бастау Акмола» для помощи нуждающимся жителям Акмолинской области.
- 12 млн тенге для организации доставки продуктов и медикаментов нуждающимся через сервисы [duken.kz](#) для жителей Усть-Каменогорска.
- 30 млн тенге для приобретения продуктовых наборов для жителей ВКО.

ВОЛОНТЕРСКОЕ ДВИЖЕНИЕ КАЗЦИНКОВЦЕВ

- Доставка продуктов и медикаментов ветеранам и пожилым людям, работавшим в горно-металлургической организации в Усть-Каменогорске, Риддере, Алтае, Серебрянске, Кокшетау, Жайреме.
- 2 000 бесплатных продуктовых наборов для бывших сотрудников.
- Доставка бесплатных продуктовых наборов для обратившихся граждан в тяжелой жизненной ситуации и одиноких жильцов карантинных домов в Усть-Каменогорске.

ПОМОЩЬ ГОСУДАРСТВЕННЫМ УЧРЕЖДЕНИЯМ РЕГИОНА

- 19 млн тенге Восточно-Казахстанским учреждениям правопорядка и военным для приобретения респираторов и иных защитных средств.
- 50 млн тенге на оборудование для пульмонологического отделения Риддерской городской больницы.
- 2,6 млн тенге на приобретение продуктовых наборов, телевизоров и кулеров воды для медицинских работников Центра онкологии и хирургии, Центра матери и ребенка и Восточно-Казахстанского областного специализированного центра.
- 2,5 млн тенге на приобретение продуктов и гигиенических средств для спортсменов-инвалидов и семей, воспитывающих детей с особыми потребностями и особенных людей в МСЧ «Ульба».

ПОДДЕРЖКА ДЕТЕЙ

- 2,7 млн тенге детскому дому «Умит» и Детской деревне семейного типа ВКО на подключение к высокоскоростному интернету для дистанционного обучения.
- 1 млн тенге на приобретение дезинфекционных тоннелей для детского дома «Умит» и Специальной школы-интерната г. Серебрянска.
- 4,8 млн тенге на приобретение мыломоющих и дезинфицирующих средств Специализированному дому ребенка, Дому юношества, детскому дому «Умит», Центру адаптации несовершеннолетних, Реабилитационному центру для детей с особыми образовательными потребностями.
- 3 млн тенге на приобретение мыломоющих, дезинфицирующих средств и дезинфекционных тоннелей для детских учреждений г. Семей.

MKS: ПУСКАТЕЛИ, КОТОРЫЕ МОГУТ ПОЧТИ ВСЕ

Бесипиндельные жидкостные реостатные пускатели для плавного пуска MKS – уникальные устройства. Сфера их применения охватывает горнодобывающий сектор, область переработки полезных ископаемых, машиностроение, электроэнергетику, предприятия, работающие в области добычи и переработки нефти и газа, и другие смежные отрасли. С 2017 года в России производителем представляется официальный дистрибьютор – Санкт-Петербургская компания DEEL.

Являясь комплексным поставщиком, MKS предоставляет решения, включающие монтаж и ввод техники в эксплуатацию, профилактическое техобслуживание, ремонт и модернизацию. Специалисты компании проводят обучение сотрудников клиентов, а также консультируют заказчиков по техническим вопросам.

Высокое качество работы производителя и выпускаемой продукции подтверждается сертификатом международной системы менеджмента качества ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015), а также ГОСТ-Р. Компания регулярно проходит аудиторские проверки сертифицирующих организаций.

Крупные заказчики

В России в середине 2017 года дистрибьютором MKS стала компания DEEL из Санкт-Петербурга, буквально сразу победившая в тендере на поставку комплектующих для оборудования по заказу

«Русской медной компании», которое эксплуатируется до сих пор. В конце того же года осуществлен большой проект по замене привода цементной мельницы на одном из заводов крупного цементного холдинга «Хайдельбергцемент» на устройства марки MKS.

Предприятия, которые давно самостоятельно производят в России системы дробления и измельчения, тоже не остались в стороне. Профильное оборудование MKS успешно используется на Уралмашзаводе в Екатеринбурге. И, хотя заказчик первоначально рассматривал возможность покупки продукции другого известного производителя, благодаря настойчивости специалистов дистрибьютора (компании DEEL) было выбрано оборудование MKS. Оно и сегодня работает на предприятии УГМК-Холдинга в комбинации с электродвигателем концерна «Русэлпром» и щековой дробилкой российского производителя.

Отечественный холдинг «Фос-Агро» также использует жидкостные пускатели MKS, тендер на поставку которых в свое время был выигран специалистами компании DEEL.

Оборудование бренда активно применяется во многих областях промышленности в России и странах СНГ, например, в Узбекистане. Интерес к продукции производителя проявляют также крупные российские инженеринговые компании, работающие в области проектирования, монтажа и проведения пусконаладочных работ для предприятий целевой аудитории.

Оптимальные решения

В компании MKS постоянно ведется работа по совершенствованию выпускаемой продукции, внедряются инновационные разработки. Клиенты получают полный комплекс сервисного обслуживания жидкостных пускателей и приводных систем. Нацеленность на удовлетворение потребностей заказчиков и стремление выпускать исключительно качественную продукцию позволяют достигать отличных результатов.

Близкое знакомство

Познакомьтесь с изделиями MKS представители предприятий из России и стран СНГ смогут на ближайших крупных выставках России и зарубежья. Подробную информацию о продукции и услугах можно найти на нашем сайте.



Königskamp 16,
52428 Jülich, Germany
тел. +49 2461 93-58-0
mks@mks-anlasser.de
www.mks-anlasser.de



Дистрибьютор в России:
тел. +7 812 612-77-07, info@deel.pro

Код МРНТИ 38.57.15

Б.А. Дьячков¹, А.Е. Бисатова¹, Т.А. Ойцева^{1,2}, О.Н. Кузьмина¹¹Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан),²Товарищество с ограниченной ответственностью «Геос» (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАК ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ВОСПОЛНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. В Восточном Казахстане актуальна проблема укрепления минерально-сырьевой базы для редкометалльного производства. Ведущими являются месторождения редкометалльных пегматитов, расположенные в Калба-Нарымском гранитоидном поясе. В прошлые годы подсчет запасов на этих объектах производился на комплекс полезных компонентов, но разрабатывались они только на тантал и олово, а остальные руды уходили в хвосты и практически уничтожались. В новых рыночных условиях известные месторождения оказались нерентабельными и были законсервированы. Главные выводы заключаются в обосновании имеющихся потенциальных резервов редкометалльной сырьевой базы региона и подготовке научно-практических рекомендаций по направлению дальнейших прогнозно-поисковых работ. Впервые рекомендуется постановка глубинного геологического картирования на флангах и глубоких горизонтах Калба-Нарымского гранитоидного пояса с целью выявления скрытых и погребенных месторождений.

Ключевые слова: Восточный Казахстан, граниты, пегматиты, ондониты, редкие металлы, оценка перспектив, сырье, практические рекомендации.

Шығыс Қазақстан кәсіпорындары үшін минералдық-шикізат базасын толтырудың негізгі көзі ретінде сирек металды кен орындарын болжау геологиялық критерийлері

Аңдатпа. Шығыс Қазақстанда сирек металдар өндірісі үшін минералдық-шикізат базасын нығайту мәселесі өзекті. Жетекші Қалба-Нарым гранитоидты белдеуде орналасқан сирек металды пегматиттердің кен орындары болып табылады. Өткен жылдары бұл нысандардағы қорларды есептеу пайдалы компоненттер кешеніне жүргізілді, бірақ олар тек тантал мен калай үшін әзірленді, ал қалған кендер қалдықтарға кеткен, іс жүзінде жойылды. Сондықтан жаңа нарықтық жағдайларда белгілі кен орындары тиімсіз болып, консервацияланды. Басты қорытындылар өнімнің сирек металдық шикізат базасының қолда бар әлеуетті резервтерін негіздеуден және алдағы болжамдық-іздістіру жұмыстарының бағыты бойынша ғылыми-практикалық ұсынымдарды дайындаудан тұрады. Алғаш рет жасырын және жерленген кен орындарын анықтау мақсатында Қалба-Нарым гранитоид белдігінің флангтары мен терең горизонттарында терең геологиялық карталау ұсынылады.

Түйінді сөздер: Шығыс Қазақстан, граниттер, пегматиттер, онгониттер, сирек металдар, перспективаларды бағалау, шикізат ресурстары, практикалық ұсыныстар.

Geological criteria for forecasting of rare metal deposits as the main source of completing the mineral resource base for enterprises of East Kazakhstan

Abstract. The problem of strengthening the mineral resource base for rare-earth production is urgent in Eastern Kazakhstan. Leading occurrences are rare metal pegmatites located in the Kalba-Narym granitoid belt. In previous years, estimation of reserves on this objects made for a complex of useful components, but they were developed only on tantalum and tin, and the remaining ore were depleted in tails and practically destroyed. In new market conditions, the known sites were unprofitable and were canned. The main conclusions are based on the existing potential reserves of rare-earth raw material bases of the region and the preparation of scientific and practical recommendations in the direction of further forecasting and search. First of all, it is recommended to install deep geological mapping on the flanks and deep horizons of the Kalba-Narym granitoid belt with the aim of revealing hidden and buried sites.

Key words: East Kazakhstan, granites, pegmatites, ongonites, rare metals, assessment of prospects, raw materials, practical recommendations, mineral resource, problem of strengthening.

Введение

Территория Восточного Казахстана – уникальный геологический полигон, в котором сосредоточены месторождения черных, цветных, благородных, редких металлов, редких земель и других полезных ископаемых. Созданная за многие десятилетия поколениями геологов, горняков и металлургов минерально-сырьевая база по-прежнему является основой экономики Казахстана. В настоящее время на мировом уровне наметилась общая тенденция истощения минеральных ресурсов. Особенно остро стоит проблема воссоздания собственной минерально-сырьевой базы редких металлов и, в первую очередь, тантала, ниобия, бериллия, лития, редких земель, которые широко используются в сфере высоких технологий [1]. Проводимые в последние годы научно-исследовательские работы по общей проблеме «Большой Алтай» (геология и металлогения) показывают,

что перспективы региона на редкие металлы еще не исчерпаны и возможно выявление новых редкометалльных проявлений как на поверхности, так и скрытых на глубине и погребенных под чехлом рыхлых отложений¹.

Критерии прогнозирования

Главными редкометаллоносными структурами региона являются гранитоидные пояса, сформированные в герцинский цикл в постколлизивной (орогенной) геодинамической обстановке пермского времени. Установлена закономерная пространственная приуроченность редкометалльных поясов к тектонически ослабленным зонам в континентальных блоках с повышенной сиаличностью разреза земной коры, подчеркивается их северо-западная линейность и большая протяженность¹ (500-800 км).

Наиболее значительными являются следующие пояса: Тигерекско-Черневинский и Горно-Алтайский

¹Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Бисатова А.Е. и др. Большой Алтай (геология и металлогения): в 3 кн. – Алматы: Ғылым, 1998. – Кн. 1. Геологическое строение. – 304 с. – Кн. 2. Металлогения: РИО ВАК, 2000. – 400 с.

Минерально-сырьевые ресурсы

(Урыль-Коктогайский), выделяемые на северо-востоке региона в Рудном Алтае и Горном Алтае (*W, Mo, Li, Ta, TR*); Калба-Нарымский с главными месторождениями редкометалльных пегматитов (*Ta, Nb, Be, Li* и других); Семипалатинско-Бурган-Бургынский пояс субщелочных гранитоидов с *Zr-Ti* специализацией, расположенный на границе Западной Калбы и Чарской зоны (Караоткель, Сатпаевское); Акбиик-Акжайляуский пояс в Жарма-Сауре с редкометалльно-редкоземельным профилем оруденения – *Nb, Zr, TR, Mo, W* (Верхнее Эспе и др.); Тлеумбет-Дегеленский в Чингиз-Тарбагатае (*W, Mo, TR*) [2].

Калба-Нарымский пояс – главная редкометалльная структура Восточного Казахстана, расположенная на границе Западной Калбы и Иртышской зоны смятия, ограниченная Калба-Нарымским и Теректинским глубинными разломами северо-западного направления (рис. 1). В Калба-Нарымской зоне ведущее значение имели месторождения редкометалльных пегматитов (*Ta, Nb, Be, Li, Cs, Sn*). Известные месторождения (Бакенное, Белая Гора, Юбилейное и другие) разрабатывались Белогорским горно-обогатительным комбинатом, но в настоящее время законсервированы. На основании системного анализа большого фактического материала прошлых лет и новых результатов исследования с использованием современных лабораторных методов уточнены закономерности формирования ведущих типов редкометалльных месторождений, разработаны прогнозно-поисковые критерии их оценки и перспективные направления дальнейших геологоразведочных работ.

По новым теоретическим представлениям Калба-Нарым – это чужеродный блок земной коры (террейн), погруженный осколок континентальной плиты, дрейфовавший в Палеоазиатском океане и причленившийся к структуре Большого Алтая в стадию герцинской коллизии (C_1-C_3). По данным сейсморазведки методом обменных волн землетрясений (МОВЗ), пояс размещается в головной части гигантской тектоно-магматической зоны, крутопадающей на северо-восток (под Рудный Алтай)¹. В научном плане подчеркивается закономерное линейно-узловое распределение редкометалльного оруденения в крупном Калба-Нарымском гранитоидном поясе, объединяющем более 400 редкометалльных объектов и обладающим, по геолого-геофизическим данным, высоким энергетическим потенциалом и материальными ресурсами (рис. 2).

В размещении гранитоидных массивов, рудных полей и месторождений ведущее значение придает разрывной тектонике. Северо-западные глубинные разломы (Калба-Нарымский, Теректинский и их оперяющие структуры) обеспечили линейное размещение гранитоидного плутона и служили главными магмоводами. Основные промышленные редкометалльные пегматитовые месторождения сформировались в Центрально-Калбинском блоке повышенной тектонической активности, характеризующемся мощным развитием многофазного гранитоидного магматизма, более интенсивным проявлением процессов

метасоматоза и образованием крупных жильных полей. В распределении редкометалльных полей и месторождений рудоконтролирующее значение имела регматическая система широтных региональных разломов и оперяющих их трещинно-разрывных структур (Кинско-Гремячинский, Асубулакский, Белогорский, Миролубовский), активизация которых во внутриинтрузивную стадию сопровождалась проникновением рудоносных флюидопотоков (*H₂O, F, B, Cl, SO₄, Ta, Be, Li* и другие) и образованием рудных тел.

Получены новые данные о пространственно-генетической связи главного редкометалльно-пегматитового оруденения с гранитоидами I фазы калбинского комплекса, основанные на геолого-структурных, петрологических, минералого-геохимических и радиогеохронологических факторах. Наиболее продуктивными представляются гранитоиды повышенной основности (гранодиорит-гранитного состава), низкой плюмазитовой агпайтности ($K = 0,63$), обогащенные редкими щелочами (*Li + Rb + Cs*) и оловом.

По результатам минералого-геохимических исследований с использованием растровой электронной микроскопии и масс-спектрометрического анализа (ICP-MS) получены новые данные о вещественном составе пегматитовых руд на макро- и микроуровне, стадийности рудного процесса с образованием многих минеральных комплексов, среди которых наиболее продуктивны сподуменсодержащие и цезиеносные пегматиты (*Ta, Li, Cs, Sn*) [3]. Определены типоморфные минералы (клевеландит, лепидолит, цветные турмалины, сподумен и другие) и геохимические элементы –

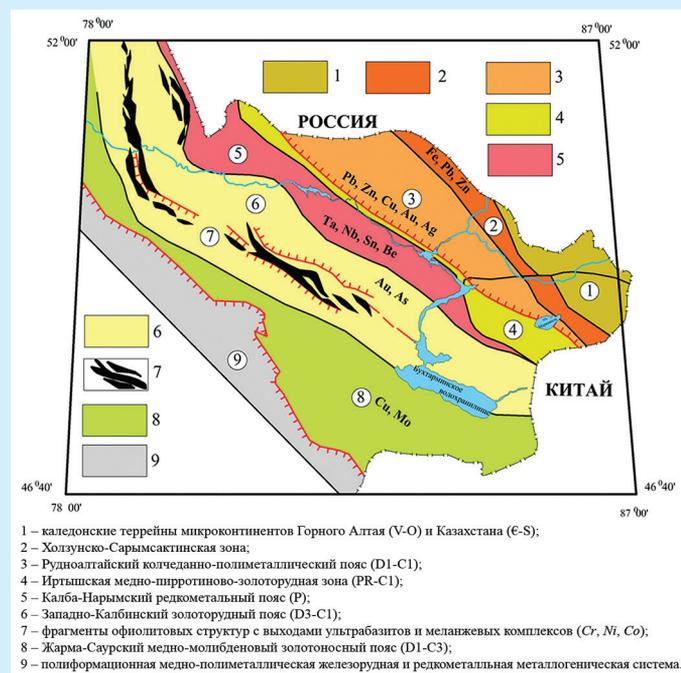


Рис. 1. Схема размещения Калба-Нарымского редкометалльного пояса в структуре Большого Алтая. Сурет 1. Үлкен Алтай құрылымында Қалба-Нарым сирек металды белдеуін орналастыру схемасы.
Figure 1. Layout of the Kalba Narym rare-metal belt in the structure of the Greater Altai.

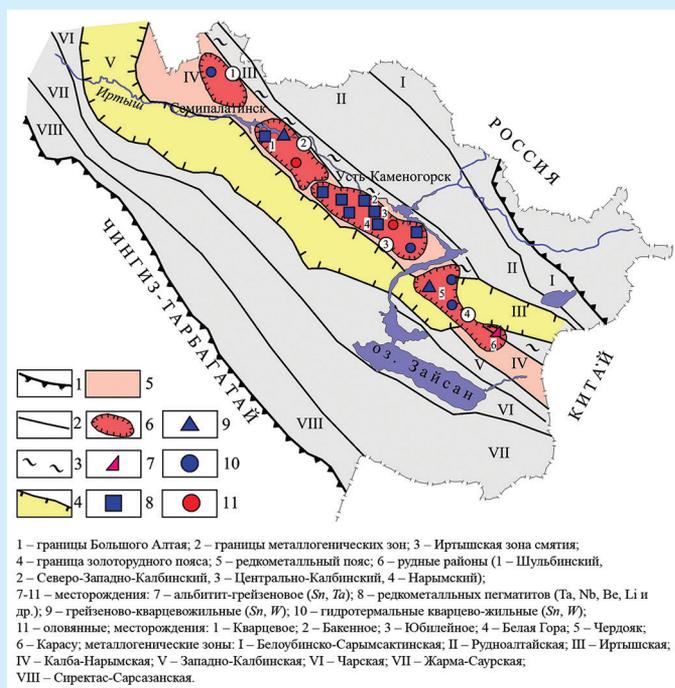


Рис. 2. Металлогеническое районирование Калба-Нарымского редкометалльного пояса в структуре Большого Алтая.

Сурет 2. Үлкен Алтай құрылымында Қалба-Нарым сирек металды белдеуін орналастыру схемасы.
Figure 2. Metallogenic zoning of the Kalba-Naryn rare-metal belt in the structure of the Greater Altai.

индикаторы редкометалльного пегматитообразования ($Ta, Nb, Be, Li, Cs, F, B, P$). Установлена повышенная литиенность слюд (мусковит прозрачный и зеленый, жильбертит и лепидолит), которые являются индикаторами редкометалльного рудообразования.

Оценка перспектив

Проведенные исследования показывают, что в Калба-Нарымской зоне сохраняется возможность обнаружения новых месторождений редких металлов. Наиболее перспективными являются фланги гранитоидного пояса, перекрытые чехлом рыхлых отложений, и скрытые гранитоидные массивы, выделяемые по геолого-геофизическим данным [4].

Региональные геологические работы. На прогнозных картах масштаба 1:500000-1:200000 выделены перспективные площади и объекты с прогнозными ресурсами Ta, Nb, Li, Sn, W . В региональном плане рекомендуется постановка глубинного геологического картирования (ГГК-200) Шульбинской площади (лист М-44-IX). Обоснованием являются следующие предпосылки: пространственное положение района на северо-западном фланге гранитоидного пояса, т. е. на продолжении рудоносных структур Калбы под чехлом рыхлых отложений (рис. 3); развитие на поверхности отдельных выходов крупно-среднезернистых порфировидных биотитовых гранитов I фазы и среднезернистых мусковитизированных гранитов второй фазы калбинского комплекса с аномальными содержаниями Sn, Li, B, F ; интенсивная проработка вмещающих осадочных пород

надинтрузивной зоны (ороговикование, гранитизация, грейзенизация, сульфидизация и окварцевание); прямые признаки редкометалльного оруденения (Sn, W) в виде грейзеново-кварцевожилых $Sn-W$ рудопроявлений (Кожанкуль, Коростели, Степановское, Комаровское), оловоносных онгонитов (Ржавая Сопка), золотоносных и железорудных проявлений; детальные перспективные участки (на Ta, Sn, W), выделенные по результатам предыдущих поисковых работ и ГДП-200.

В результате работ прошлых лет (Ю.Г. Азовский, Б.М. Лукин) в Шульбинском районе выявлены также литогеохимические аномалии редких металлов (W, Sn, Be, Nb, Bi) и сопутствующих элементов (Cu, Zn, Pb, As, Ag, Au). Перспективность этого района подтверждается исследованиями В.Н. Каймакова, В.М. Файнгольда, В.Ф. Кашеева и материалами по геологическому доизучению площади листа М-44-IX масштаба 1:200000 (А.Е. Степанов и др.) и другими работами.

Авторами статьи проводилось дополнительное поисково-ревизионное обследование территории Шульбинского района. Отмечается повышенная тектоническая нарушенность и гидротермально-метасоматические изменения интрузивных образований и вмещающих пород такырской свиты (ороговикование, брекчирование, грейзенизация, окварцевание). На участках Коростели, Кожанкуль выявлены элювиальные скопления

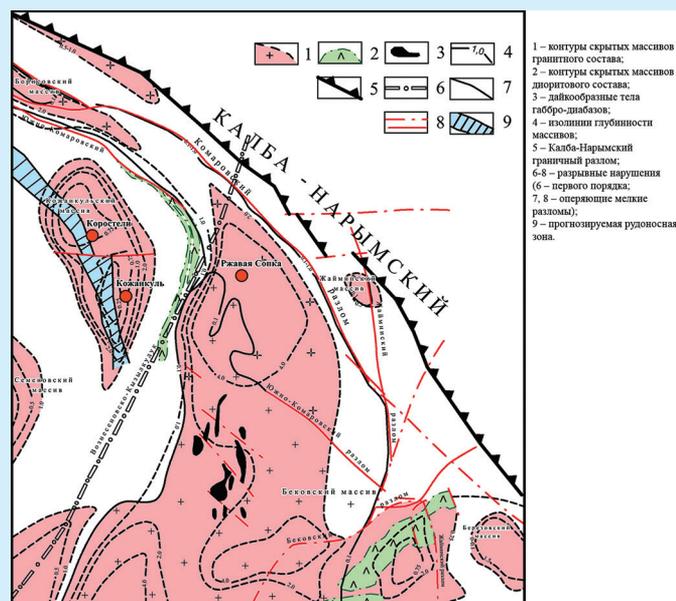


Рис. 3. Схема размещения гранитоидных массивов и редкометалльных объектов в Шульбинском рудном районе (по материалам Алтайской геолого-геофизической экспедиции).

Сурет 3. Шұлбі кен ауданында гранитоидты массивтерді және сирек металды объектілерді орналастыру схемасы (Алтай геологиялық-геофизикалық экспедициясының материалдары бойынша).

Figure 3. The scheme of location granitoid massifs and rare-metal objects in the Shulbinsky ore district (Based on materials from the Altai geological and geophysical expedition).

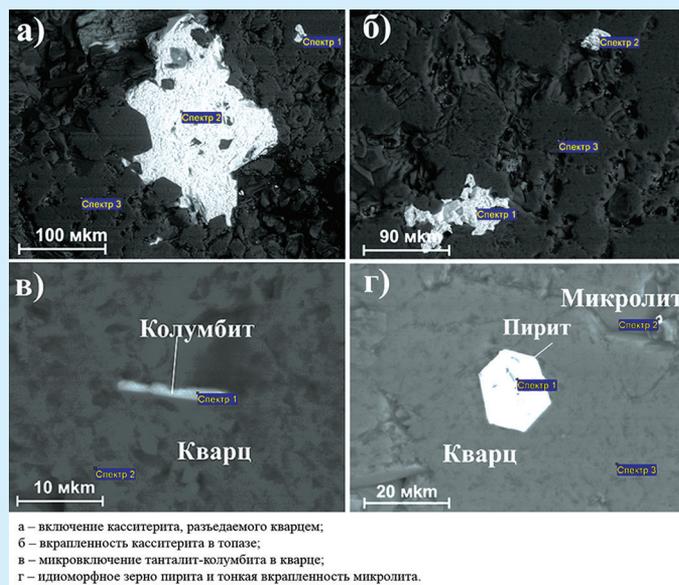


Рис. 4. Микровключения минералов в кварцевых порфирах рудопроявления Ржавая Сопка (аналитик А. Садибеков).

Сурет 4. Кварцты порфирдегі Ржавая Сопка кен білінуіндегі минералдардың микроқосылымы (талдаушы А. Садибеков).

Figure 4. Microinclusions of minerals in quartz porphyry ore occurrence Rzhavaya Sopka (analyst A. Sadibekov).

кристаллов вольфрамита и касситерита. В вольфрамит-ах определены примеси (г/т): *Ta* (40,20), *Nb* (4125), *Sn* (21,83), *Hg* (2650), *U* (14,24). На Комаровском участке в бурых железняках зоны окисления отмечено содержание *Au* (0,8 г/т), что согласуется с данными российских геологов (П.Ф. Селин и др., 2010 г.), выявивших в приграничном районе геохимические аномалии золота по данным буровых работ. На участке Ближний фиксируются железистые брекчии и кварциты с содержанием по масс-спектрокопии *Fe* (до 17-42%), *Mn* (до 8,6-20,4%) и максимальные значения *Co* (274,2), *Sn* (44,63), *W* (348,9), *Mo* (54,89 г/т). В грейзенизированных и лимонитизированных алевролитах содержатся (масс.%): *W* (0,02-1), *Zn* и *Cu* (до 0,05).

На рудопроявлении Ржавая Сопка касситерит-сульфидного типа в брекчированных кварцевых порфирах (онгонитах) по масс-спектрометрии определены повышенные содержания *Fe*, *V*, *Cr*, *Sr*, а также *Cu* (160), *Zn* (260), *As* (499,5), *Bi* (40), *Li* (318,6), *P* (до 2750) и *In* (2,95-11 г/т). На растровом электронном микроскопе выявлены включения касситерита, танталит-колумбита, микролита, пирита, циркона, монацита, уранита и барита (рис. 4). Матрица представлена кварцем, топазом и окисными минералами железа. Рудопроявление является индикатором скрытого олово-танталового оруденения и заслуживает дополнительного изучения.

В целом, на прогнозируемой Шульбинской площади ожидается обнаружение следующих типов месторождений: грейзеново-кварцевожильных штокверков (*Sn*, *W*); альбитит-грейзеновых метасоматитов (*Sn*, *Ta*) скрытых гранитных куполов (типа Карасу); древних

россыпей касситерита, вольфрамита и других минералов (типа Торткалмака); золото-сульфидных (типа минерализованных зон) и в корах выветривания. С учетом материалов предыдущих работ прогнозные ресурсы составляют: *Ta₂O₅* – 10000 т, *Sn* – 15000 т, *W* – более 20000 т. Работы по глубинному картированию должны сопровождаться значительными объемами геофизических, геохимических и горно-буровых работ на современном научно-техническом уровне.

Доразведка редкометалльно-пегматитовых месторождений. На современном этапе с учетом потребностей рынка в редких металлах целесообразно выполнить доизучение флангов и глубоких горизонтов известных рудных полей и месторождений (Асубулакское, Огневско-Бакенное, Белогорско-Баймурзинское и другие). В главных промышленных месторождениях (Бакенное, Юбилейное) запасы подсчитывались на комплекс полезных ископаемых (*Ta*, *Nb*, *Be*, *Li*, *Sn*), но фактически добывали только тантал и олово, остальные металлы уходили в хвосты обогащения. Поэтому в новых рыночных условиях эти месторождения оказались нерентабельными. Имеется ряд перспективных месторождений и рудопроявлений (Красный Кордон, Плачгора, Лобаксай, Калай-Тапкан и другие), которые по запасам тантала были отнесены к мелким объектам, а по литию не получили однозначной оценки. С учетом доразведки их на современном научно-техническом уровне на комплексное оруденение (*Ta*, *Be*, *Li*, *Sn*) они могут быть переведены в разряд промышленных объектов.

Особое значение имеет переоценка перспектив Карагоин-Сарыозекской рудной зоны на литиевое сырье. Эта рудоносная структура объединяет альбитовые и альбит-сподуменовые пегматиты с наложенным типом

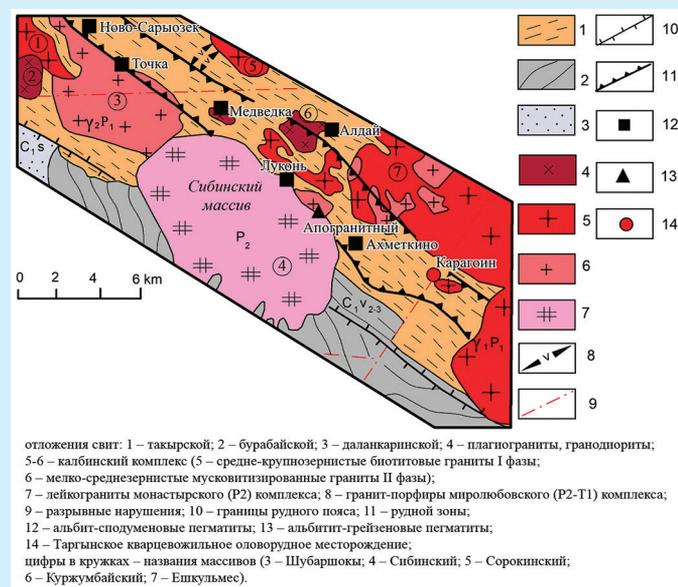


Рис. 5. Геологическое строение Карагоин-Сарыозекской рудной зоны.

Сурет 5. Қарагоин-Сарыозек кен аймағының геологиялық құрылысы.

Figure 5. Geological structure of the Karagoin-Saryozek ore zone.

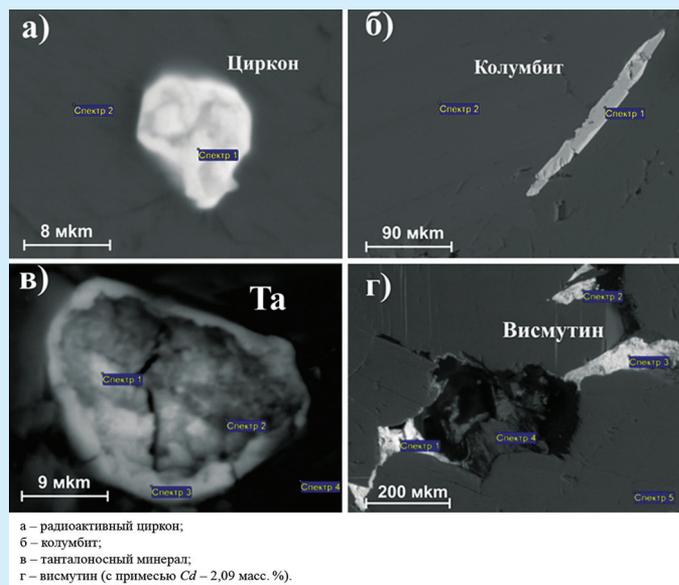


Рис. 6. Микровключения минералов в альбитит-грейзеновом метасоматите месторождения Алаха. Сурет 6. Алаха кен орнының альбитит-грейзендік метасоматиттегі минералдардың микроқосылымы. Figure 6. Microinclusions of minerals in albite-greisen metasomatite of Alakha deposit.

оруденения (*Ta*, *Nb*, *Be*, *Li*), ассоциирующим с малыми интрузиями и дайками кунушского комплекса (Ахметкино, Медведка, Точка, Алдай и другие) (рис. 5).

Пегматиты характеризуются бедным содержанием тантала и повышенными концентрациями лития. Эталонным является месторождение Ахметкино с промышленными запасами литиевых руд (среднее содержание *Li* – 0,76%). Рассматриваемые объекты в прошлые годы изучались в основном на танталовое оруденение, а литий являлся попутным компонентом, прогнозные ресурсы которого не получили должной оценки. По данным Г.Ф. Осиповой и др. (1990 г.), содержания Li_2O в альбит-сподуменовых жилах определялись пламенно-фотометрическим методом и достигали более 1%. Эти данные подтверждаются новыми результатами анализов ICP-MS и атомно-эмиссионного метода, показавшими в отдельных жилах максимальные значения *Li* (1,08-2,87%), что сопоставимо с литиеносными рудами зарубежных месторождений² [5]. Минералы – индикаторы оруденения (сподумен, альбит, клевеландит, циматолит, танталит-колумбит) рассматриваются в качестве источника литиевого сырья и заслуживают детального изучения.

Оценка нетрадиционного типа оруденения. Рассматриваются редкометалльные объекты, отличающиеся от типовых пегматитовых месторождений по геологическим условиям образования и особенностям вещественного состава руд. Выделяется альбитит-грейзеновый (внепегматитовый) тип редкометалльного оруденения, представленный альбитизированными и грейзенизированными гранитами

с *Sn-Ta-Li* оруденением³ (объекты Ново-Ахмировский, Карасу, Мало-Черновинский, Алаха и другие) [6].

Ново-Ахмировское месторождение размещается на границе Калба-Нарымской и Иртышской зон смятия. По данным В.И. Маслова, Б.М. Луцкого и др., оно представлено штоковидным телом топазовых и цинвальдит-лепидолитовых гранитов и дайками онгонитов [7]. Индикаторами оруденения являются литиеносные слюды, содержащие по результатам микросондового анализа (В.Н. Довгаль) высокие содержания Li_2O (2,6-4,44%), *F* (3,04-4,39%). Нашими исследованиями методами электронной микроскопии подтверждается редкометалльная специализация альбитизированных гранитов на *Li-Rb* и сопутствующие металлы – *Ta*, *Nb*, *Sn*. Редкие земли представлены лантаноидной группой с невысокой суммой элементов. По данным В.И. Маслова и др., прогнозные ресурсы Ново-Ахмировского участка на Li_2O значительные, на уровне промышленного месторождения и рекомендуются для дальнейшего изучения. Перспективы объекта значительно повышаются в связи с обнаружением в Горном Алтае подобного месторождения Алаха, от которого Ново-Ахмировское отличается более благоприятной инфраструктурой.

Месторождение Алаха представлено двумя штоками мелко-среднезернистых сподуменовых гранит-порфиров, сопровождающихся тантал-литиевыми рудами [8], и имеет большой практический интерес как новый тип редкометалльного оруденения, руды которого могут обрабатываться в виде однородной валовой массы. По своему происхождению оно сопоставляется с альбитит-грейзеновыми месторождениями и рудопроявлениями Калба-Нарымской зоны с *Sn-Ta-Li* минерализацией (Ново-Ахмировское, Карасу, Апогранитное, Мунча и другие), которые не получили пока однозначной оценки. Исследованиями в лаборатории ВКГТУ из образцов данного месторождения обнаружены микровключения колумбита, танталита, радиоактивного циркона, висмутита и других минералов (рис. 6), а также определены повышенные содержания (г/т): *Ta* (367,3), *Rb* (1843), *Nb* (66,97), *W* (131,7), *Sn* (162,6), *Li* (461,4), *Cs* (162,6), *P* (1273), *U* (12,30). Эти данные подтверждают редкометалльную специализацию альбит-сподуменовых гранитов месторождения Алаха и в целом повышают перспективность казахстанских объектов.

Закключение

На основании выполненных исследований и анализа материалов геологоразведочных работ прошлых лет получены новые данные, повышающие перспективность Восточно-Казахстанского региона на редкие металлы. Выявляется закономерная тенденция поясового размещения рудоносных структур и месторождений, имеющая прогнозно-поисковое значение. Основные редкометалльные месторождения сформировались в герцинский цикл в постколлизивной (орогенной) обстановке,

²Dittrich Th., Seifert Th., Schulz B., et al. *Archean Rare-Metal Pegmatites in Zimbabwe and Western Australia – geology and metallogeny of pollucite mineralisations.* – Publisher: Springer. – 2019 (March). ISBN: 978-3-030-10943-1.

³Ферштатер Г.Б. Палеозойский интрузивный магматизм Среднего и Южного Урала. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. – 368 с.

характеризующейся мощным развитием гранитоидно-магматизма пермского времени с редкометалльной и редкоземельной специализацией. Такая вспышка гранитоидного магматизма проявилась во многих регионах Центральной Азии и Африки в виде гигантских суперплюмов³ (на Урале, Алтае, Монголии, Китае) [6].

Определена пространственно-генетическая связь главного типа редкометалльных пегматитовых месторождений с гранитами I фазы калбинского комплекса (P₁), обогащенных *Li, Rb, Cs, Nb, Sn*. Известные месторождения (Бакенное, Юбилейное и другие) по богатству уникальных минералов (сподумен, поллцит, лепидолит, цветные турмалины) сопоставляются с крупными зарубежными месторождениями² (Берник Лейк, Зимбабве, Коктогай и другие) [5]. Подтверждается перспективность Карагоин-Сарьозекской рудной зоны на особый тип литиеносных альбит-сподуменовых пегматитов, ассоциирующих с плагиигранитами кунушского комплекса (Ахметкино, Точка, Алдай и другие). Дополнительным резервом является оценка и вовлечение в разработку нетрадиционного «внепегматитового» типа редкометалльного оруденения (*Li, Sn, Ta*), связанного с альбитизированными и грейзенизированными гранитами (Ново-Ахмировское, Карасу, Алаха и другие). Выявляется близость этих объектов по геологической позиции, возрасту, метасоматическим образованиям, вещественному составу руд и пространственной связи со среднезернистыми мусковитизированными гранитами II фазы калбинского комплекса или их аналогами. Вопрос этот требует дальнейшего изучения.

Авторы выражают благодарность за оказанные консультации и помощь в выполнении лабораторных исследований д.г.-м.н. А.Г. Владимирову, к.г.-м.н. И.Ю. Анниковой, к.г.-м.н. О.Н. Кузьминой, инженерам С.Н. Полежаеву, А. Садибекову, А.В. Рукаковой.

Обоснована перспективность северо-западного фланга Калба-Нарымского пояса (Шульбинский рудный район), в котором по совокупности благоприятных критериев прогнозируется выявление новых редкометалльных объектов (*Ta, Nb, Li, Sn, W*). Учитывая значительный эрозионный срез гранитоидов, перспективными представляются надинтрузивные зоны, апофизы и апикальные части скрытых гранитных массивов. На первом этапе рекомендуется постановка глубинного геологического картирования (ГГК-200).

В целом, редкометалльные месторождения Калбы по запасам металлов относятся к мелким объектам, но пегматитовые руды и редкометалльные граниты, вследствие их лучшей обогатимости, пользуются предпочтительным интересом у недропользователей и могут быть востребованы [9], поэтому они заслуживают дальнейшей оценки и вовлечения в разработку.

Актуальная задача заключается в возобновлении прогнозно-поисковых работ с целью выявления новых перспективных площадей, доизучения известных пегматитовых полей, оценки и вовлечения в разработку нетрадиционных альбитит-грейзеновых рудных объектов и техногенных отвалов редкометалльного производства. Изучение перспективных площадей и объектов должно проводиться на современном научно-техническом уровне с использованием новых технологий глубинного геологического картирования (ГГК), геохимических методов исследования, выполнением значительных объемов геофизических, буровых работ и высокоточных анализов на редкие и сопутствующие элементы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дьячков Б.А., Омирсериков М.Ш., Сапаргалиев Е.М., Ойцева Т.А. и др. Научные основы разработки технологии прогнозно-поисковых работ. // *Инновации и перспективные технологии геологоразведочных работ в Казахстане: сб. статей.* – Алматы: Институт геологических наук, 2017. – С. 21-26. (на русском языке)
2. Дьячков Б.А., Черненко З.И., Матайбаева И.Е., Фролова О.В. Районирование и типы месторождений Восточного Казахстана. // *Вестник КазНТУ.* – 2015. – №4(110). – С. 101-110. (на русском языке)
3. Oitseva T.A., Dyachkov B.A., Vladimirov A.G., Kuzmina O.N., Ageeva O.V. Новые данные по вещественному составу редких металлов месторождения Калбы. // *Серия конференций ИОР: Науки о Земле и окружающей среде.* – Томск, 2017. – №110. – С. 1-10. (на английском языке)
4. Дьячков Б.А., Сапаргалиев Е.М., Майорова Н.П., Полянский Н.В., Ганженко Г.Д., Никитина Т.М., Евтушенко О.П., Бочкова О.И. Перспективы укрепления и развития минерально-сырьевых ресурсов Восточного Казахстана. // *Вестник ВКГТУ.* – 2009. – №3. – С. 5-14. (на русском языке)
5. Chunming Han, Wenjiao Xiao, Guochun Zhao, Benxun Su, Patrick Asamoah Sakyi, Songjian Ao, Bo Wan, Jien Zhang, Zhiyong Zhang, Zhongmei Wang. Металлогенез среднего и позднего палеозоя и эволюция Китайско-Алтайского и Восточно-Джунгарского орогенных поясов, Северо-Западный Китай, Центральная Азия. // *Журнал наук о Земле.* – 2014. – №59. – С. 255-274. (на английском языке)
6. Kuibida M.X., D'yachkov B.A., Vladimirov A.G., Kruk N.N., Khromykh S.V., Kotler P.D., Rudnev S.N., Kruk E.A., Kuivida Y.V., Oitseva T.A. Контрастный гранитный

магматизм в складчатом поясе Калбы (Восточный Казахстан): свидетельство позднепалеозойских посторогенных явлений. // *Азиатский журнал наук о Земле*. – 2019. – №175. – С. 178-198. (на английском языке)

7. Анникова И.Ю., Владимиров А.Г., Смирнов С.З. и др. Геология и минералогия Ново-Ахмировского месторождения литиевых топаз-цинвальдитовых гранитов (Восточный Казахстан). // *Литосфера*. – 2019. – Т. 19. – №2. – С. 304-326.
8. Анникова И.Ю., Владимиров А.Е., Смирнов С.З., Гаврюшкина О.А. Геология и минералогия Алахинского месторождения сподуменовых гранит-порфиров. – 2016. – Т. 58. – №5. – С. 451-475. (на русском языке)
9. Ткачев А.В., Рундквист Д.В., Вишневская Н.А. Глобальная металлогения тантала в геологическом времени. // *Геология рудных месторождений*. – 2019. – Т. 61. – №6. – С. 19-37. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дьячков Б.А., Омисериков М.Ш., Сапарғалиев Е.М., Ойцева Т.А. және т. б. Болжамдық-іздістіру жұмыстарының технологиясын әзірлеудің ғылыми негіздері. // *Қазақстандағы геологиялық барлау жұмыстарының инновациялар мен перспективалы технологиялар: мақалалар жинағы*. – Алматы: Геология ғылымдары институты, 2017. – Б. 21-26. (орыс тілінде)
2. Дьячков Б. А., Черненко З. И., Матайбаева И. Е., Фролова О. В. Шығыс Қазақстан кен орындарының аудандастыру және типтері. // *ҚазҰТУ Хабаршысы*. – 2015. – №4(110). – Б. 101-110. (орыс тілінде)
3. Oitseva T.A., Dyachkov B.A., Vladimirov A.G., Kuzmina O.N., Ageeva O.V. Калба кен орнындағы сирек металдардың заттай құрамы туралы жаңа деректер. // *ИОР конференция сериясы: Жер және қоршаған орта туралы ғылымдар*. – Томск, 2017. – №110. – Б. 1-10. (ағылшын тілінде)
4. Дьячков Б.А., Сапарғалиев Е.М., Майорова Н.П., Полянский Н.В., Ганженко Г.Д., Никитина Т.М., Евтушенко О.П., Бочкова О.И. Шығыс Қазақстанның минералды-шикізат ресурстарын нығайту және дамыту перспективалары. // *ШҚМТУ Хабаршысы*. – 2009. – №3. – Б. 5-14. (орыс тілінде)
5. Chunming Han, Wenjiao Xiao, Guochun Zhao, Benxin Su, Patrick Asamoah Sakyi, Songjian Ao, Bo Wan, Jien Zhang, Zhiyong Zhang, Zhongmei Wang. Орта және кейінгі палеозойдың металлогенезі және Қытай Алтай мен Шығыс Жоңғар орогенді белдеуінің эволюциясы, Солтүстік-Батыс Қытай, Орталық Азия. // *Жер туралы ғылым журналы*. – 2014. – №59. – P. 255-274. (ағылшын тілінде)
6. Kuibida M.X., D'yachkov B.A., Vladimirov A.G., Kruk N.N., Khromykh S.V., Kotler P.D., Rudnev S.N., Kruk E.A., Kuivida Y.V., Oitseva T.A. Қалба (Шығыс Қазақстан) қатпарлы белдеуіндегі контрасты гранит магматизм: кейінгі палеозойлық посторогенді құбылыстардың куәсі. // *Азиялық Жер туралы ғылым журналы*. – 2019. – №175. – С. 178-198. (ағылшын тілінде)
7. Анникова И.Ю., Владимиров А.Г., Смирнов С.З. және т.б. Жаңа-Ахмер кен орнының литий топаз-цинвальдит граниттерінің геологиясы және минералогиясы (Шығыс Қазақстан). // *Литосфера*. – 2019. – Т. 19. – №2. – Б. 304-326. (орыс тілінде)
8. Анникова И.Ю., Владимиров А.Е., Смирнов С.З., Гаврюшкина О.А. Алахин сподумендық гранит-порфир кен орнының геология және минералогиясы. – 2016. – Т. 58. – №5. – Б. 451-475. (орыс тілінде)
9. Ткачев А.В., Рундквист Д.В., Вишневская Н.А. Геологиялық уақыттағы танталдың жаһандық металлогениясы. // *Кен орындарының геологиясы*. – 2019. – Т. 61. – №6. – Б. 19-37. (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Dyachkov B.A., Omirserikov M.Sh., Sapargaliev E.M., Oitseva T.A. et al. Scientific basis for the development of technology for forecasting and prospecting works. // *Innovations and promising technologies for exploration in Kazakhstan: Col. articles*. – Almaty: Institute of Geological Sciences, 2017. – P. 21-26. (in Russian)
2. Dyachkov B.A., Chernenko Z.I., Mataibaeva I.E., Frolova O.V. Zoning and types of deposits in East Kazakhstan. // *Bulletin of the Kazakh National Technical Research University*. – 2015. – №4(110). – P. 101-110. (in Russian)

3. Oitseva T.A., Dyachkov B.A., Vladimirov A.G., Kuzmina O.N., Ageeva O.V. New data on the substantial composition of Kalba rare metal deposits. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Tomsk, 2017. – №110. – P. 1-10. (in English)
4. Dyachkov B.A., Sapargaliev E.M., Mayorova N.P., Polyansky N.V., Ganzhenko G.D., Nikitina T.M., Evtushenko O.P., Bochkova O.I. Prospects for the strengthening and development of mineral resources of East Kazakhstan. // Bulletin of East-Kazakhstan State Technical University. – 2009. – №3. – P. 5-14. (in Russian)
5. Chunming Han, Wenjiao Xiao, Guochun Zhao, Benxun Su, Patrick Asamoah Sakyi, Songjian Ao, Bo Wan, Jien Zhang, Zhiyong Zhang, Zhongmei Wang. Mid – Late Paleozoic metallogenesis and evolution of the Chinese Altai and East Junggar Orogenic Belt, NW China, Central Asia. // Journal of Geosciences. – 2014. – №59. – P. 255-274. (in English)
6. Kuibida M.X., D'yachkov B.A., Vladimirov A.G., Kruk N.N., Khromykh S.V., Kotler P.D., Rudnev S.N., Kruk E.A., Kuivida Y.V., Oitseva T.A. Contrasting granite magmatism in the Kalba fold belt (Eastern Kazakhstan): evidence for late Paleozoic postorogenic events. // Journal of Asian Earth Sciences. – 2019. – T. 19. – №2. – P. 178-198. (in English)
7. Annikova I.Yu., Vladimirov A.G., Smirnov S.Z. et al. Geology and mineralogy of the Novo-Akhmirovsky deposit of lithium topaz-zivaldalite granites (East Kazakhstan). // Lithosphere. – 2019. – Vol. 19. – №2. – P. 304-326. (in Russian)
8. Annikova I.Yu., Vladimirov A.E., Smirnov S.Z., Gavryushkina O.A. Geology and mineralogy of the Alakha deposit of spodumene granite-porphyry. – 2016. – Vol. 58. – №5. – P. 451-475. (in Russian)
9. Tkachev A.V., Rundqvist D.V., Vishnevskaya N.A. Global tantalum metallogeny in geological time. // Geology of ore deposits. – 2019. – Vol. 61. – №6. – P. 19-37. (in Russian)

Сведения об авторах:

Дьячков Б.А., д-р геол.-минерал. наук, академик Национальной Академии наук Республики Казахстан, профессор Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), bdyachkov@mail.ru

Бисатова А.Е., докторант 3-го курса по специальности 6D070600 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), bisatova.ainelya@mail.ru

Ойцева Т.А., доктор PhD по специальности 6D070600 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), ведущий геолог Товарищество с ограниченной ответственностью «Геос» (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), tatiana.oitseva@gmail.com

Кузьмина О.Н., PhD, доцент Школы наук о Земле и окружающей среде Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), kik_kuzmins@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Дьячков Б.А., геология-минералогия ғылымдарының докторы, Ұлттық Ғылым академиясының академигі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Жер туралы ғылымдар және қоршаған орта мектебі профессоры (Өскемен қ., Қазақстан), bdyachkov@mail.ru

Бисатова А.Е., 3 курс докторанты, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің, Жер туралы ғылымдар және қоршаған орта мектебінің 6D070600 «Геология және пайдалы қазбалар кен орын барлау» мамандығы (Өскемен қ., Қазақстан), bisatova.ainelya@mail.ru

Ойцева Т.А., PhD докторы, 6D070600 «Геология және пайдалы қазбалар кен орын барлау» Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университетінің мамандығы (Өскемен қ., Қазақстан), жетекші геолог Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі «Геос» (Өскемен қ., Қазақстан), tatiana.oitseva@gmail.com

Кузьмина О.Н., PhD, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік техникалық университеті, Жер туралы ғылымдар және қоршаған орта мектебі доценті (Өскемен қ., Қазақстан), kik_kuzmins@mail.ru

Information about the authors:

Dyachkov B.A., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor at the School of Earth and Environmental Sciences of the D. Serikbaev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), bdyachkov@mail.ru

Bisatova A.E., 3rd year Doctoral Student, specialty 6D070600 «Geology and exploration of mineral deposits» at the School of Earth and Environmental Sciences of the D. Serikbaev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), bisatova.ainelya@mail.ru

Oitseva T.A., Doctor PhD, specialty 6D070600 «Geology and exploration of mineral deposits» at the School of Earth and Environmental Sciences of the D. Serikbaev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), Leading Geologist of the «Geos» Limited Liability Partnership, tatiana.oitseva@gmail.com

Kuzmina O.N., PhD, Docent at the School of Earth and Environmental Sciences of the D. Serikbaev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), kik_kuzmins@mail.ru

Код МРНТИ 38.49.17

S. Mursalov¹, V. Baba-Zadeh², N. Imamverdiyev², A. Veliyev¹¹Azerbaijan International Mining Company Limited (Baku, Azerbaijan),
²Baku State University (Baku, Azerbaijan)

NEW PROMISING MINERALIZED ZONES AND DEPOSITS OF THE NORTHWESTERN FLANK OF THE GEDEBEY ORE DISTRICT

Abstract. Geological exploration and scientific investigations in the Gedebe deposit are clarified that deposit is a part of the epithermal system which belong to high sulfidation type with Cu-Au-Ag ore mineralization. Discovering of Gadir low sulfidation deposit with Au-Ag-Zn-Pb ore mineralization gives background to think about the existence of porphyry system near Gedebe deposit. The results of exploration in northwestern flank show that the most of alterations which related with ore mineralization are located along the Gedebe-Bittibulag deep fault. Several mineralization areas are located on this deep fault. The zoning alteration from northwestern flank area is determined by: the variation of the composition in the magmatic intrusions, the variation of the physicochemical conditions in the mineralization periods specific to the two magmatic chambers. In the East part of the area alteration is associated with the porphyry quartz-dioritic stock. The surface and subsurface alterations are associated with eruption breccia pipes in northwestern flank.

Key words: Gedebe ore district, epithermal system, high sulfidation type, ore mineralization, low sulfidation deposit, porphyry system, geological exploration, physicochemical conditions, variation of the composition, magmatic chambers.

Новые перспективные минерализованные зоны и месторождения северо-западного фланга Кедабекского рудного района

Аннотация. Геологоразведочные и научные исследования на месторождении Кедабек подтверждают, что месторождение является частью эпитеpмальной системы, относящейся к высокосульфидированному типу с рудной минерализацией Cu-Au-Ag. Обнаружение слабосульфидированного Гадирского месторождения с рудной минерализацией Au-Ag-Zn-Pb дает основание выдвинуть предположение о существовании порфировой системы вблизи месторождения Кедабек. Результаты геологоразведочных работ на северо-западном фланге показывают, что большинство изменений, связанных с минерализацией руды, расположены вдоль глубокого разлома Кедабек-Биттибулаг. Несколько областей минерализации расположены на глубоком разломе. Изменение зонирования с северо-западной стороны фланга определяется изменением состава магматических интрузий, физико-химических условий в периоды минерализации, характерные для двух магматических камер. В восточной части района изменение связано с порфировым кварцево-диоритовым запасом. Поверхностные и подземные изменения связаны с извержением труб брекчии в северо-западной части фланга.

Ключевые слова: Кедабекский рудный район, эпитеpмальная система, высокосульфидированный тип, рудная минерализация, слабосульфидирующее месторождение, порфировая система, геологоразведка, физико-химические условия, изменение состава, магматические камеры.

Кедабек кен ауданының солтүстік-батыс қапталындағы жаңа перспективті минералданған аймақтар мен кен орындары

Аңдатпа. Кедабек кен орнындағы геологиялық барлау және ғылыми-зерттеу жұмыстары Cu-Au-Ag рудасының минерализациясымен жоғары сульфидтелген типке жататын эпитеpмальды жүйенің бөлігі екендігі анықталды. Au-Ag-Zn-Pb рудасы бар Гадир төмен сульфидті кен орнын ашу Кедабек кен орны маңында порфир жүйесінің бар екендігі туралы ойлауға негіз береді. Солтүстік-батыс қапталтегі барлау нәтижелері көрсеткендей, кенді минералдануға байланысты көптеген өзгерістер Кедабек-Биттибулак терең жарылысының бойында орналасқан. Бұл терең кателікте бірнеше минералдану учаскелері орналасқан. Ұлан-ғайып аумақтың аудандастыру өзгерісі мыналармен анықталады: магмалық интрузиялардағы құрамның өзгеруі, екі магмалық камераға тән минералдану кезеңдеріндегі физика-химиялық жағдайлардың өзгеруі. Ауданның шығыс бөлігіндегі өзгеріс порфирлі кварц-диоритті қорымен байланысты. Жер үсті және жер қойнауындағы өзгерістер солтүстік-батыс қапталтегі брекчиялық құбырлардың атқылауымен байланысты.

Түйінді сөздер: Кедабек кен ауданы, эпитеpмальды жүйе, жоғары сульфидтену түрі, руда минералдануы, төмен сульфацияланатын кен орны, порфир жүйесі, геологиялық барлау, физика-химиялық жағдайлар, құрамның өзгеруі, магмалық камералар.

Introdoctuon

Gedebe ore district is located in the territory of Shamkir uplift of the Lok-Karabakh structural-formation zone in the Lesser Caucasus Mega-anticlinorium. The ore region has a complex geological structure, and it has become complex with the intrusive masses and breaking structures of different ages and different composition. Lower Bajocian is essentially composed of an uneven succession of diabase and andesite covers, agglomerate tuffs, tuff-gravelites and siltstones. Tuff of the Lower Bajocian were exposed to strongly metamorphism (skarn alteration and hornfelsed) as a result of the impact of Upper Bajocian volcanism and intrusives of Upper

Jurassic age. Only subvolcanic facie of the Upper Bajocian in the Gedebe mine has been studied (rhyolite and rhyodacite, quartz-porphyry). Rocks related to the Bathonian stage have developed mainly in the northern and southern edges of Shamkir uplift.

The Yogundag epithermal system in southern of Gedebe ore district has been explored for epithermal ore perspective areas due to its favorable geological setting for this type of deposit. In the result of exploration activities there were discovered several new local epithermal areas, one of which has underground mining, named Gadir low sulfidation deposit (by GEG, 2012). Other ore perspective areas are in advanced

stages of exploration, such as Umid mineralization area.

Identification of exploration targets by mineral prospecting often includes reviews of available information, interpretation of remote sensing data, geological mapping, soil geochemical surveys. In the Yogundag epithermal system local-scale favorability mapping of low-sulfidation epithermal deposits was provided by Gedebe exploration geologists and Akir Isazadeh (July-August, 2014)¹.

The Gedebe high sulfidation deposit is one of the main exploiting mine in the Gedebe ore district (Azerbaijan), and is the largest porphyry-epithermal ore field of the country. It belongs to the Lesser

¹AIMC Gedabek Exploration Group (GEG), 2014. // Report about the results and future planning of the perspective areas (Au, Ag, Cu, Mo, Zn) of Gedabek Ore District, Gedabek.



Figure 1. Scheme of the location of some ore deposits in the Mediterranean fold belt.

Рис. 1. Схема расположения некоторых рудных месторождений в Средиземноморском складчатом поясе.

Сурет 1. Жерорта теңізінің қатпарлы белдеуіндегі кейбір кен шоғырларының орналасу схемасы.

Caucasus, located in the central part of the Tethys metallogenic ore belt. It is emplaced within the Lok-Karabakh magmatic arc of Jurassic-Cretaceous age, resulting from the subduction of the Tethys Ocean along the Eurasian margin [1] (fig. 1).

Underground mining activity at Gedebeq started about 200 years ago, and is more recently exploited for copper, silver and gold. The deposit was previously described as copper or copper-gold type porphyry and, more recently, as high sulfidation epithermal deposit. The ore mineralization is hosted by a large body located in an upper flat-lying contact between Bajocian-Bathonian andesitic tuff and above located Kimmeridgian diorite intrusion. This deposit is resulting from fluids (dominantly gases such as SO_2 , HF , HCl) channeled directly from a hot magma (Gedebeq intrusion). The fluids interact with groundwater and form strong acids. These acids rot and dissolves surround the rock leaving only silica behind, often in a sponge-like formation known as vuggy silica. Gold and sometimes copper-rich brines that also ascend from the magma then precipitate their metals within the spongy vuggy silica bodies. The shape of these mineral deposits is generally determined by the distribution of vuggy silica [2].

The ore body has a porphyritic texture formed by quartz eyes in a microcrystalline matrix (fig. 2a).

Gadir low sulfidation deposit is located in 400 meters from the current

Gedebeq pit. The area was first time discovered during the structural-geological mapping at the NW Flank of Gedebeq mineral deposit by the geological consultant Allahverdi Agakishiyev and Gedebeq Exploration Group (GEG). Here is the outcrop of quartz porphyry subvolcanic formation on the surface was considered as the main factor. The ore body is located in the contact between volcanic rocks and the quartz porphyry (rhyolite-rhyodacite subvolcanic formation). There are some dissemination, breccia and vein-like hydrothermal structures in the quartz porphyry.

Gadir low sulfidation adularia-sericite alteration is formed during the greater amounts of groundwater fluids interact as the rising from the hot magma (Gedebeq intrusion). The protracted boiling of the fluids in low sulfidation systems produces high grade gold and silver deposits. The fluids interact with the surrounding rock for a much longer period of time than the quickly channeled high sulfidation fluids. As a result, the fluids become dilute and neutralized; the silica dissolves. The silica is later precipitated in the veins

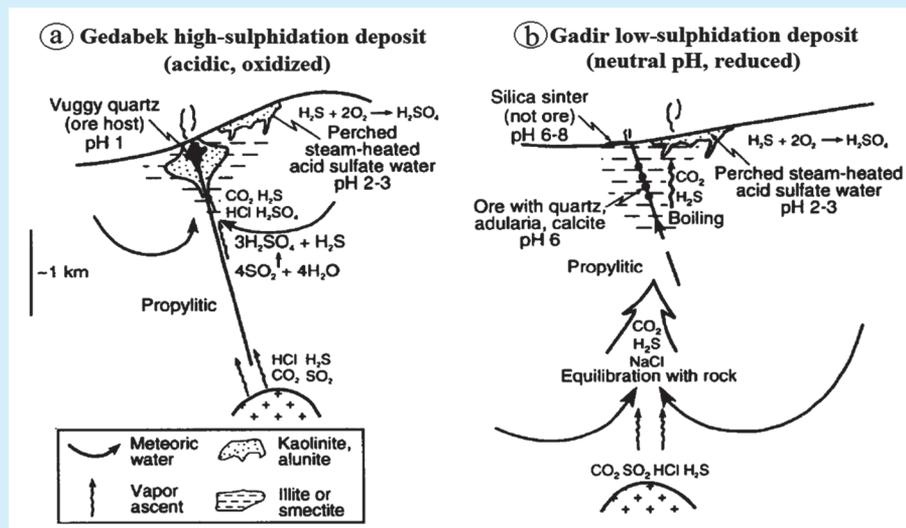


Figure 2. Generalized sketches showing the relation of fluid types to alteration zoning in the two styles of epithermal deposits: a – Kedabek high sulfidation deposit; b – Gadir low sulfidation deposit.

Рис. 2. Обобщенные эскизы, показывающие отношение типов флюидов к зонам изменения в двух стилях эпипермальных отложений: a – Кедабекское месторождение высокой степени сульфидирования; б – Гадирское слабосульфидированное месторождение.

Сурет 2. Эпипермальды шөгінділердің екі стиліндегі сұйықтық түрлерінің өзгеру аймақтарына байланысын көрсететін жалпылама эскиздер: a – Кедабек жоғары сульфидті кен орны; б – Гадирдің төмен күкіртсутек кен орны.

Epithermal mineralization of Kedabek and Gadir deposits

Table 1

Эпитермальная минерализация месторождений Кедабек и Гадир

Таблица 1

Кедабек және Гадир кен орындарының эпитермальді минералдануы

Кесте 1

Deposit name	Gedabek	Gadir
<i>Epithermal system type</i>	High sulfidation (acid sulfate)	Low sulfidation (adularia-sericite)
<i>Ore minerals in Au-rich ores</i>	pyrite, sphalerite, galena, chalcopyrite, enargite-luzonite, malachite-azurite, tennantite-tetrahedrite, covellite, electrum, tellurides-selenides, native gold	pyrite, sphalerite, galena, chalcopyrite, tennantite-tetrahedrite, electrum, tellurides-selenides, native gold
<i>Textures of deposit</i>	massive bodies of vuggy quartz, though locally veins	banded, crustiform quartz and chalcedony veins, druse-lined cavities, and spectacular, multiple-episode vein breccias.
<i>Hydrothermal alteration</i>	acid ($pH < 1$ to > 3); alunite, kaolinite, pyrophyllite, diaspore, zoned out to illite	near-neutral pH; illite (sericite); interstratified clays
<i>Geochemical associations</i>	non data	<i>Au-Ag-Pb-Sn-Sb</i> $\pm(Zn)\pm(Te)\pm(As)\pm(Ba)\pm(Hg)$

as quartz, often sealing the fissure closed. When this occurs, the pressure of the gases underneath the sealed fault builds until the seal is ruptured, which provokes catastrophic boiling and the precipitation of gold. After this, passive conditions return, and quartz precipitates once again. This cyclical process results

to the well-known banded texture of the quartz-adularia lenses typical of Gadir low sulfidation systems (fig. 2b) [3].

The overlying steam-heated alteration zone with kaolinite-alunite may overprint on earlier and deeper alteration and mineralization due to change in the level of the paleowater

table. The different features between Gedebej and Gadir deposits are given in table 1.

Considering the above mentioned we (GEG) can suppose that Gedebej gold copper deposits may relate to high sulfidation epithermal system (vuggy quartz and advanced argillic

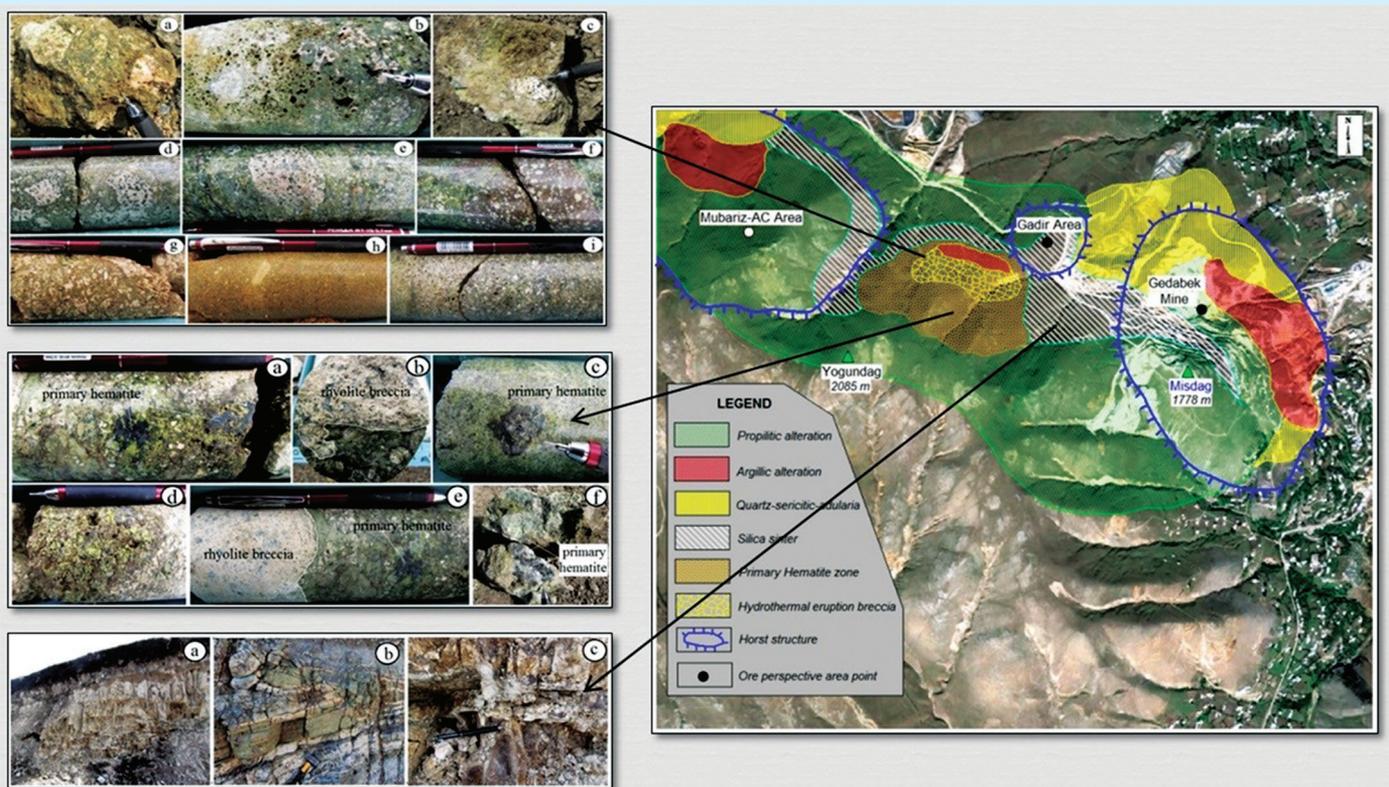


Figure 3. Location of Kedabek hydrothermal eruption breccia and Kedabek silica sinter.

Рис. 3. Расположение брекчий гидротермального извержения кварцевого агломерата Кедабек.

Сурет 3. Кедабек гидротермальды атқылау брекциясы мен Кедабек кремний агрегатының орналасуы.

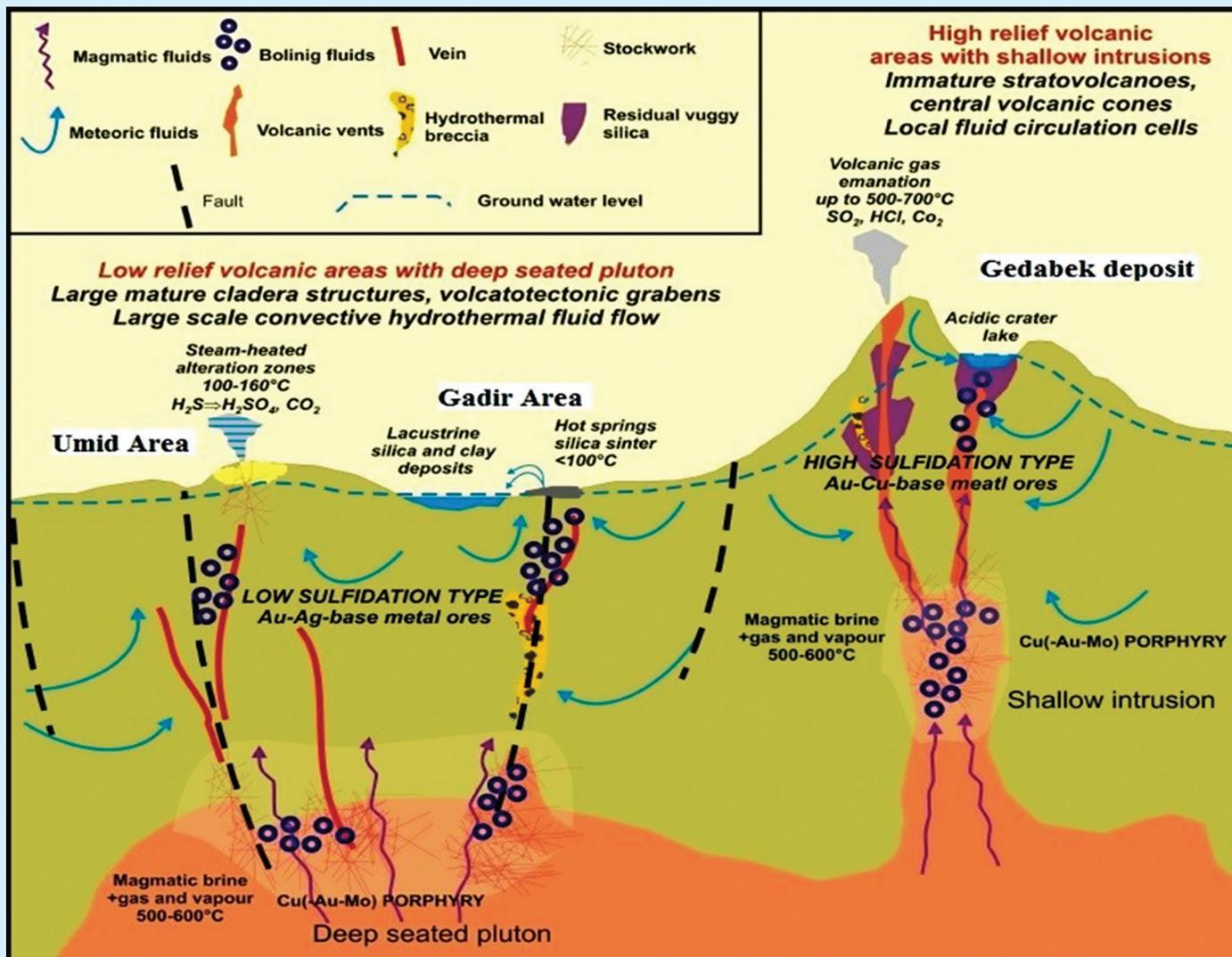


Figure 4. Model for location of epithermal deposits in different terrestrial volcanic settings (like Yagundag epithermal system).

Рис. 4. Модель расположения эпитермальных отложений в различных наземных вулканических условиях (например, эпитермальная система Йогундаг).

Сурет 4. Эпитермальды шөгінділерді жер үсті жанартауларының әр түрлі жағдайында орналастырудың үлгісі (мысалы, Йогундаг эпитермальды жүйесі).

alterations are main factor). Gadir in turn, may relate to low sulfidation epithermal system (adularia-sericite alteration, silica sinter and quartz-adularia vein type are the main factors). Umid mineralization area probably is belong to low sulfidation epithermal system like Gadir deposit. The facts (belong to Gadir) mentioned above concern to Umid² [4, 5].

Interpretation

In recent years geological exploration and scientific investigations in the Gedebe deposit are clarified that deposit is a part of the epithermal

system which belong to high sulfidation type with Cu-Au-Ag ore mineralization. Discovering of Gadir low sulfidation deposit with Au-Ag-Zn-Pb ore mineralization gives background to think about the existence of porphyry system (Cu-(Au, Mo)) near Gedebe deposit.

Epithermal gold deposits occur largely in volcano-plutonic arcs (island arcs as well as continental arcs), with ages similar to those volcanism [6-8]. Gedebe and Gadir deposits are located on the arc which possible to see by geomorphological situation.

The deposits form at shallow depth, around 1,5 km, and are hosted mainly by volcanic rocks. The two deposit styles form by fluids of distinctly different chemical composition in contrasting volcanic environment.

Conclusion

1. During the exploration in NW Flank of Gedebe deposit were provided the mapping in result of which were detailed the geological-structural and alteration maps on scale 1:1000. This map is more helpful in reinterpretation of the geochemical data, setting the new drill holes

²Valiyev A., Bayramov A., Mammadov S., Mursalov S. et al. Structural Geology, Lithology, Mineralization and New Perspectives on the Gadir Low-Sulfidation Deposit, Gedabek District; a Newly Discovered Orebody in the Tethyan Metallogenic Belt, Lesser Caucasus, Azerbaijan. // Society of Economic Geologists: Inc. SEG Conference. – Chesme, Izmir, Turkey, 2016.

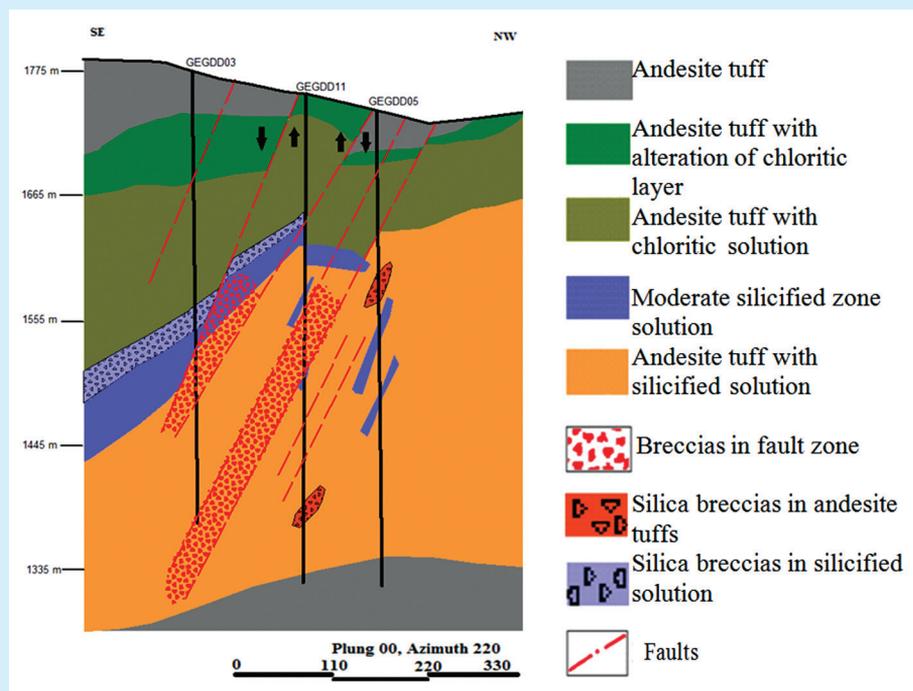


Figure 5. Cross section AA1 between GED03, 05 and 11 drill holes on Umid area.

Рис. 5. Поперечное сечение AA1 между GED03, 05 и 11 отверстиями на площади Умид.

Сурет 5. Умид алаңындағы GED03, 05 және 11 бұрғылау санылаулары арасындағы AA1 қимасы.

location, determining areas which need advanced exploration and surface sampling and helpful in understanding the nature of alterations in Yogundag epithermal system.

1.1. The results of exploration in NW Flank show that the most of alterations which related with ore mineralization are located along the Gedebe-Bittibulag deep fault. Several mineralization areas (Gadir, Umid, Cholpan, Gyzyljadag and Bittibulag) are located on this deep fault.

1.2. The Yogundag epithermal system was introduced by GEG with more lithological factors such as silica sinter, lacustrine siliceous deposit, eruption breccia pipe (fig.3). The latest international geological models show that the potential ore located around of eruption breccia. These factors is helpful in understanding the model of ore forming in epithermal processes and will be guideline for future exploration drilling on silica sinter and around of eruption breccia pipe zones. During the detailed geological mapping was corrected the contact zones between the rock which composed the volcanic of

Bajocian and Bathonian ages. Also was corrected the texture of rock consisting the sediment of above mentioned ages.

1.3. The Yogundag epithermal system is located on Gedebe-Bittibulag deep fault which is perspective for ore. All soil geochemical data, lithological and structural fault factors show that the horst zones are potential for ore. Like Gadir Umid area is located in horst (GED11 drill hole). But if the Gadir area is located in geomorphological visible horst, Umid is located on invisible horst. The identified invisible horsts also will be guideline for setting the new drill holes locations.

Detailed map show that ore controlling and bordering faults located in Eastern sector of the Yogundag epithermal system are Goyyurd and Misdag ore-controlling faults. Also Gedebe ore- bordering fault is separated into several parts by Umid, Mubariz, AC and Zefer ore-controlling faults respectively in the same named areas.

1.4. The zoning alteration from NW Flank area is determined by: the variation of the composition in the magmatic intrusions, the variation

of the physicochemical conditions in the mineralization periods specific to the two magmatic chambers (East and depth). In the East part of the area alteration is associated with the porphyry quartz-dioritic stock. The surface and subsurface alterations are associated with eruption breccia pipes in NW Flank.

In the central part of the stock the potassic alteration (K-feldspar+biotite) associated with disseminated pyrite and chalcopyrite, also is emphasized for epithermal porphyry-copper system³. The phyllic alteration is disposed in the exterior part of the potassic zone. It is associated with base-metal veins and partially with the copper veins situated in the nearest parts of the quartz-dioritic stock. In the outward parts of the quartz-dioritic stock there are disposed argillic alteration, silicification and potassic alterations. These are associated with gold and with the upper part of the base-metal veins and lenses.

The zoning of the alteration associated with the porphyry quartz-diorite dykes from the NW part of the Gadir area is typically near vertical. In the deepest parts of the intrusions the propylitic alteration is predominant and it is associated with the copper mineralization. The phyllic alteration is present with an extensive development in the quartz-diorite body and especially in the lava flows of the andesites, associated with the Pb-Zn mineralization. The upper parts of the volcanic structure are dominated by the argillic alteration together with the silicification specific to the complex mineralization (Pb-Zn-Cu-Au-Ag). The overlapping is specific for the alteration types in the Gadir ore deposit.

Favored Model for the Formation of the Gadir Deposit: Analogy with the Tokaj Mountains Deposits, Hungary.

The favoured model for the formation of the Yogundag epithermal system (Gadir Deposit) is based on the model by Ferenc Molnár and etc. (2003) for the Tokaj Mountains deposits [9]. This model provides a possible explanation for the formation of the alteration and mineralization sequences, observed at Gadir, within

³Guseynov G.S. Gold presence in copper-pyrite deposits of Somkhit-Garabakh zone (Lesser Caucasus). // Abstract of Ph.D. thesis. – Baku, 1987.

a continuous evolution of the system in space and time. Applicability to the Gadir deposit: Both the propylitic and quartz \pm adularia \pm pyrite alterations show a strong lithological control, with the 98 Geological Setting and Ore Perspective of the New Discovered Gadir Low Sulfidation Epithermal Deposit, Gedebeý NW Flank, Lesser Caucasus, Azerbaijan alteration of some preferential tuff layers. No lower permeability horizon is described at Gadir; however it is obvious that the pathway followed by fluids is mainly controlled by tuff permeability. Furthermore the assumption of a less permeable horizon is consistent with the flat-lying contact reported between the quartz \pm adularia \pm pyrite alteration and the subhorizontal andesitic tuff. The model proposed by Sander and Einaudi (1990) does not discuss the origin of the fluids at Round Mountain⁴. One possibility at Gadir would be the exsolution of fluids from the cupola of the diorite. However, there is no evidence about the source and the nature of magmatic-hydrothermal ore forming fluids at Gedebeý. Mineralization observed in the QPB indicates redox and pH conditions favorable for the solubility of gold. No evidence of minor superficial discharge or mixing with meteoric water above the system is reported at Gedebeý, but such evidence may have been eroded. However, if there was large local surficial discharge, then the gold content may have been transferred to a shallower geothermal system, and would not have been preserved at Gedebeý. General Remarks: This model of formation is not commonly described in the literature and involves processes unlikely to happen in many systems. Therefore, further work is necessary to confirm the applicability of the Gadir model on the Yogundag epithermal system. However, every observation done in this study is consistent with such a model and allow us to explain the formation of the pervasive quartz \pm adularia \pm pyrite alteration and the different features observed in the South-East part of

the Yogundag epithermal system: (1) the high grade semi-massive sulfide lenses; (2) the fluid evolution from low-intermediate- to high-sulfidation state; (3) the transition toward sericitic and argillic alterations; (4) the occurrence of vuggy-silica and (5) silica sinter and lacustrine siliceous deposit reported by GEG (2015)¹. This study is mostly focused on the “central part” of the deposit. However, if this model is confirmed for the formation of the Gadir deposit, other parts of the deposit with similar features can be expected. Therefore, fault structures and associated silicification alteration would be good indicators to explore for other high grade lenses at Gadir.

For better understanding the hydrothermal alteration processes look at the international geological model which is applied for Yogundag epithermal system (fig. 4)¹.

1.5. The soil geochemical works of the NW Flank of Gedebeý Mine area confirmed presence of ore perspective areas for gold, silver, zinc and copper. *Au-Sb-Bi-Th-Ce-Zr* anomalies mark the paths of all major structure zones in the Gadir, Gatyrbulagy, Umid, Mubariz and Zefer area with general direction of Northeast-Southwest, which coincide to a proven control of mineralizing fluids along those fault zones. These anomalies confirm paths of already proven ore bodies in the Gadir low sulfidation deposit.

Results of soil geochemical data have shown that there is a relationship between *K, Mg, Al, Cu, Mo, Au* and *Ti* values in the rock units and different alteration zones in the NW Flank. Moreover, statistical parameters and interpretation of these elemental values have shown that there are also high amounts of *Ti, Al, K* and *Mg* values. *K* values are high in the silicification alteration zone, especially in the Gadir and Eastern part of Zefer area. The main parts of *Cu* enrichment are situated in the oxidation zone. Also, several *Cu* anomalous occur on the Umid mineralization area.

2. The surface samples in trenches and alterations on AC and Umid Valley, mapping and assay result give

us background to provide detailed mapping, surface sampling and advanced exploration works in AC, Umid and Zefer areas.

3. GED01 and GED02 drill holes are drilled around of probably eruption breccia. GED01 and GED02 drill holes intercepted the eruption breccias and below laid prophyllitic silicified zones, andesite tuffs with chloritic and silicified solution which forms nests and lenses with pyrite and chalcopyrite inside. These drill holes drilled by consultant suggestion Hasan Husein and they were drilled base on surface hydrothermal alterations, but these alterations are related with controlling structures. The latest international geological models show that these kinds of surface alterations and eruption breccia zones aren't potential for ore (Richardson).

GED03, GED05 and GED11 drill holes. These drill holes in Umid area completely different from GED01 and GED02. They intercepted the more intervals of moderate silicified and brecciated zones with big thickness and positive mineralization (moderate fine and medium grain pyrite, weak chalcopyrite). If we look to the cross section AA1 (fig. 4) it is clear to see that the GED11 drill hole is located on horst, and GED03 and 05 are located on graben. The big fault in the drill hole GEGDD11 moved up the rock sequences. And as shown in the cross section the silicified solution came from South-East. Also we have the positive assay results. If in the GED 01 and 02 drill holes we have one sample with gold grade 0,43 ppm; in GED 03, 05 and 11 we have more intervals where the gold grade more than 0,35 ppm.

GED04 drill hole on Mubariz area intercepted the several copper mineralization zones (copper assay grade is more 0,2%) and show that it requires more exploration and drilling around of foot of that area. Also one big soil geochemical anomaly for gold is obtained on the foot of Mubariz area.

Drill holes **GED07** on *Ag-Cu-Hg* anomaly and **GED09** on *Au-As-Cu* anomaly show us all the soil

⁴Pierre H. MSc thesis. *The Gedabek quartz-adularia-pyrite altered, Cu-Au-Ag epithermal deposit, Western Azerbaijan, Lesser-Caucasus: Geology, alteration, mineralization, fluid evolution and genetic model.* – Switzerland: University of Geneva, 2013. – 37 p.

geochemical anomalies locate on epithermal systems.

GED08 and **GED10** drill holes on AC area show positive background to identify good mineralization on this area which require more exploration and drilling.

4. Umid mineralization area:

4.1. Located in Gedebej-Zefer ore line zonation, near of Gedebej Hydrothermal eruption breccia pipe which is probably potential for ore.

4.2. During the surface geological-structural mapping it was determined that Umid mineralization area is located in invisible horst. Geological-structural factors with 2 big and 3 relatively small complex element soil geochemical anomalies increase the appropriateness of exploration on Umid area.

4.3. The mineral assemblages (pyrite, chalcopyrite, sphalerite, pyrrhotite, magnetite) and types of

hydrothermal alterations (propylitic, oxidation, argillic, silicification, carbonatization) which develop on the Umid area are similar with Gadir area. These factors give us reason to say that Umid area is belong to low sulfidation epithermal system like Gadir.

4.4. Gedebej epithermal deposit belongs to high sulfidation system due the ore mineral assemblages, texture features of ore bodies, alteration minerals (alunite, kaolinite, diaspore, illite), hydrothermal features, presents of vuggy silica in mine side. Umid area belongs to low sulfidation hydrothermal system like Gadir underground mine due to ore mineral assemblages, texture features (banded, veins, druse-lined cavities and spectacular, multiple-episode vein breccias), hydrothermal minerals (illite, sericite, interstratified clays) and features. According

to drilling and assay data we can say that in Umid area we intercepted the big thickness of moderate silicified zone with low gold grade in analogy with flanks of Gadir deposit. Recently got information from core drilling give the reason to suppose that there is possibility to intercept the relatively low thickness of silicified zone with high grade of mineralization and gold, which require advanced exploration and drilling in Umid area.

5. The suggested drill holes are given base on lithological factors (silica sinter, lacustrine siliceous deposit, eruption breccia pipe), structural factors (horst, confining the areas to Gedebej-Bittibulag deep fault), alteration factors (argillic, silicification) and soil geochemical anomalies for complex and gold pathfinder elements.

REFERENCES

1. Adamia Sh., Zakariadze G., Chkhotua T. et al. *Geology of the Caucasus: a review.* // *Turkish Journal of Earth Sciences.* – 2011. – Vol. 20. – P. 489-544.
2. Baba-Zadeh V.M., Mursalov S.S., Veliyev A.A., Imamverdiyev N.A. *Geochemical anomalies in the NW flank of Gedabek mine (Lesser Caucasus, Azerbaijan).* // *International Journal of Mining Science (IJMS).* – 2019. – Vol. 5. – Issue 1. – P. 31-42. ISSN 2454-9460 (Online)
3. Baba-zadeh V.M. Veliyev A.A. Abdullayeva Sh.F. et al. *New perspective Gadir mineralization field in Gedabey ore region.* // *Reports of National Academy of Sciences of Azerbaijan.* – 2015. – №2. – P. 74-79.
4. Valiyev A., Bayramov A., Ibrahimov J. et al. *Geological Setting and Ore Perspective of the New Discovered Gadir Low Sulfidation Epithermal Deposit, Gedabek NW Flank, Lesser Caucasus, Azerbaijan.* // *Universal Journal of Geoscience.* – 2018. – №6(3). – P. 78-101.
5. Novruzov N., Valiyev A., Bayramov A. et al. *Mineral composition and paragenesis of altered and mineralized zones in the Gadir low sulfidation epithermal deposit (Lesser Caucasus, Azerbaijan).* // *Iranian Journal of Earth Sciences.* – Vol. II. – Issue 1. – P. 14-29.
6. Sillitoe R.H. *Porphyry copper systems.* // *Economic Geology.* – 2010. – Vol. 105. – P. 3-41.
7. Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. *Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious metal deposits.* // *Special Publication-Society of Economic Geologists.* – 2003. – Vol. 10. – P. 315-343.
8. Simmons S.F., White N.C. John D.A. *Geological characteristics of epithermal precious and base metal deposits.* // *Economic Geology.* – 2005. – 100th Anniversary Volume. – P. 485-522.
9. Molnár F., Zelenka T., Pécskay Z., Gatter B., Bernadett I. *Metallogeny of Paleogene and Neogene volcanic belts in Hungary.* // *Proceedings of the 7th Biannual SGA Meeting «Mineral exploration and sustainable development».* – Balkema, Rotterdam, 2003. – Vol. 2. – P. 1205-1208.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Адамия Ш., Закариадзе Г., Чхотуа Т. и др. *Геология Кавказа: обзор.* // *Турецкий журнал наук о Земле.* – 2011. – Т. 20. – С. 489-544.
2. Баба-Заде В.М., Мурсалов С.С., Велиев А.А., Имамвердиев Н.А. *Геохимические аномалии на северо-западном фланге рудника Кедабек (Малый Кавказ, Азербайджан).* // *Международный журнал по горной науке (IJMS).* – 2019. – Т. 5. – Вып. 1. – С. 31-42. ISSN 2454-9460 (онлайн)
3. Баба-Заде В.М., Велиев А.А., Абдуллаева Ш.Ф. и др. *Новое перспективное Гадирское месторождение минерализации в Гедабейском рудном районе.* // *Доклады Национальной Академии Наук Азербайджана.* – 2015. – №2. – С. 74-79.
4. Валиев А., Байрамов А., Ибрагимов Д. и др. *Геологическое строение и рудная перспектива нового обнаруженного эпитеpmального месторождения слабого сульфидирования Гадир, Кедабек, Северо-западный фланг, Малый Кавказ, Азербайджан.* // *Универсальный журнал геонаук.* – 2018. – №6(3). – С. 78-101.
5. Новрузов Н., Валиев А., Байрамов А. и др. *Минеральный состав и парагенезис измененных и минерализованных зон в Гадирском эпитеpmальном слабосульфидированном*

месторождения (Малый Кавказ, Азербайджан). // *Иранский журнал наук о Земле*. – Т. II. – Вып. 1. – С. 14-29.

6. Sillitoe R.H. Порфиновые медные системы. // *Экономическая геология*. – 2010. – Т. 105. – С. 3-41.
7. Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. Связь между вулканотектоническими условиями, составами руд и флюидов и эпитепидальными месторождениями драгоценных металлов. // *Специальная публикация Общества экономических геологов*. – 2003. – Т. 10. – С. 315-343.
8. Simmons S.F., White N.C. John D.A. Геологические характеристики эпитепидальных месторождений драгоценных и недрагоценных металлов. // *Экономическая геология*. – 2005. – Том 100-летия. – С. 485-522.
9. Molnár F., Zelenka T., Pécskay Z., Gatter B., Bernadett I. Металлогения палеогеновых и неогеновых вулканических поясов в Венгрии. // *Материалы двухгодичного совещания по разведке полезных ископаемых и устойчивому развитию*. – Балкема, Роттердам, 2003. – Вып. 2. – С. 1205-1208.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Адамия Ш., Закариадзе Г., Чхотуа Т. және т.б. Кавказ геологиясы: шолу. // *Түркия Жер туралы ғылым журналы*. – 2011. – Шығ. 20. – Б. 489-544.
2. Баба-Заде В.М., Мурсалов С.С., Велиев А.А., Имамвердиев Н.А. Кедабек кенішінің Солтүстік батысында геохимиялық аномалиялар (Кіші Кавказ, Әзірбайжан). // *Тау-кен ғылымының халықаралық журналы (IJMS)*. – 2019. – Т. 5 том.– Шығ. 1. – Б. 31-42. ISSN 2454-9460 (Онлайн)
3. Баба-Заде В.М., Велиев А.А., Абдуллаева Ш.Ф. және т.б. Гедабей рудалы аймағындағы Гадир минералдануының жаңа перспективасы. // *Әзірбайжан Ұлттық ғылым академиясының есептері*. – 2015. – №2. – Б. 74-79.
4. Велиев А., Байрамов А., Ибрахимов Д. және басқалар. Жаңа ашылған Гадирдің төмен сульфидті эпитермальдық кен орнының геологиялық орналасуы және перспективасы, Кедабек Солтүстік-батыс флангі, Кіші Кавказ, Әзірбайжан. // *Геоскиумның әмбебап журналы*. – 2018. – №6(3). – Б. 78-101.
5. Новрузов Н., Велиев А., Байрамов А. және басқалар. Гадирдің төменгі сульфидтендірілген эпитепидальды кен орнындағы минералды құрамы және өзгерген және минералданған аймақтарының парагенезі (Кіші Кавказ, Әзірбайжан). // *Иран Жер туралы ғылым журналы*. – Т. II. – Шығ. 1. – Б. 14-29.
6. Sillitoe R.H. Порфирлі мыс жүйелері. // *Экономикалық геология*. – 2010. – Т. 105. – Б. 3-41.
7. Sillitoe R.H., Hedenquist J.W. Вулканотектоникалық қондырғылардың, кен құрамы мен эпитепидальды қымбат металдардың арасындағы байланыс. // *Арнайы басылым Экономикалық геологтардың қоғамы*. – 2003. – Т. 10. – Б. 315-343.
8. Simmons S.F., White N.C. John D.A. Эпитепидальды қымбат және негізгі металдар кен орындарының геологиялық сипаттамасы. // *Экономикалық геология*. – 2005. – Көлемі 100 жыл. – Б. 485-522.
9. Molnár F., Zelenka T., Pécskay Z., Gatter B., Bernadett I. Венгрияғы палеоген және неоген вулкандық белдеулерінің металлогениясы. Екі жылдық кездесудің материалдары және пайдалы қазбаларды барлау және орнықты дамыту. – Балкема, Роттердам, 2003. – Шығ. 2. – Б. 1205-1208.

The information about authors:

Mursalov S.S., Mining Geologist of Azerbaijan International Mining Company Limited (Baku, Azerbaijan), samir.m.s@mail.ru
Baba-Zadeh V.M., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Academician, Professor, Chief of Department «Minerals» of the Geology Faculty of the Baku State University (Baku, Azerbaijan), vbabazade1938@mail.ru
Imamverdiyev N.A., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor at the Department «Minerals» of the Geology Faculty of the Baku State University (Baku, Azerbaijan), inazim17@yahoo.com
Veliev A.A., PhD, Exploration Geology Manager if the Azerbaijan International Mining Company Limited (Baku, Azerbaijan), velizade_anar@yahoo.com

Сведения об авторах:

Мурсалов С.С., горный геолог Азербайджанской Международной Рудной Компании (г. Баку, Азербайджан), samir.m.s@mail.ru
Баба-Заде В.М., д-р геол.-минерал. наук, академик, профессор, заведующий кафедрой полезных ископаемых геологического факультета Бакинского Государственного Университета (г. Баку, Азербайджан), vbabazade1938@mail.ru
Имамвердиев Н.А., д-р геол.-минерал. наук, профессор кафедры полезных ископаемых геологического факультета Бакинского Государственного Университета (г. Баку, Азербайджан), inazim17@yahoo.com
Велиев А.А., доктор философии по наукам о Земле, главный геолог Азербайджанской Международной Рудной Компании (г. Баку, Азербайджан), velizade_anar@yahoo.com

Авторлар туралы мәлімет:

Мурсалов С.С., Әзірбайжан Халықаралық Шектеулі Тау-Кен Компаниясы тау-кен геологы (Баку қ., Әзірбайжан), samir.m.s@mail.ru
Баба-Заде В.М., геология-минералогия ғылымдарының докторы, академик, профессор, Баку мемлекеттік университеті геология факультетінің пайдалы қазбалар бөлімінің бастығы (Баку қ., Әзірбайжан), vbabazade1938@mail.ru
Имамвердиев Н.А., геология-минералогия ғылымдарының докторы, Баку мемлекеттік университеті геология факультетінің пайдалы қазбалар профессоры (Баку қ., Әзірбайжан), inazim17@yahoo.com
Велиев А.А., Жер туралы философия докторы, Әзірбайжан Халықаралық Шектеулі Тау-Кен Компаниясы бас геологы (Баку қ., Әзірбайжан), velizade_anar@yahoo.com

Код МРНТИ 52.01.83

Т.Н. Мендебаяев¹, Х.К. Исмаилов², Б.К. Изаков², Н.Ж. Смашов¹¹Товарищество с ограниченной ответственностью «Научно-внедренческий центр Алмас» (г. Алматы, Казахстан),²Товарищество с ограниченной ответственностью «Центргеолсьемка» (г. Караганда, Казахстан)

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ЗАБОЙНАЯ КОМПОНОВКА БУРЕНИЯ СКВАЖИН С ОТБОРОМ ВЫСОКОИНФОРМАТИВНОГО КЕРНА

Аннотация. Рассмотрены способы и средства снижения энергозатрат и получения структурно цельного керна при бурении глубоких скважин. Наиболее приемлемы гидроструйное разрушение горных пород и проводка скважин без вращения буровой колонны. Эти принципы положены в основу разработки забойной компоновки с двухкамерной глубинной гидромашинной и алмазными породоразрушающими инструментами тонкостенной матрицей. Принципиальное отличие двухкамерной глубинной гидромашинной от всех известных видов забойных гидродвигателей – вращающийся статор вокруг неподвижного ротора. Конструктивно нацеленная на максимальное использование потенциальной энергии промывочной жидкости, подводимой к породоразрушающему инструменту для создания момента силы вращения и разрушения пород, забойная компоновка имеет технологические возможности для формирования и извлечения керна увеличенного диаметра и ненарушенного строения одинарной колонковой трубой. Диапазон применения забойной компоновки по диаметрам бурения скважин от 59 мм до 215,9 мм и выше.

Ключевые слова: бурение, скважина, забойная компоновка, гидромашинная, алмазная коронка, керн.

Негізді мәліметті керн алуға арналған, қуат шығыны аз ұңғы бұрғылау құрамы

Андатпа. Ұңғы бұрғылауға арналған құрал топтамасының құрылым ерекшеліктері және технологиялық мүмкіншіліктері. Тереңдегі ұңғыдан, қуат шығынын азайтып, тұтас калыптағы керн алудың әдістері мен құралдары қарастырылған. Тиімдісі – тау жыныстарын кернеулі сұйықтықпен тесу және ұңғы жүргізуде айналмайтын бұрғы құбырларын пайдалану. Аталған қағида, қос камералы, тереңдегі гидромашинна және жұқа қабырғалы матрицасы бар алмаз тау жыныстарын бұзатын құралдардың жобалаудың негізіне енгізілген. Қос камералы тереңдегі гидрокөзгалтқыштың, өндірісте белгілі гидрокөзгалтқыштардан айрықшылығы – көзгалмайтын ротор, оны айналатын сыртқы статор. Сұйық қуатын тау жыныстарын бұзғыш құралға толық жеткізу, оны айналдыруға пайдалану үшін құрылым ерекшеліктерінің нәтижесінде, құрал топтамасы белсызығы ұзын, тұтас калпы сақталған керн алуға мүмкіндік береді. Ұңғы белсызығы бойынша, қолдану аясы 59 мм-ден 215,9 мм дейін және жоғары.

Түйінді сөздер: бұрғылау, ұңғы, забой құрылымы, гидрокөзгалтқыш, алмас қашау, керн.

Saving the layout of the downhole drilling wells with the selection of highly informative core

Abstract. The ways and means of reducing energy consumption and obtaining structurally solid core when drilling deep wells are considered. The most acceptable methods are hydraulic fracturing of rocks and conducting wells without rotation of the drill string. These principles are the basis for the development of a downhole layout with a two-chamber deep hydraulic machine and diamond rock-breaking tools with a thin-walled matrix. The main difference between a two-chamber deep hydraulic machine and all known types of downhole hydraulic motors is a rotating stator around a fixed rotor. Structurally aimed at maximizing the potential energy of the washing liquid supplied to the rock-breaking tool to create the moment of rotation and destruction of rocks, the bottom-hole layout has technological capabilities for forming and extracting a core of an increased diameter of an undisturbed structure by a single column pipe. The range of application of the bottom-hole layout for drilling diameters from 59 mm to 215.9 mm and above.

Key words: drilling, deep well, bottom-hole layout, hydraulic machine, diamond crown, core, reducing energy, structurally solid core, increased diameter, hydraulic motors.

Введение

Наряду с повышением достоверности и информативности геологических материалов актуальной проблемой геологоразведки месторождений полезных ископаемых является снижение энергозатрат на бурение скважин. Проблема продиктована необратимой тенденцией роста глубины поиска, разведки и добычи природных ресурсов, что предъявляет высокие требования к способам и средствам сооружения скважин, особенно к выходу керна.

Причины нарушения керна при бурении одинарной колонковой трубой – прямое попадание напорного потока промывочной жидкости на плоскую головку керна с последующим попаданием разрушенных частиц породы в зазор между керном и колонковой трубой, приводящие к самозаклиниванию, а также воздействие крутильных колебаний вращающейся буровой колонны.

Традиционной техникой получения керна с ненарушенной структурой являются комплексы снарядов со съемными керноприемниками ССК, NQ, HQ. Характерные их недостатки – необходимость использования подъемной лебедки для извлечения керноприемника, наличие вспомогательных приспособлений, инструментов, утолщенная матрица алмазной коронки, повышение осевой нагрузки на забой скважины и рост расхода энергии на углубку скважин.

Методы исследования

Суммарная мощность, затрачиваемая на углубку скважин, состоит из энергии на холостое вращение буровой колонны и на вращение породоразрушающего инструмента. Мощность, необходимая для вращения буровой колонны, зависит от траектории скважин. По имеющимся данным, в скважине с интенсивностью искривления 0,040/м, затраты энергии

на вращение в 2-3 раза больше, чем в вертикальных [1].

Энергосберегающим инструментом для снижения осевой нагрузки и величины крутящего момента является импрегнированное алмазное долото. По частоте вращения на забое импрегнированные алмазные долота сочетаемы с высокооборотными турбобурами ТСА-195 (Россия) и гидротурбинными забойными гидродвигателями американских компаний Neyrfor (Schlumberger) и Turbo Power (Halliburton) [2]. Однако серийные забойные гидродвигатели всех типоразмеров по объему расхода требуемой промывочной жидкости не соответствуют условиям алмазного бурения скважин кольцевым забоем с отбором керна [3].

Существенная возможность снижения энергоемкости процесса разрушения горных пород – алмазные коронки с тонкостенной матрицей. Исследованиями установлено, что

уменьшение ширины торца матрицы алмазной коронки позволяет на 20-30% повысить концентрацию напряжения на забое скважины и при ступенчатой форме матрицы обеспечивает снижение энергозатрат разрушения пород на 25-30%. Узкая площадь матрицы алмазной коронки и, следовательно, меньшая осевая нагрузка при сохранении неизменным ее внешнего диаметра предполагает увеличение диаметра керна, более устойчивого к разрушению под воздействием вибрации колонковой трубы, размыву потоком промывочной жидкости [4].

В отношении снижения энергозатрат на бурение скважин весомые ресурсы имеются в гидроструйном разрушении горных пород, где напорный поток воды используется для дробления, скалывания [5]. Практикой доказано, что проницаемость породы имеет большое влияние на эффективность разрушения, для плотных пород струя воды может повысить степень дробления, если на их поверхностях имеются сети трещин, канавок [6].

Для повышения эффективности механизма разрушения горных пород предлагается использовать эксцентрические импульсы, позволяющие снизить энергозатраты и избежать риска отклонения ствола скважины¹.

В направлении совершенствования конструкций алмазных буровых коронок имеется ряд исследований, показывающих влияние конической формы матрицы на повышение стойкости коронок и скорости резания пород резами за один проход².

Задачи:

- выбор забойного гидродвигателя, по техническим и энергетическим характеристикам соответствующего условиям алмазного бурения скважин с отбором керна;
- разработка энергосберегающей забойной компоновки, обеспечивающей реализацию эффекта гидроструйного разрушения горных пород и получение структурно цельного керна;

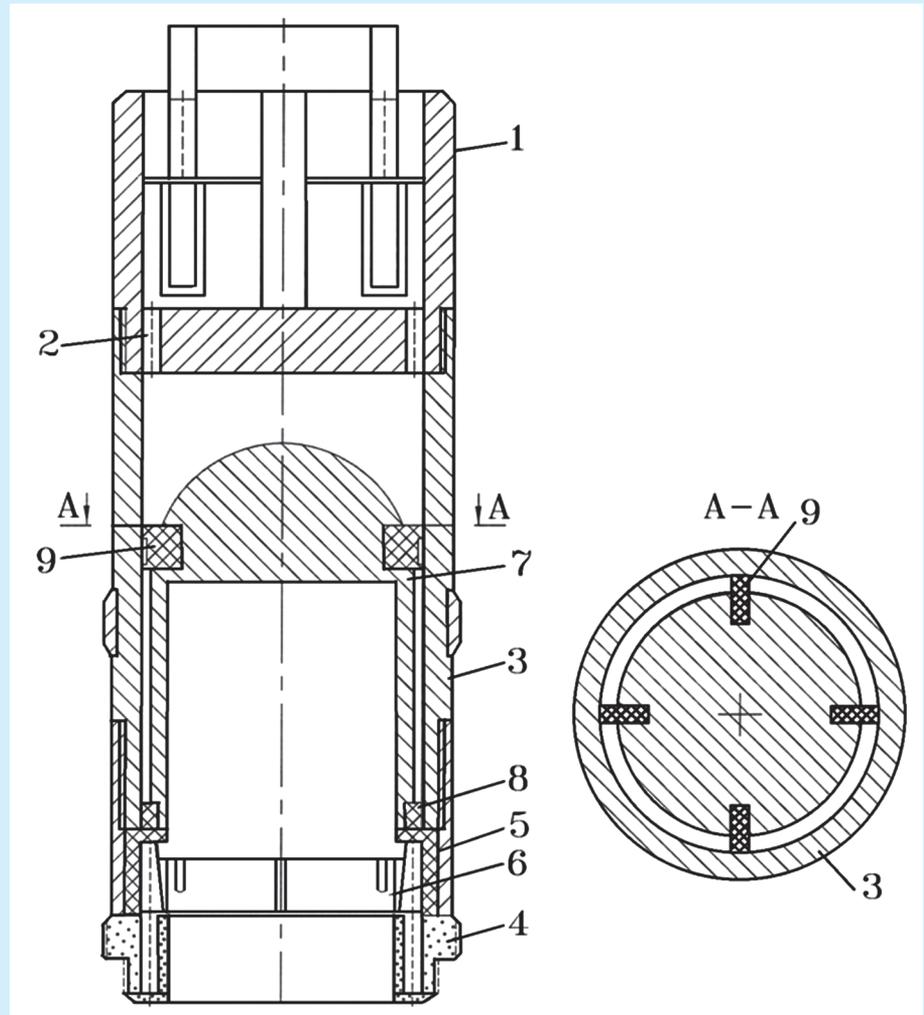


Рис. 1. Забойная компоновка с двухкамерной глубинной гидромашинной для бурения скважин: 1 – гидромашинная; 2 – выходные отверстия; 3 – колонковая труба; 4 – алмазная буровая коронка; 5 – втулка; 6 – kernорвательное кольцо; 7 – kernоприменник; 8 и 9 – опоры скольжения (центраторы).

Сурет 1. Ұңғы бұрғылауға арналған қос камералы қозғалтқышпен жабдыкталған забой құрылымы: 1 – қозғалтқыш; 2 – шығу тесіктері; 3 – құбыр жиынтығы; 4 – алмас бұрғы қашауы; 5 – бөтелке; 6 – kernүзгіш сақина; 7 – kernқабылдағыш; 8 және 9 – сырғымалы сүйеніштер (орталыққа бағыттаушы).

Figure 1. Bottom-hole layout with a two-chamber deep hydraulic machine for drilling wells: 1 – hydraulic machine; 2 – outlet holes; 3 – column pipe; 4 – diamond drill bit; 5 – sleeve; 6 – core ring; 7 – core receiver; 8 and 9 – slide supports (centralizers).

▪ апробация забойной компоновки на стенде с целью установления практической применимости и технологических возможностей.

Основные требования, предъявляемые к забойным гидродвигателям применительно к бурению скважин

с отбором керна: они должны быть высокооборотными, малорасходными по потреблению промывочной жидкости и малогабаритными по длине. Следуя этим требованиям, была выбрана конструкция двухкамерной глубинной гидромашинной

¹Pushmin P., Romanov G. Efficiency increase of hard rock destruction with the use of eccentric pulses. //PGON2015 IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 27 (2015) 012052 doi:10.1088/1755-1315/27/1/012052.

²Rodriguez R., Laguna A., Gaselles M.G., Trapuzzano R., Gomez J.M., Oyatamari C.G., Ulloa P. and Chamorro D. Durable yet aggressive conical diamond element bit increases ROP by 34% drilling difficult lower chert/conglomerate action, Ecuador. //SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, Quito, Ecuador. November 18-20.2015.

Таблица 1

Результаты экспериментов обработки колонкового набора HQ и забойной компоновки с двухкамерной глубинной гидромашинной на буровом стенде

Кесте 1

Бұрғы зертханасында сыналған құбыр жиынтығы HQ және қос камералы тереңдегі қозғалтқышпен жабдықталған забой құрамының тәжірибе көрсеткіштері

Table 1

Results of experiments on the development of a column set HQ and bottom-hole layout with a two-chamber deep hydraulic machine on the drilling stand

Виды техники	Наружный диаметр коронки, мм	Внутренний диаметр коронки, мм	Диаметр керна, мм	Энергозатраты, кВт·ч/м	Режимы бурения скважин		
					Осевая нагрузка, даН	Частота вращения, об/мин	Расход промывочной жидкости, л/мин
Колонковый набор HQ	95,6	63,5	63,0	1,6	800-900	200-300	18-30
Забойная компоновка с двухкамерной глубинной гидромашинной	95,6	69,5	69,0	1,1	500-600	220-250	35-40

роторного типа, ранее опробованная в производственных условиях.

Конструктивное отличие двухкамерной глубинной гидромашинной от известных видов забойных гидродвигателей: вращающийся статор вокруг неподвижного ротора. Принцип работы основан на максимальном использовании наклонно направленного веса (энергии) промывочной жидкости, преобразуемого в момент силы статора, появлении плеча моментов сил и моментов реактивного истечения жидкости [7].

Для реализации эффекта гидроструйного разрушения горных пород были разработаны алмазные буровые коронки с отдельной системой промывочных каналов для бурения скважин кольцевым забоем с отбором керна. Отличительные признаки алмазной буровой коронки: промывочные пазы разделены перегородками не меньшей их высоты на ширину матрицы, продольные отверстия проведены выходящими в торец матрицы с тыльной стороны перегородки и гидравлически связаны с кольцевыми канавками на торцевой поверхности матрицы, причем связка продольных отверстий и кольцевых канавок между секторами, чередуясь, смещены по горизонтали [8].

Конструктивную основу забойной компоновки бурения скважин

составляют (рис. 1): гидромашинная 1, содержащая периферийные выходные каналы 2, присоединенные к колонковой трубе 3 с алмазной коронкой 4 тонкостенноступенчатой матрицей. В корпусе алмазной буровой коронки 4 плотной посадкой с упором на матрицу размещена пластиликовая втулка 5 с конической внутренней поверхностью, скользящая контактирующая с кернорвательным кольцом 6. В полости колонковой трубы 2 установлен плавающий керноприемник 7, в верхней и нижней части оснащенный центрирующими опорами скольжения 8 и 9 из неметаллических материалов, которые лучше работают на воде, чем на масле [9]. В исходном положении плавающий керноприемник 7 нижним окончанием опирается на втулку 5.

Подачей промывочной жидкости вращение двухкамерной глубинной гидромашинной 1 через колонковую трубу 3 передается на алмазную коронку 4 с тонкостенноступенчатой матрицей. При этом напорный поток промывочной жидкости через периферийные выходные каналы 2 и проемы опор скольжения 8 и 9 керноприемника 4, втулки 5, минуя керн в кернорвательном кольце 6, попадает в кольцевые канавки на торцевой поверхности матрицы алмазной коронки 4 с образованием зоны предразрушения. Керн,

защищенный плавающим керноприемником 7 от разрушительного воздействия промывочной жидкости и крутильных колебаний колонковой трубы 2, граничным слоем обтекаемой промывочной жидкости и вращающейся втулкой 5, совместно с керноприемником на опорах скольжения 8 и 9 движется вверх.

Эксперименты по изучению энергозатрат и технологических режимов работы компоновки двухкамерной глубинной гидромашинной были проведены на стенде в лабораторных условиях. Стенд оснащен промывочным насосом НБ-320/63, расходомером рабочей жидкости PROMASS 40, тахометром ИТ-371, манометром давления МП-2 и ваттметром W0.

Исходные данные эксперимента: длина колонковой трубы – 2,0 м; 2,5 м и 3,0 м, угол наклона колонковой трубы к горизонтали в пределах 45-90°, частота вращения колонковой трубы – 200-400 об/мин, расход промывочной жидкости – 35-120 л/мин. Бурение условных скважин осуществлялось по блокам песчанников 7-8 категории по буримости.

Результаты и обсуждение

В табл. 1 приведены результаты экспериментов обработки колонкового набора HQ и забойной компоновки с двухкамерной глубинной гидромашинной на буровом стенде.

Установлено, что заполненный столбиком керна плавающий керноприемник сохраняет устойчивое положение без вращения при указанных углах наклона колонковой трубы и частоты вращения последней, режим движения промывочной жидкости в зазоре между керном и колонковой трубой ламинарный до 85-90 л/мин, выше появляется вихреобразование, то есть переходная зона в турбулентное движение. Для сохранности керна благоприятный режим – ламинарный.

Преимуществами забойной компоновки, в сравнении с комплексами снарядов со съёмными керноприемниками с вращающейся бурильной колонной, являются:

- увеличение длины рейсовой проходки в несколько раз, что

обеспечивает снижение доли непроизводительных затрат времени;

- повышение достоверности и информативности геологических материалов за счет получения керна увеличенного диаметра;

- диапазон диаметра бурения скважин забойной компоновкой от 59 мм до 215,9 мм и выше, тогда как у снарядов ССК, NQ и HQ ограниченный диаметр 95,6 мм.

Направление исследований – изучение возможностей использования гидравлического удара в компоновке и оснащения колонковой трубы скользящими центраторами без вращения.

Заключение

В качестве силового привода для вращения породоразрушающего инструмента выбрана двухкамерная глубинная гидромашинка

роторного типа, малогабаритная по длине, массе, по объему потребляемой промывочной жидкости и энергетическим характеристикам соответствующая условиям алмазного бурения скважин с отбором керна.

Разработана конструкция забойной компоновки эффективного разрушения горных пород для получения качественного геологического материала в виде структурно цельного керна.

Проведением серии экспериментов на буровом стенде с целью получения качественного показателя (да или нет) забойной компоновки установлено, что по выполняемой функции составляющие элементы забойной компоновки соответствуют условиям исходной задачи снижения энергозатрат и обеспечения сохранности керна.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Эпштейн Е.В. и др. Расчет бурильных труб в геологоразведочном бурении. – М.: Недра, 1979. – С. 99-116. (на русском языке)
2. Симонянц С.Л., Мнацикинов И.В. Актуальное направление модернизации турбинного способа бурения. // Нефтесервис. – 2013. – №2(22). – С. 48-50. (на русском языке)
3. Двойников М.В., Мураев Ю.Д. Технические и технологические решения, обеспечивающие устойчивую работу винтового забойного двигателя. // Записки горного института. – Санкт-Петербург, 2016. – Т. 218. – С. 198-201. (на русском языке)
4. Иудин М.М. Оценка влияния горно-геологических условий на выход керна при бурении скважин. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №5(059). – С. 176-178. (на русском языке)
5. YiYu Lu, Jizhen Tang, Zhaolong Ge, Binwei Xia, Yong Liu. Техника бурения крепких пород с помощью струи абразивной воды. // Международный журнал геомеханики и горных наук. – 2013. – №60. – С. 47-56. (на английском языке)
6. Гореликов В.Г., Лыков Ю.В., Власов Л.А. К выбору способа бурения скважин в неустойчивых осадочных породах. // Экология и развитие общества. – Санкт-Петербург: МАНЭБ, 2019. – №1. – С. 28-30. (на русском языке)
7. Мендебаев Т., Смашов Н., Исмаилов Х., Изаков Б. Разработка ресурсосберегающего малогабаритного забойного гидравлического станка для бурения скважин. // Восточно-Европейский журнал корпоративных технологий. – 2019. – №6/1(102). – С. 70-75. (на английском языке)
8. Мендебаев Т.Н., Смашов Н.Ж., Қуатова М.Ж. Водоструйное разрушение горных пород при бурении с помощью алмазного инструмента в зависимых промывных портах. // Горное дело Евразии. – 2019. – №2(32). – С. 41-43. (на английском языке)
9. Орлов П.И. Основы конструирования. // Справочно-методическое пособие. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 2. – С. 355-361. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Эпштейн Е.В. және т.б. Геологиялық барлама бұрғылаудағы бұрғылау құбырларын есептеу. – М.: Недра, 1979. – Б. 99-116. (орыс тілінде)
2. Симонянц С.Л., Мнацикинов И.В. Бұрғылаудың турбиналық тәсілін жаңғыртудың өзекті бағыты. // Нефтесервис. – 2013. – №2. – Б. 48-50. (орыс тілінде)
3. Двойников М.В., Мураев Ю.Д. Бұрандалы түптік қозғалтқышының тұрақты жұмысын қамтамасыз ететін техникалық және технологиялық шешімдер. // Тау-кен институтының жазбалары. – Санкт-Петербург, 2016. – Т. 218. – Б. 198-201. (орыс тілінде)
4. Иудин М.М. Ұңғымаларды бұрғылау кезінде тау кен - геологиялық жағдайларының үлгі шығымының әсерін бағалау. // Халықаралық ғылыми-зерттеу журналы. – 2017. – №5(059). – Б. 176-178. (орыс тілінде)
5. YiYu Lu, Jizhen Tang, Zhaolong Ge, Binwei Xia, Yong Liu. Қатты тасты бұрғылау әдісі абразивті су ағынымен. // Геомеханика және тау-кен ғылымдарының Халықаралық журналы. – 2013. – №6. – Б. 47-56 б. (ағылшын тілінде)

6. Тұрақсыз шөгінді тау жыныстарда ұңғымаларды бұрғылау тәсілін таңдау. // *Экология және қоғамның дамуы*. – Санкт-Петербург: МАНЭБ, 2019. – №1, – Б. 29-30. (орыс тілінде)
7. Мендебаев Т., Смашов Н., Исмаилов Х., Изаков Б. Ұңғымаларды бұрғылауға арналған ресурс үнемдейтін шағын көлемді ұңғымалық гидравликалық машинаны әзірлеу. // *Шығыс Еуропа корпоративтік технологиялар журналы*. – 2019. – №6/1(102). – Б. 70-75. (ағылшын тілінде)
8. Мендебаев Т.Н., Смашов Н.Ж., Қуатова М.Ж. Инерциялық жуу порттары бар алмас құрал-саймандарымен ВЭУ бұрғылау кезінде тау жыныстарының су ағу бұзылуы. // *Еуразиялық тау-кен өнеркәсібі*. – 2019. – №2(32). – Б. 41-43. (ағылшын тілінде)
9. Орлов П.И. Құрастыру негіздері. Анықтамалық-әдістемелік нұсқау. – М.: Машиностроение, 1988. – Т2. – Б. 355-361. (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Epstein E.V. et al. Calculation of drill pipes in exploration drilling. – М.: Nedra, 1979. – P. 99-116. (in Russian)
2. Simonyants S.L., Mnakikinov I.V. Actual direction of modernization of the turbine drilling method. // *Oilfield service*. – 2013. – №2(22). – P. 48-50. (in Russian)
3. Dvoynikov M.V., Muraev Yu.D. Technical and technological solutions ensuring stable operation of the screw downhole engine. // *Notes of the Mining Institute*. – Saint Petersburg: – 2016. – Vol. 218. – P. 198-201. (in Russian)
4. Yudin M.M. Evaluation of the impact of mining and geological conditions on the core yield during drilling. // *International research journal*. – 2017. – №5(059). – P. 176-178. (in Russian)
5. Yiyu Lu, Jizhen Tang, Zhaolong Ge, Binwei Xia, Yong Liu. Hard rock drilling technique with abrasive water jet assistance. // *International journal of geomechanics and mining sciences*. – 2013. – №60. – P. 47-56. (in English)
6. Gorelikov V.G., Lykov Yu.V., Vlasov L.A. On the choice of a method for drilling wells in unstable sedimentary rocks. // *Ecology and development of society*. – Saint Petersburg: МАНЭБ, 2019. – №1. – P. 28-30. (in Russian)
7. Mendebaev T., Smashov N., Ismailov H., Izakov B. Development of a resours-saving, small-sized downhole hydraulic machine for well drilling. // *Eastern-European journal of enterprise technologies*. – 2019. – №6/1(102). – P. 70-75. (in English)
8. Mendebaev T.N., Smashov N.Zh., Kumatova M.Zh. Water jet destruction of rocks in well drilling by diamond tools with independent flushing ports. // *Eurasian mining*. – 2019. – №2(32). – P. 41-43. (in English)
9. Orlov P.I. Fundamentals of construction. // *Training and reference manual*. – Moscow: Mechanical engineering, 1988. – Vol. 2. – P. 355-361. (in Russian)

Сведения об авторах:

Мендебаев Т.Н., д-р техн. наук, академик Казахской национальной академии естественных наук (г. Нур-Султан, Казахстан), академик Российской академии естественных наук (г. Москва, Россия), главный научный сотрудник Товарищества с ограниченной ответственностью «Научно-внедренческий центр Алмас» (г. Алматы, Казахстан), nvc_almas@mail.ru

Исмаилов Х.К., президент Товарищества с ограниченной ответственностью «Центргеолсьемка» (г. Караганда, Казахстан), zaocgs@mail.ru

Изаков Б.К., главный инженер Товарищества с ограниченной ответственностью «Центргеолсьемка» (г. Караганда, Казахстан), zaocgs@mail.ru

Смашов Н.Ж., канд. техн. наук, директор Товарищества с ограниченной ответственностью «Научно-внедренческий центр Алмас» (г. Алматы, Казахстан), nvc_almas@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Мендебаев Т.Н., техника ғылымының докторы, Қазақстан Ұлттық жаратылыстану ғылымдары академияның академигі (Нур-Султан қ., Қазақстан), Ресей жаратылыстану ғылымдары академияның академигі (Мәскеу қ., Россия), «Алмас ғылыми-енгізу орталығы» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі бас ғылыми қызметкері (Алматы қ., Қазақстан), nvc_almas@mail.ru

Исмаилов Х.К., «Центргеолсьемка» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі президенті (Қарағанды қ., Қазақстан), zaocgs@mail.ru

Изаков Б.К., «Центргеолсьемка» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі бас инженері (Қарағанды қ., Қазақстан), zaocgs@mail.ru

Смашов Н.Ж., техника ғылымының кандидаты, «Алмас ғылыми-енгізу орталығы» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі директоры (Алматы қ., Қазақстан), nvc_almas@mail.ru

Information about the authors:

Mendebaev T.N., Doctor of Technical Science, academician of Kazakhstan National Academy of Natural Sciences (Nur-Sultan, Kazakhstan), academician of Russian Academy of Natural Sciences (Moscow, Russia), Chief Research Officer of the Almas Research and Implementation Center Limited Liability Company (Almaty, Kazakhstan), nvc_almas@mail.ru

Ismailov H.K., President of the Limited Liability Company «Centргеolsemka» (Karaganda, Kazakhstan), zaocgs@mail.ru

Izakov B.K., Chief Engineer Limited Liability Company «Centргеolsemka» (Karaganda, Kazakhstan), zaocgs@mail.ru

Smashov N.Zh., Candidate of Technical Sciences, Director of the Limited Liability Partnership «Almas Research and Implementation center», (Almaty, Kazakhstan), nvc_almas@mail.ru

Код МРНТИ 36.23.27



М.Б. Нурпеисова,



А.Е. Ормамбекова,



Е.Ж. Ормамбеков

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

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Крупные инженерные сооружения подвержены деформациям под влиянием конструктивных особенностей зданий, природных явлений и деятельности человека. В следствие этого очень важно наблюдать деформационные процессы и вовремя выявлять их воззбежание техногенных катастроф. В статье проанализированы классические методы геодезических наблюдений, применение современных приборов и технологий для определения количественных характеристик деформаций инженерных сооружений. Предложена усовершенствованная методика проведения геодезических работ с использованием в них современных средств измерений. Методы, рассмотренные в статье, позволяют комплексно решать основные задачи геодезического мониторинга высотных зданий, подземных сооружений и обеспечивать рациональное планирование различных ремонтных и реставрационных работ.

Ключевые слова: инженерные сооружения, деформации, строительство метрополитена, мониторинг, геодезические наблюдения, современные приборы, спутниковые системы.

Биік ғимараттар мен ғимараттардың деформацияларын бақылау

Анатпа. Үлкен инженерлік құрылымдар ғимараттардың құрылымдық ерекшеліктерінің, табиғи құбылыстардың және адам қызметінің әсерінен деформацияланатыны белгілі. Сондықтан, технологиялық апаттардың алдын алу үшін деформациялау процестерін бақылау және оларды уақытында анықтау өте маңызды. Мақалада геодезиялық бақылаулардың классикалық әдістері, инженерлік құрылымдардың деформацияларының сандық сипаттамаларын анықтау үшін қолданылатын заманауи құралдар мен технологиялар талданады. Геодезиялық жұмыстарды жүргізудің жетілдірілген әдістемесі ұсынылып, онда заманауи өлшеу құралдарын қолдану ұсынылған. Мақалада қарастырылған әдістер көп қабатты ғимараттарды, жерасты құрылыстарын геодезиялық бақылаудың негізгі міндеттерін жан-жақты шешуге және әртүрлі жөндеу және қалпына келтіру жұмыстарын ұтымды жоспарлауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: инженерлік құрылыстар, деформациялар, метрополитен құрылысы, мониторинг, геодезиялық бақылаулар, заманауи снаптар, жерсеріктік жүйелер.

Monitoring high-altitude deformations buildings and structures

Abstract. Large engineering structures are subject to deformation under the influence of structural features of buildings, natural phenomena and human activity. As a result, it is very important to observe deformation processes and identify them in time to avoid man-made disasters. In article classical methods of geodesic supervision, and application of modern devices and technologies, for definition of quantitative characteristics of deformations of engineering constructions are analysed. The improved methods of geodesic works and use of modern measuring instruments in them are offered. The methods considered in the article allow to solve in complex the main tasks of geodetic monitoring of high-rise buildings, underground constructions and provide rational planning of various repair and restoration works.

Key words: engineering structures, deformations, subway construction, geodetic observations, modern devices, satellite systems, underground constructions, geodesic supervision, geodetic monitoring, underground transport.

Введение

Результатами анализа проведенных геодезических наблюдений при строительстве инженерных сооружений на территории СНГ установлено, что объекты такого же рода в южном регионе имеют свои отличия от центральных и северных регионов, что обусловлено расположением некоторых городов Средней Азии и Казахстана в сейсмических зонах, в горных районах и на тектонически активных участках земной коры, особенно г. Алматы. Учитывая условия сейсмически опасных зон при строительстве и эксплуатации крупных зданий и сооружений, требуется особый подход к методам геодезических наблюдений за деформациями оснований и фундаментов таких важных объектов.

Исследования

Деформация зданий и сооружений – сложный процесс, зависящий от множества факторов. Сюда, помимо

конструктивных особенностей, относят влияние природных условий (прочность и состав грунтов, интенсивность солнца, ветра и т. п.) и деятельности человека. Под термином «деформация» понимают изменение формы объекта наблюдений. Различного вида деформации сооружений в целом и их отдельных элементов происходят вследствие разных причин (рис. 1).

В геодезической же практике принято рассматривать деформацию как изменение положения объекта относительно какого-либо первоначального положения. Нормативный документ¹ определяет следующие виды деформаций: вертикальные перемещения (осадки, просадки, подъемы); горизонтальные перемещения (сдвиги); крены. Геодезический мониторинг высотных объектов осуществляется различными методами согласно основным нормативным документам, обновленному ГОСТ 24846–81 «Грунты», 2013 г.,

¹Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Бек А.А. Оценка технического состояния инженерных сооружений: монография). – Германия: LAR LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 117 с.



Рис. 1. Причины деформаций сооружений.

Сурет 1. Ғимараттың деформациялану себептері.

Figure 1. Reasons for deformations of structures.

регламентирующим работы по выявлению деформационных процессов зданий и сооружений. Стандарт сохранил многие положения предшественника 1981 г., добавилась возможность применения современных геодезических методов, связанных с использованием современных геодезических приборов: электронных тахеометров, GPS-приемников, а также ряда инструментальных методов [1].

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева ведет работу по обеспечению устойчивости наземных и подземных сооружений «Алматыметро» с использованием современных геодезических приборов (рис. 2) [2-4]. На контролируемых объектах были закреплены контрольные марки, мониторинговые призмы и осадочные марки для производства наблюдений за деформациями зданий и сооружений, обеспечивая необходимую точность² (рис. 3а).

Широкое распространение получили роботизированные тахеометры с сервоприводом, обеспечивающие автоматическое вращение вокруг оси инструмента и вращение зрительной трубы (рис. 3б). Прибор позволяет бесперебойно следить за отражателями на огромных расстояниях, он оснащен специальным программным обеспечением, которое автоматически считывает данные отдельных сеансов съемки и результирует возможные перемещения целей на конкретный временной период.

Основным направлением развития электронных тахеометров является еще большая роботизация, сводящая функции пользователя к дистанционному контролю и управлению работой прибора. Также присутствует тенденция к оснащению приборов системами GPS. При этом тахеометры в комбинации с навигационными приемниками, цифровыми нивелирами и другими приборами, а также специальным управляющим программным обеспечением часто образуют специальные автоматизированные геодезические системы мониторинга³.

Факторы, обусловившие широкое использование аппаратуры глобальных навигационных спутниковых

систем: непрерывность определения координат, всепогодность, оперативность определения координат, высокая точность получаемых результатов, малые габариты и масса приемников, малая энергоемкость, простота эксплуатации и сравнительно невысокая стоимость. GPS-системы могут быть эффективным инструментом при определении динамических показателей колебаний высотных зданий от ветровых воздействий (рис. 3в).

Результаты

Для проведения мониторинга и комплексной оценки состояния сооружений нами использовались современные высокоточные электронные приборы фирмы Leica Geosystems (Швейцария): высокоточный тахеометр серии TCR 1201, цифровой высокоточный нивелир DNA03 и лазерный сканер Scanstation. Обработка спутниковых наблюдений в г. Алматы выполнялась по стандартной программе SKI (фирмы «Leica» Швейцария), входящей в комплект GPS-приемников, в результате которой получены плановые координаты всех



Рис. 2. Станция метро «Москва» (а); здания на земной поверхности станции (б).

Сурет 2. «Москва» станция метросы (а); станцияның жер беті бөлігі ғимараты (б).

Figure 2. Metro station «Moskva» (a); buildings on the ground surface of the station (b).



Рис. 3. Расположение контрольных марок на объекте (а); мониторинг здания с применением роботизированного электронного тахеометра (б); общая схема GPS-мониторинга ветрового воздействия на высотное здание (в).

Сурет 3. Нысандағы бақылау белгілерінің орналасуы (а); роботтық электрондық тахеометрді қолдану бойынша ғимараттың мониторингі (б); биік ғимаратқа желдің әсерін көрсететін мониторинг GPS жалпы схемасы (в).

Figure 3. Location of control marks on site (a); monitoring of the building using a robotic electronic total station (b); general scheme of GPS monitoring of wind impact on high-rise buildings (c).

²Costantino D., Angelini M.G. Structural monitoring with geodetic survey of quadrifoglio condominium (lecce). // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. – Padua, Italy, 2013 (27-28 February). – Vol. XL-5/W3 The Role of Geomatics in Hydrogeological Risk.

³Yambayev H. Special devices for engineering and geodetic works. – M.: MICAS, 2014. – 380 p.

пунктов сети в заданной локальной системе координат и высотные отметки реперов станции.

Обсуждение результатов

Эффективной мерой снижения степени сейсмической опасности в горной выработке является перечень мероприятий, предусмотренных «Инструкцией по безопасному ведению горных работ на рудных и нерудных месторождениях, объектах строительства, подземных сооружений, склонных и опасных по горным ударам». Конечной целью для всех геомеханических исследований является обеспечение промышленной безопасности, т. е. для сохранения подземных и наземных инженерных сооружений необходимо принимать меры по укреплению и упрочнению пород [5-6]. При проходке метрополитена г. Алматы применяется метод химической цементации, который состоит из:

- бесшовной гидроизоляции кровли, полов, стен и прочих элементов объекта.
- водоподавления грунтовых/напорных вод, устранения капеза, намоканий; гидроизоляции деформационных швов полиуретановой пеной;
- химического закрепления горной породы, почвы, строительных сооружений и гермитизации при проникновении воды и газа.

Опыт работы по применению способа проходки метрополитена г. Алматы с укреплением породы химическим способом [7] приведен на рис. 4.

Преимущество гидроизоляционных материалов:

- 100% водоподавление с гарантированным качеством;
- герметизация трещин и микротрещин;



Рис. 4. Проходка туннеля с укреплением породы химическим способом.

Сурет 4. Туннельдің химиялық жолмен арматурамен бекітілген нүктесі.

Figure 4. Chemical tunnel boring with rock fortification.

- возможность выполнения работ в любых условиях за короткий срок;
- высокая степень адгезии с любым основанием;
- укрепление горных пород, почвы и герметизация при проникновении воды и газа;
- безвреден для окружающей среды.

Заключение

Современные методы, рассмотренные нами, позволяют комплексно решать основные задачи геодезического мониторинга высотных зданий и подземных сооружений. Основная цель мониторинга деформаций – оценка перспективы состояния сооружения с точки зрения надежности, долговечности и безопасности его эксплуатации. Прогноз позволяет обеспечить рациональное планирование различных ремонтных и реставрационных работ.

Исследования проводились при поддержке кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Brebu F., Bertici M.R., Bala A.C. Использование современных топогеодезических технологий в процессе мониторинга деформации зданий. // 12-я Международная многопрофильная научная геоконференция (SGEM-2012). – 2012. – Вып. 2. – С. 821-828. (на английском языке)
2. Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К., Мустафаулы Р. Наблюдение за деформациями инженерных сооружений в районе строительства «Алматыметро». // Горный журнал Казахстана. – Алматы, 2014. – №6. – С. 18-20. (на русском языке)
3. Ормамбекова А.Е., Айтказинова Ш.К., Нукарбекова Ж.М. Мониторинг деформаций сооружений в зоне строительства метрополитена. // Маркшейдерия и недропользование. – М., 2019. – №2. – С. 39-42. (на русском языке)
4. Ормамбекова А.Е., Айтказинова Ш.К. Определение деформаций инженерных сооружений с помощью современных геодезических приборов. // Труды международной конференции «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0». – Алматы: КазНУТУ, 2019. – С. 185-188. (на русском языке)
5. Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Бек А.А. Геодезический мониторинг состояния устойчивости инженерных сооружений. // Журнал технических и прикладных наук. – 2017. – С. 9151-9163. (на английском языке)

6. Айтказинова Ш.К., Ормамбекова А.Е. Мониторинг деформаций инженерных сооружений. // Научное и кадровое сопровождение инновационного развития горно-металлургического комплекса. – 2017 (27-28 апреля). – С. 263-267. (на русском языке)
7. Sedlák V. Геодезический мониторинг деформаций при оседании грунта с помощью ГИС-приложений для освоения горного ландшафта в Словакии. // Прогресс в биологии и науках о Земле. – 2016. – Вып. 1. – №1. – С. 58-76. (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Brebu F., Bertici M.R., Bala A.C., (2012). Фимараттың деформациясын бақылау процесінде замануи топогеодезиялық технологияларды қолдану. // 12-ші Халықаралық көп салалы ғылыми геоконференция (SGEM-2012). – 2012. – Шығ. 2. – Б. 821-828. (ағылшын тілінде)
2. Нурпеисова М.Б., Копжасарулы К., Мустафаулы Р. «Алматыметро» құрылыс аймағында инженерлік құрылымдардың деформациясын бақылау. // Қазақстанның кен журналы. – Алматы, 2014. – №6. – Б. 18-20. (орыс тілінде)
3. Ормамбекова А.Е., Айтказинова Ш.К., Нукарбекова Ж.М. Метрополитен құрылыс аймағындағы имараттардың деформациялану мониторингі. // Маркшейдерлік және жер қойнауын пайдалану. – М., 2019. – №2. – Б. 39-42. (орыс тілінде)
4. Ормамбекова А.Е., Айтказинова Ш.К. Инженерлік имараттардың деформациясын заманауи геодезиялық құрылғылар көмегімен анықтау. // «4.0 Индустрияландыру жағдайында минералды және техногендік шикізаттарды тиімді қолдану» Халықаралық конференция еңбектері – Алматы: КазҰТЗУ, 2019. – Б. 185-188. (орыс тілінде)
5. Нурпеисова М.Б., Ормамбекова А.Е., Бек А.А. Инженерлік құрылымдарың тұрақтылық жағдайларын геодезиялық бақылау. // Инженерлік және қолданбалы ғылымдар журналы. – 2017. – Б. 9151-9163. (ағылшын тілінде)
6. Айтказинова Ш.К., Ормамбекова А.Е. Тау-кен металлургия кешенінің инновациялық дамуына ғылыми және кадрлық қолдау. // Инженерлік ғимараттардың деформациясын анықтау. – 2017 (27-28 сәуір). – Б. 263-267. (орыс тілінде)
7. Sedlák V. Словакиядағы тау-кен ландшафтарын рекультивациялау үшін тау-кен шөгінділеріндегі геодезиялық мониторингтің деформациясы. – Биология және Жер туралы ғылымдар. – 2016. – Шығ. 1. – №1. – Б. 58-76. (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Brebu F., Bertici M.R., Bala A.C. (2012). Using modern topo-geode technologies in the process of monitoring building's deformations. // 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM-2012). – 2016. – Vol. 2. – P. 821-828. (in English)
2. Nurpeisova M.B., Copjasaruly K., Mustafauly R. Observation of deformations of engineering structures in the area of construction «Almatymetro». // Mining Journal of Kazakhstan. – Almaty, 2014. – №6. – P. 18-20. (in Russian)
3. Ormambekova A.E., Aitkazinova S.K., Nukarbekova Zh.M. Structures deformations monitoring in the metro construction zone. // Surveying and subsoil use. – Moscow, 2019. – №2. – P. 39-42. (in Russian)
4. Ormambekova A.E., Aitkazinova S.K. Deformation of engineering structures deformations by means of the modern geodetic devices. // Proceedings of the international conference «Rational use of mineral and technogenic raw materials in the conditions of Industry 4.0» – Almaty: KazNRTU, 2019. – P. 185-188. (in Russian)
5. Nurpeissova M., Ormambekova A., Bek A. The Geodetic Monitoring of the Engineering Structures Stability Conditions. // Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2017. – P. 9151-9163. (in English)
6. Aitkazinova Sh.K., Ormambekova A.E. Deformation monitoring of engineering structures. // Scientific and personnel support of innovative development of mining and metallurgical complex. – 2017 (April 27-28). – P. 263-267. (in Russian)
7. Sedlák V. Geodetic monitoring deformations in mining subsidence for gis applications to reclamation of the mining landscape in Slovakia. // Advances in Biology & Earth Sciences. – 2016. – Vol. 1. – №1. – P. 58-76. (in English)

Сведения об авторах:

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

Ормамбекова А.Е., PhD докторант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), oe79@mail.ru

Ормамбеков Е.Ж., магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), ye80@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

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

Ормамбекова А.Е., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының PhD докторанты (Алматы қ., Қазақстан), oe79@mail.ru

Ормамбеков Е.Ж., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының магистранты (Алматы қ., Қазақстан), ye80@mail.ru

Information about the authors:

Nurpeisova M.B., Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research Technical University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), [Marzhan-nurpeisova@rambler.ru](mailto:marzhan-nurpeisova@rambler.ru)

Ormambekova A.Ye., PhD Student at the Department of Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research Technical University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), oe79@mail.ru

Ormambekov Ye.Zh., Master at the Department of Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research Technical University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), ye80@mail.ru



ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ И ДОКАЗАННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

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

ИЗНАШИВАЕМЫЕ ДЕТАЛИ ДЛЯ МЕЛЬНИЦ

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

- Стальные
- Резиновые
- Композитные

МЕЛЮЩИЕ ТЕЛА

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

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

ИЗНОСОСТОЙКИЕ БРОНИ ДЛЯ ДРОБИЛОК

Изнашиваемые детали для первичного, вторичного и третичного дробления

- Гиравационные дробилки
- Щековые дробилки
- Конусные дробилки

ME FITSYSTEM.

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



Код МРНТИ 36.01.81

М.Е. Рахымбердина, Р.Е. Утеев, Д.К. Касымов, А.К. Капасов

Республиканское государственное предприятие «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева» (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

АНАЛИЗ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация. В статье проведен анализ строительной нормативной документации, регламентирующей разработку и ведение исполнительной геодезической документации на основных этапах строительно-монтажных работ, на основе которой сделан вывод о необходимости совершенствования разработки и ведения исполнительной геодезической документации. Переход на Еврокоды и внедрение технологий информационного моделирования строительных объектов скажется на производстве инженерно-геодезических работ. Учитывая данную тенденцию развития, на основе кардинального пересмотра всех норм и требований, описанных в существующей строительной нормативной документации Казахстана, должна быть создана та база норм и правил, которая всегда будет подкреплять все геодезические работы при строительстве и выдвигать качество строительного производства на новый уровень.

Ключевые слова: исполнительная геодезическая документация, Еврокоды, BIM-технологии, геодезические работы в строительстве, технология информационного моделирования зданий и сооружений, строительные нормы и правила.

Қазақстан Республикасындағы атқарушы геодезиялық құжаттаманы талдау

Андатпа. Мақалада құрылыс-монтаж жұмыстарының негізгі кезеңдерінде атқарушы геодезиялық құжаттаманы әзірлеу мен жүргізуді регламенттейтін құрылыс нормативтік құжаттарына талдау жүргізілді, оның негізінде атқарушы геодезиялық құжаттаманы әзірлеу мен жүргізуді жетілдіру қажеттілігі туралы қорытынды жасалды. Еурокодтарға көшу және құрылыс объектілерін аппараттық модельдеу технологияларын енгізу инженерлік-геодезиялық жұмыстар өндірісіне әсер етеді. осы даму үрдісін ескере отырып, Қазақстанның қолданыстағы құрылыс нормативтік құжаттамасында сипатталған барлық нормалар мен талаптарды түбегейлі қайта қарау негізінде құрылыс кезінде барлық геодезиялық жұмыстарды үнемі нығайтатын және құрылыс өндірісінің сапасын жаңа деңгейге көтеретін нормалар мен ережелер базасы құрылуы тиіс.

Түйінді сөздер: атқарушы геодезиялық құжаттама, Еврокодтар, BIM-технологиялар, құрылыстағы геодезиялық жұмыстар, гимараттар мен құрылыстарды ақпараттық үлгілеу технологиясы, құрылыс нормалары мен ережелері, құрылыс-монтаж жұмыстары, жұмыс сызбалары.

Analysis of executive geodesic documentation in the Republic of Kazakhstan

Abstract. In the article the analysis of construction normative documents regulating the development and maintenance of executive geodesic documentation at the main stages of construction works on the basis of which the conclusion about the necessity of improving the development and management of executive geodesic documentation in Kazakhstan. The transition to Eurocodes and the introduction of information modeling technologies for construction projects will affect the production of engineering and geodesic works. Given this trend of development of Kazakhstan, based on a radical revision of all standards and requirements outlined in the existing building regulatory documents of the Republic of Kazakhstan, should be established the basis of norms and rules, which will always reinforce all surveying works at construction, and to advance the quality of building production to a new level.

Keywords: executive geodesic documentation, Eurocodes, BIM-technologies, geodesic works in construction, information modeling technology of buildings and structures, building codes, construction and installation works, working drawings.

Введение

С развитием и расширением деятельности строительных предприятий необходимо помнить, что наряду с количественными показателями, требуется в равной мере стремиться и к качественным, посредством грамотного контроля процесса строительства и выявления оценки технического решения строительных работ. Своевременное и правильное оформление исполнительной геодезической документации (ИГД) способствует повышению качества работ [1].

На практике неоднозначно трактуются требования для разработки и ведения исполнительной геодезической документации, что происходит, главным образом, из-за того, что отсутствует единая нормативная база по составлению, оформлению и ведению ИГД. Затруднение вызывает поиск всех необходимых норм и правил, которым необходимо следовать при разработке ИГД, так как в Казахстане не существует систематизированных общих норм и правил по составлению ИГД.

Методы исследования

Метод аналитического обобщения строительной нормативной документации

Геодезическое производство при строительстве представляет собой определенный вид работ, осуществляющий выполнение комплекса определенных измерений, вычислений, необходимых для возведения

сооружений в полном соответствии с геометрическими параметрами и требованиями нормативных документов Республики Казахстан¹.

На всех стадиях производства строительно-монтажных работ исполнительная документация отражает реальное исполнение проектных решений и фактическое положение сооружений и их конструктивных элементов. Обязательное составление, содержание и формы конкретных исполнительных документов устанавливается требованиями свода норм и правил СНиП РК 1.03.-00-2011, а также других действующих нормативных документов. Структура исполнительной документации в строительстве приведена на рис. 1. Для примера проанализированы основные требования, которые предъявляются к составлению исполнительных схем в процессе осуществления строительно-монтажных работ на пяти основных этапах строительства многоквартирного жилого дома:

- создание геодезической разбивочной основы и разметка основных осей здания (табл. 1);
- выполнение земляных работ;
- устройство фундаментов;
- возведение наружных стен здания;
- устройство наружных инженерных сетей².

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что требования для выполнения геодезических работ по составлению ИГД, описанные в казахстанских

¹СН РК 1.03-103-2013. Геодезические работы в строительстве

²СН РК 1.03-00-2011. Строительное производство. Организация строительства предприятий

Таблица 1

Сравнение нормативной документации РК и РФ на этапе создания геодезической разбивочной основы и разметки основных осей здания

Кесте 1

Ғимараттың негізгі осьтерін белгілеу және геодезиялық бөлу негізін құру кезеңінде ҚР мен РФ нормативтік құжаттарын салыстыру

Table 1

Comparison of normative documentation of the Republic of Kazakhstan and the Russian Federation at the stage of creating a geodetic alignment base and marking the main axes of the building

Этапы	Нормативная документация РК	Нормативная документация РФ
Создание ГРО и разметка основных осей здания	1. СН РК 1.03-03-2018: ▪ описаны основные требования для создания геодезической разбивочной основы и разметки основных осей здания для строительства. 2. РДС РК 1.03-01-2018: ▪ описаны основные требования для создания геодезической разбивочной основы и разметки основных осей здания для строительства; ▪ документ имеет неполный пример оформления исполнительной схемы ГРО ³ . 3. СП РК 1.03-103-2013: ▪ указаны приборы, которыми необходимо производить разбивочные работы, без указания требуемых характеристик к ним ⁴ . 4. Сборник исполнительной документации при проведении строительно-монтажных работ: ▪ указан полный перечень исполнительной документации для строительства; ▪ показан пример акта приемки геодезической разбивочной основы и разметки основных осей здания.	1. СП 126.13330.2017: ▪ описаны основные требования для создания геодезической разбивочной основы и разметки основных осей здания для строительства; ▪ указана допустимая точность построения геодезической разбивочной основы и разбивочных работ основных осей здания; ▪ данный документ ссылается на современное геодезическое оборудование при выполнении геодезических работ на данном этапе; ▪ указаны требуемые характеристики для современного геодезического оборудования при выполнении геодезических работ. 2. ГОСТ Р 51872-2019: ▪ описаны полностью требования по составлению и оформлению исполнительной документации в целом; ▪ указаны необходимые нормативные ссылки на ГОСТ по оформлению строительных чертежей ⁵ . 3. Исполнительная документация в строительстве. Справочное пособие: ▪ указан полный перечень исполнительной документации для строительства; ▪ показан пример акта приемки геодезической разбивочной основы; ▪ показаны устаревшие примеры оформления исполнительных схем геодезической разбивочной основы и разметки основных осей здания. 4. РД-11-02-2006: ▪ показан пример акта приемки геодезической разбивочной основы и разметки основных осей здания.

нормативах, ссылаются на устаревшую советскую нормативную документацию; необходимая информация раздроблена и содержится не в полном составе в разных нормативных документах, что вызывает затруднение в поиске. В отличие от российской документации частично указаны примеры оформления исполнительных схем, данные примеры не носят достаточно информативный характер, что приводит к затруднению оформления исполнительной документации в процессе осуществления геодезических работ.

Следует отметить, что существующие нормативные документы РК (СН, СП, РДС и ГОСТ) были разработаны на основе советских строительных норм и правил, которые на данный момент времени становятся менее актуальными, так как:

- сегодня работы по проектированию и расчету технических характеристик элементов конструкций зданий и сооружений производится при помощи современного программного обеспечения;

- методы осуществления строительных и монтажных работ все чаще подвергаются модернизации, а способы контроля данных работ выполняются при помощи современного оборудования.

Переход на Еврокоды позволит Казахстану использовать передовые технологии и инновации, а также устранить технические барьеры для реализации инвестиционных проектов в стране. Для внедрения в Казахстане современных строительных технологий существует необходимость в реформировании системы технического регулирования строительной отрасли страны. Данные работы уже проводит проектный институт КазНИИСА.

Building Information Modeling (BIM) – новейший этап развития строительной индустрии, который относится к процессу проектирования, строительства и эксплуатации здания, используя единую систему создания 3D-моделей, а не отдельных проектных чертежей⁶⁻⁷ [2, 3].

Переход к использованию BIM-технологий – непосредственно смена технологии проектирования [3],

³РДС РК 1.03-01-2018. Геодезическая служба и организация геодезических работ в строительстве

⁴СП РК 1.03-103-2013. Геодезические работы в строительстве

⁵ГОСТ Р 51872-2019. Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения»

⁶Zhao P., Wang C. A Comparison of Using Traditional Cost Estimating Software and BIM for construction cost control, Smart Construction and Management in the Context of New Technology. ASCE, 2014. 259 p.

⁷Crotty R. The Impact of Building Information Modelling: Transforming Construction. – London: SPON/Routledge, 2012. – 72 p.

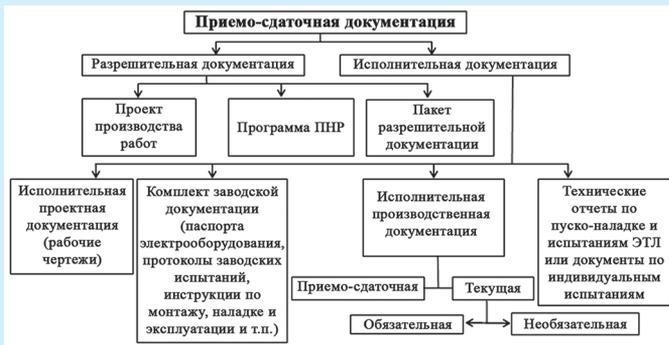


Рис. 1. Структура исполнительной документации в строительстве.

Сурет 1. Құрылыстағы атқарушы құжаттаманың құрылымы.

Figure 1. The structure of executive documentation in construction.

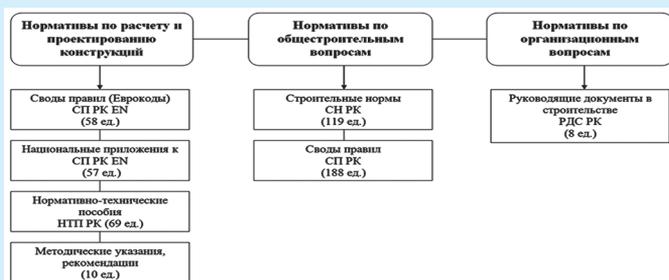


Рис. 2. Структура обновленной нормативной базы РК после перехода на Еврокоды.

Сурет 2. Еурокодтарға көшкеннен кейін ҚР жаңартылған нормативтік базасының құрылымы.

Figure 2. The structure of the updated regulatory framework of the Republic of Kazakhstan after the transition to Eurocodes.

которую как раз частично будут регламентировать введенные Еврокоды. На сегодняшний день существует обновленная база строительной нормативной документации (рис. 2).

Анализ состояния ИГД в Казахстане, а также проведенный сравнительный анализ существующей ИГД в России [1] и поэтапное внедрение BIM-технологии показывает, что при составлении нового документа, регламентирующего разработку и ведение ИГД, необходимо включить следующую информацию:

- нормативные ссылки на современную нормативную документацию (Еврокоды), которые необходимы для составления и оформления ИГД в условиях

осуществления строительного процесса, используя BIM-технологии;

- полный перечень (список) состава исполнительной документации, оформляемой при строительстве в Республике Казахстан;

- описание основных этапов и методов выполнения геодезических работ по составлению, ведению и оформлению ИГД на каждый этап строительного-монтажных работ (с учетом применения современного геодезического оборудования);

- описание требуемых характеристик современного геодезического оборудования, при помощи которого непосредственно выполняется контроль геометрических параметров зданий и сооружений;

- описание всех требований по составлению, содержанию и оформлению ИГД, на основе исполнительных съемок, для каждого этапа строительного-монтажных работ;

- перечень необходимых исполнительных геодезических схем (исполнительных моделей элементов конструкций для BIM-технологий) при приемке строительного-монтажных работ;

- примеры оформления исполнительных геодезических схем (исполнительных моделей элементов конструкций для BIM-технологий) на каждый этап строительного-монтажных работ.

Заключение

Таким образом, учитывая тот факт, что на сегодняшний день инновационная деятельность в строительном секторе Казахстана базируется на внедрении новейших мировых научных знаний и технологий, можно сделать следующие выводы:

- к 2023 г. будет осуществлен практически полный переход к использованию BIM-технологий при осуществлении строительной деятельности Казахстана, для чего уже сейчас необходима разработка пакета новой нормативно-технической документации, формирующей требования к управлению информацией о создаваемых и эксплуатируемых строительных объектах;

- единая строительная нормативная документация по разработке ИГД, разработанная на основе современных методов ведения геодезических работ, учитывая внедренную технологию информационного моделирования зданий и сооружений, а также применение передового геодезического оборудования, выдвинет качество строительных работ на новый более высокий уровень.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рахымбердина М.Е., Утеев Р.Е. К вопросу совершенствования разработки и ведения исполнительной геодезической документации при строительстве в Республике Казахстан. // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2019: XV Междунар. научн. конгр. / Междунар. научн. конф. «Первые шаги в науке»: сб. материалов. – Новосибирск: СГУГиТ, 2019 (24-26 апреля). – Т. 6. – Ч. 2. – С. 230-234. (на русском языке)
2. Bryde D., Broquetas M., Volm J.M. Преимущества проекта информационного моделирования зданий (BIM). // Международный журнал управления проектами. – 2013. – Вып. 31. – С. 971-980. (на английском языке)
3. Баженов А.А. Перспективы применения BIM-технологий в современной строительной отрасли. // BIM-моделирование в задачах строительства

и архитектуры: материалы II Междунар. науч.-практич. конф. – СПб.: СПбГАСУ, 2019 (15-17 мая). – С. 40-44. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Рахымбердина М.Е., Утеев Р.Е. Қазақстан Республикасында құрылыс кезінде орындаушы геодезиялық құжаттаманы әзірлеу және жүргізуді жетілдіру мәселесіне. // *Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2019: XV Халықаралық ғылым. конгр. / Халықаралық ғыл. конф. «Ғылымдағы алғашқы қадамдар»: материалдар жинағы. – Новосибирск: СМГЖТУ, 2019 (24-26 сәуір). – Т. 6. – Б. 2. – Б. 230-234. (орыс тілінде)*
2. Bryde D., Broquetas M., Volm J.M. Жобаның ақпараттық модельдеудің пайдасы (BIM). // *Жобаларды басқарудың халықаралық журналы. – 2013. – Шығ. 31. – Б. 971-980. (ағылшын тілінде)*
3. Баженов А.А. Қазіргі заманғы құрылыс саласында BIM-технологияларды қолдану перспективалары. // *Құрылыс және сәулет міндеттеріндегі BIM-модельдеу: II Халықаралық материалдар ғылым.-практ. конф. – СПб.: СПбГАСУ, 2019 (15-17 мамыр). – Б. 40-44. (орыс тілінде)*

REFERENCES

1. Rakhymberdina M.Ye., Uteyev R.Ye. To the question of the development and maintenance of executive geodetic documentation for construction in Kazakhstan. // *Interexpo GEO-Sibir'-2019: XV International Scientific Congress. / International Scientific Conference «First steps in science»: Collection of materials. – Novosibirsk: Siberian State University of Geosystems and Technologies, 2019 (April 24-26). – Т. 6. – Part. 2. – P. 230-234. (in Russian)*
2. Bryde D., Broquetas M., Volm J.M. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). // *International Journal of Project Management. – 2013. – Vol. 31. – P. 971-980. (in English)*
3. Bazhenov A.A. Prospects for the use of BIM-technologies in the modern construction industry. // *BIM-modelling in the problems of construction and architecture: Materials of the II International Scientific and Practical Conference. – SPb.: SaintPetersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2019 (May 15-17). – P. 40-44. (in Russian)*

Сведения об авторах:

Рахымбердина М.Е., канд. техн. наук, PhD, доцент Школы архитектуры, строительства и дизайна Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), marzhanrakh@mail.ru
Утеев Р.Е., магистрант Школы архитектуры, строительства и дизайна Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), ruslan09-96@mail.ru
Касымов Д.К., магистр техн. наук, преподаватель Школы архитектуры, строительства и дизайна Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), daur-kas@mail.ru
Капасов А.К., магистр техн. наук, преподаватель Школы архитектуры, строительства и дизайна Восточно-Казахстанского государственного технического университета им. Д. Серикбаева (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), azamat040594@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Рахымбердина М.Е., техникалық ғылымдарының кандидаты, PhD, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан Мемлекеттік Техникалық Университеті Құрылыс және Дизайн Мектебінің доценті (Өскемен қ., Қазақстан), marzhanrakh@mail.ru
Утеев Р.Е., Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан Мемлекеттік Техникалық Университеті Құрылыс және Дизайн Мектебінің магистранты (Өскемен қ., Қазақстан), ruslan09-96@mail.ru
Касымов Д.К., ғылымдар магистрі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан Мемлекеттік Техникалық Университеті Құрылыс және Дизайн Мектебінің оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), daur-kas@mail.ru
Капасов А.К., техника ғылымдар магистрі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан Мемлекеттік Техникалық Университеті Құрылыс және Дизайн Мектебінің оқытушысы (Өскемен қ., Қазақстан), azamat040594@mail.ru

The information about authors:

Rakhymberdina M.Ye., Candidate of Technical Sciences, PhD, Assistant professor at the School of Architecture, Construction and Design of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), marzhanrakh@mail.ru
Uteyev R.E., Master Student at the School of Architecture, Construction and Design of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), ruslan09-96@mail.ru
Kassymov D.K., Master of Sciences, Lecturer at the School of Architecture, Construction and Design of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), daur-kas@mail.ru
Kapasov A.K., Master of Technical Sciences, Lecturer at the School of Architecture, Construction and Design of the D. Serikbayev East Kazakhstan State Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan), azamat040594@mail.ru

Код МРНТИ 52.45.03

А.Е. Воробьев¹, Г.П. Метакса², Т.В. Чекушина³, О.Ш. Шамшиев⁴¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов» (г. Москва, Россия),²Институт горного дела им. Д.А. Кунаева – филиал Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан),³Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова» Российской Академии наук (г. Москва, Россия),⁴Кызыл-Кийский институт природопользования и геотехнологии Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова (г. Бишкек, Кыргызстан)

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ ЗОЛОТА НА ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ РУД

Аннотация. В статье раскрыта актуальность физико-химической геотехнологии. Объяснена потребность в переходе в геологии, минералогии и технологиях переработки золотосодержащих руд на термин нано в связи с уменьшением концентраций золота в разрабатываемых месторождениях. Проведено инструментальное исследование геометрии форм нахождения золота. Даны результаты исследований наночастиц золота в минеральном сырье. Представлены инновационные технологии переработки нанодисперсных руд золота. Анализ лабораторных исследований показал значимость разработанных технологий извлечения нанозолота: путем обработки золотосодержащего материала раствором йода и иодида калия, селективной дезинтеграции с использованием определенных видов энергетических воздействий, а также воздействием лазерной обработки.

Ключевые слова: руда, переработка, потери, выщелачивание, наночастицы, золото.

Алтыннан жасалған нанобөлшектердің оны кендерден алу технологиясының әсер ету ерекшеліктері

Андатпа. Мақала физикалық және химиялық геотехнологияның өзектілігін ашады. Геология, минералогия және алтын құрамды кендерді өңдеу технологиялары игерілген кен орындарында алтынның шоғырлануының төмендеуіне байланысты нано терминіне көшу қажеттілігі түсіндіріледі. Алтын табу формаларының геометриясын аспаптық зерттеу. Минералды шикізаттағы алтын нанобөлшектерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Алтын нанобөлшекті кендерді өңдеудің инновациялық технологиялары ұсынылған. Зертханалық зерттеулердің анализі наногольдты алудың дамыған технологияларының маңыздылығын көрсетті: құрамында алтыны бар материалды йод және калий иодидінің ерітіндісімен өңдеу арқылы, энергетикалық эффектілердің кейбір түрлерін қолдана отырып селективті ыдырау, сонымен қатар лазерлік өңдеу.

Түйінді сөздер: кендер, өңдеу, ысыраптар, шаймалау, нанобөлшектер, алтын.

Features of the influence of gold nanoparticles on the performance of technology for its extraction from ores

Abstract. The article reveals the relevance of physical and chemical geotechnology. The need for a transition in geology, mineralogy, and technologies for processing gold-bearing ores to the term nano due to a decrease in the concentration of gold in the developed deposits is explained. An instrumental study of the geometry of the forms of finding gold. The results of studies of gold nanoparticles in mineral raw materials are given. Innovative technologies for processing gold nanodispersed ores are presented. An analysis of laboratory studies showed the importance of the developed technologies for extracting nanogold: by treating a gold-containing material with a solution of iodine and potassium iodide, selective disintegration using certain types of energy effects, as well as laser treatment.

Key words: ores, processing, losses, leaching, nanoparticles, gold, electron microscope, laser exposure, physical and chemical geotechnology, aggregation.

Введение

В связи с уменьшением концентраций золота в рудах разрабатываемых месторождений (рис. 1) и переходом к переработке накопленных значительных объемов отвалов и хвостохранилищ золотодобывающая отрасль все больше обращается к физико-химической геотехнологии, основанной на процессах селективного выщелачивания различных металлов, позволяющей вовлечь в переработку с достаточной степенью эффективности руды с содержанием золота менее 1 г/т. Уже прошли промышленную апробацию технологии выщелачивания золота не только в перколяторах, но и в условиях недр (скважинное выщелачивание), а также насыпных массивов (кучное выщелачивание (КВ)).

Методы исследования и оборудование

Частицы нанозолота исследуют электронными микроскопами (полевой сканирующий электронный микроскоп JSM 7500F с холодной эмиссией и сканирующий электронный микроскоп JSM 6390LV фирмы JEOL с приставками для микрозондового анализа) с последующим анализом характера их поверхности и химического состава.

Современная «наноэра» в недропользовании

В настоящее время понятие термина «нано» в минералогии и комплексной переработке природного и техногенного минерального сырья еще только формируется и уточняется, хотя потребность в нем была обусловлена тем, что в разработку

зачастую направляются тонко- и ультрадисперсные руды, наночастицы которых становятся основным фактором в существующих технологиях промышленного получения из них полезного компонента. Вовлечение наноминералов и наночастиц в индустриальное производство неизбежно приводит к изменению сложившегося понятия полезного компонента [1], поэтому наноразмерные технологии предполагают изучение и внедрение механизмов извлечения ценных компонентов уже на молекулярном, атомарном и электронном уровнях, т. е. на наноуровне.

Введение в наноразмерную технологическую минералогии начинается с использования базовых понятий поверхностей или приповерхностной области наноминерального



Рис. 1. Динамика изменения содержания золота в рудах в мире (Джоз Вольфсон, инвестиционная компания Dundee Corporation).

Сурет 1. Әлемдегі кендердегі алтын құрамының өзгеру динамикасы (Джоз Вулфсон, Dundee Corporation инвестициялық компаниясы).

Figure 1. Dynamics of changes in the gold content in ores in the world (Josh Wolfson, investment company Dundee Corporation).

вещества. С уменьшением размеров до значений 1-100 нм в наноминерале (как структурной единице) одновременно происходит значительное увеличение площади его поверхности, что, как правило, обуславливает появление у них весьма специфических, принципиально новых свойств и характеристик, которые обеспечивают возникновение у промышленных нанотехнологий громадного производственного потенциала.

Исследование наночастиц золота в минеральном сырье

Представления о реальных формах нахождения наночастиц золота по-прежнему остаются во многом дискуссионными [2]. В настоящее время обсуждаются возможности изоморфного вхождения золота в сульфиды, наличие твердых растворов гипотетических сульфидов золота в пиритах, а также существование нескольких наночастиц нахождения золота в одном и том же минерале. В частности, предполагается изоморфное замещение нанозолотом железа в решетке пирита, что приводит к уменьшению параметров его элементарной ячейки.

В структурах таких руд осуществлялось инструментальное исследование геометрии различных форм нахождения нанозолота [2]:

- сферических фуллереноподобных моночастиц;
- фуллереноподобных золотых клеток (рис. 2), состоящих из разного

числа наночастиц золота (от 13 до 20 кластеров);

- сложных композитов, формируемых с участием нанозолота;
- различных агрегатов наночастиц.

В ходе проведенных исследований было установлено, что существенным аспектом, весьма значительно влияющим на интенсификацию процесса переработки золотосодержащих руд, является крупность и форма нахождения золота в рудах. Золото, находящееся в минеральной матрице (решетке минералов-носителей) может иметь не только массивный, но еще и наноразмерный, а также кластерный уровень рассеяния [1], когда кластеры золота представлены весьма разными по размеру сферическими и эллипсоидальными образованиями (рис. 3), неполная информация о которых ранее приводила к промышленным потерям золота. Размеры кластеров колеблются от 50 нм до 152 нм (в среднем 91,8 нм).

По современным воззрениям кластеры представляют собой особые зоны роста, формирующие кристаллическую решетку минерала, при этом золото каждого такого объекта имеет определенный рельеф и структурные особенности поверхности [1]. Было установлено, что, накапливаясь на выпуклой поверхности кластеров, электроны формируют отрицательный заряд [3, 4], который препятствует образованию вокруг частицы золота двойного

электрического поля, что и служит основной причиной возникновения явления несмачиваемости поверхности частиц металла, находящейся в такой форме. В результате золото образует плавучие формы (рис. 4), так называемые «островки».

Необходимо отметить, что кроме рудного и россыпного золота, его различные наночастицы были установлены и в углеродистой руде, где они находятся в виде самородных форм с 83,03% зерен золота в диапазоне 0,005-0,01 мм и 16,97% – в диапазоне – 0,005 мм [1]. При переработке таких руд наночастицы золота, частично покрытые нанопленками углерода (CNF), были выявлены в технологических растворах КВ и в последующем терялись в «хвостах». На рис. 5 показана морфология структуры сердцевинно-оболочки гибрида подобной наночастицы Au/C.

Впервые идеи о потенциальной золотонности германий-угольных месторождений и перспективности попутного получения Au из продуктов их сжигания были сформулированы более 20 лет назад [5]. В дальнейшем эта идея подтвердилась на практике определениями аномальных концентраций нанозолота ($n \times 0,01^{-n \times 1,0}$, г/т) в углях и вмещающих породах всех трех отработываемых германий-угольных месторождений и нахождением в них минеральных форм золота [6].

При этом максимальное (9,8 г/т) содержание золота было зафиксировано на месторождении Линцань (КНР) в глинах, подстилающих нижний германиеносный пласт [6]. Важным представляется и недавнее обнаружение золота в летучей золе от сжигания китайских германиеносных углей. Здесь золото концентрируется на поверхности



Рис. 2. Золотой фуллерен.
Сурет 2. Алтын фуллерена.
Figure 2. Golden fullerene.

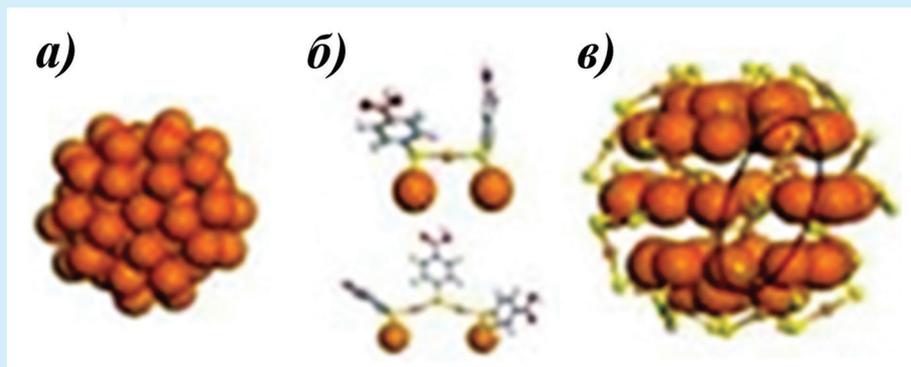


Рис. 3. Модели золотого кластера: а – 79-атомное ядро; б – элементы внешней оболочки; в – 79-атомное ядро, окруженное 23-атомной внешней оболочкой.

Сурет 3. Алтын кластері модельдері: а – 79-атомдық ядро; б – сыртқы қабықтың элементтері; в – 23 атомдық сыртқы қабықпен қоршалған 79 атом ядросы.

Figure 3. Models of the gold cluster: а – 79-atomic nucleus; б – elements of the outer shell; в – 79-atomic nucleus surrounded by a 23-atom outer shell.

стеклянных микросфер в виде каплевидных частиц размерами 0,01–0,2 мкм (рис. 6). Такая форма нахождения нанозолота указывает на его конденсацию из газовой фазы и открывает принципиально новые пути для разработки технологий его извлечения [6].

Присутствие наночастиц золота было установлено как в пропластках терригенных пород угольных разрезов, так и в самих углях, поэтому особого внимания заслуживают имеющиеся отвалы в районах прежних отработок месторождений угля (например, в Кизеловском угольном бассейне, РФ). В частности, проведенные исследования показали присутствие в них тонкого и пылевидного золота (до 60 мг/т). При этом вполне вероятно наличие в углях тонкодисперсного и наноразмерного золота, адсорбированного частицами пирита и углистым материалом. Наночастицы золота были обнаружены в геомассе многих техногенных минеральных объектов – терриконах, отвалах, пульпо- и хвостохранилищах и т. д. В частности, илесто-глинистые отложения отстойников и предприятий дражной разработки и КВ, представляющие собой особый вид техногенных образований, золотоносность которых до настоящего времени еще не достаточно полно

изучена, отсутствует всесторонняя и объективная количественная оценка технологических свойств геоматериала илесто-глинистых фракций. Поэтому весьма целесообразна качественно-количественная оценка техногенных ресурсов мелкого, дисперсного и коллоидного золота, отложившегося в илесто-глинистых отстойниках, сооружаемых при разработке россыпных месторождений (рис. 7) или в штабелях КВ. Вследствие способности таких золотин (среди которых существенная доля приходится на наночастицы) в значительной степени сорбироваться на радикалах силикатов и алюмосиликатов в указанных объектах такое золото может накопиться в промышленных масштабах [7].

Технологии переработки руд с нанозолотом

Извлечение золота из иловых фракций обычно связано со значительными трудностями, т. к. золото в них сорбируется на различных составляющих пылевидных илов. В ходе осуществленных аналитических исследований было установлено, что при длительном нахождении золота в отвалах на поверхности его частиц появляются довольно плотные пленки (табл. 1) гидроксидов железа, марганца, серебра и сернистых соединений меди, а также

присыпки гидрослюд, глинистых частиц и серицита, что значительно осложняет последующий производственный процесс концентрирования золота при гравитационном обогащении на ОФ таких золото-содержащих руд [1]. Наиболее эффективным способом снятия таких покрытий является их обработка химическим реагентом на основе галогенсодержащей смеси.

Применение традиционных схем обогащения «упорных» золотосодержащих руд на ЗИФ обычно не дает удовлетворительных результатов¹, из-за распределенного в них золота в виде наимельчайших частиц, т. е. нанозолота. В настоящее время лабораторные эксперименты проводятся также с целью проверки возможностей созданных новых нанотехнологий, позволяющих искусственно стимулировать процесс концентрации наночастиц золота, в значительном количестве рассеянных в перерабатываемом рудном веществе (геоматериале).

Проведенный анализ показал, что существенный интерес представляет разработанная технология извлечения нанозолота, заключающаяся в обработке золотосодержащего материала при $pH = 4-8$ раствором йода и иодида калия с получением гидрофильной пленки на поверхности золотин и приобретением ими в результате этого гидрофильных свойств.

Предлагаемая технология была испытана в лабораторных условиях для извлечения плавучего тонкопластинчатого золота, образуемого



Рис. 4. «Острова» плавучего золота (Р.Б. Кавчик, 2015).

Сурет 4. Құбылмалы алтынның «аралдары» (Р.Б. Кавчик, 2015).

Figure 4. «Islands» of floating gold (R.B. Kavchik, 2015).

¹Фэрли Л.М. Обзор традиционных и инновационных приемов обогащения упорных золотосодержащих руд. – Университет Британской Колумбии, 1998. – 103 с

Таблица 1

Морфологическая характеристика нанозолотин

Кесте 1

Наноалтын морфологиялық сипаттамасы

Table 1

Morphological characteristics of nanogold

Морфологическая характеристика индивидов золота
Уплощенные зерна различной конфигурации, пластинки с рваными краями. Размер 0,5-1,5 мкм. На поверхности зерен – каверны, заполненные коричневым тонким материалом: гидроокислы железа. Отмечены сростки золота с кварцем, арсенопиритом.
Крупные (~ 2,0 мкм) пластинки, смятые с надвигом или пополам, края заклепанные. Поверхность шагреновая с коричнево-красным налетом гидроокислов железа. Цвет грязно-желтый.
Тонкие окружные пластинки величиной 0,5 мкм и менее с деформированными краями. На поверхности пластинок видны следы скольжения и примазки гидроокислов железа. Цвет индивидов ярко-желтый.
Пластинки (преобладают), комочки, бляшки. Размер от 0,2-1,0 мкм; поверхность золотин кавернозная с присыпками красноватого гематита; цвет золотисто-желтый. Комковидные зерна, в основном сростки с кварцем, гранатом, встречены зерна арсенопирита с тонкими включениями золота.
Пластинки, реже комковидные зерна. Поверхность пластинок шагреновая с небольшими вмятинами, края неровные, рваные. Цвет пластинок золотисто-желтый, комочков – грязно-желтый; встречаются сростки золота с кварцем, видны следы выщелачивания.

в процессе гравитационного обогащения на концентрационном столе СКО-1. Для этого концентрат весом 1250 г с содержанием тонкопластинчатого плавучего золота (класс крупности – 0,5 мм) в количестве 75 мг подвергался целенаправленной

обработке: одна проба – без добавления поверхностно-активных веществ (ПАВ), другая – с добавлением в раствор смеси ПАВ анионного типа с концентрацией 0,5 мг/л и пеногасителя 0,6 мг/л. В пробе без добавления реагента извлечение

золота в концентрат в среднем составило 58%, а потери – 42%; во второй – извлечение золота в среднем составило 93%, а потери, соответственно, 7%. Однако эта технология все же не обеспечивает 100%-го осаждения плавучего золота. Поэтому при извлечении плавучих форм золота из технологических растворов, включающем обработку золото-содержащих минеральных продуктов реагентом поверхностно-активных веществ анионного типа с концентрацией 0,5 мг/л и пеногасителя 0,6 мг/л целесообразно дополнительно осуществлять на них некоторое динамическое воздействие. Для извлечения пластинчатого (плавучего) золота был разработан способ реагентной обработки минерального сырья. В некоторых из них под влиянием реагента вокруг нанозолотины создается двойное электрическое поле, а образование соединения AuI на поверхности частицы металла существенно повышает степень ее смачиваемости, значительно увеличивая первоначальные гидрофильные свойства, что позволяет золотинам размером до 70 мкм накапливаться в концентрации.

Под влиянием активных йод-ионов на поверхности частицы золота создается двойной электрический слой вследствие образования соединения AuI [3], что позволяет

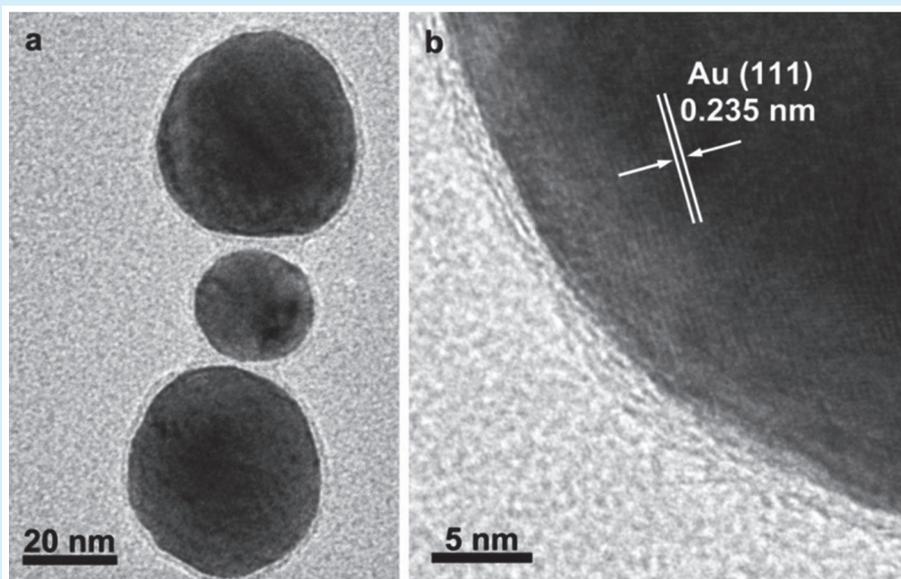


Рис. 5. Микрография наночастиц Au/C , установленная с использованием: *a* – просвечивающего электронного микроскопа; *b* – просвечивающего электронного микроскопа высокого разрешения (PengYang и др., 2013).

Сурет 5. Au/C нанобөлшектерінің микрографиясы: *a* – тарату электронды микроскопы; *b* – жоғары ажыратымдылықтағы электронды микроскоп (PengYang және басқалар, 2013).

Figure 5. Micrography of Au/C nanoparticles, established using: *a* – transmission electron microscope; *b* – high-resolution transmission electron microscope (PengYang et al., 2013).

частичкам металла приобрести гидрофильные свойства и, как следствие, повысить степень смачиваемости даже для тончайших чешуйчатых, сетчатых и дендритовидных форм золотинок размером 100 мкм и меньше. В реальной практике золотодобычи такой реагент использовали на участке Болотистый (ООО РОС-ДВ). При этом доводка золотосодержащего концентрата проводилась в зумпфе, в лотке. В результате плавучее золото (крупностью – 0,5 мм) извлекалось в среднем не менее 96%. Предложенный раствор использовался многократно.

На участке Гайфон (Нижний Амур, РФ) доводку золотосодержащего концентрата также проводили в зумпфе при помощи лотка. Здесь реагент использовали для осаждения плавучего золота классом крупности – 0,4 мм, в результате извлечение плавучего золота составило более 90%. Данный раствор также использовался многократно. Такая технология позволяет извлекать плавучее золото из золотосодержащих россыпей и технологических растворов штабелей КВ, в том числе продуктов технологической переработки, имеющих сложный минералогический состав

и содержащих некоторое количество плавучего золота [8].

Для извлечения частиц золота наноразмерных фракций из илового материала был разработан другой способ, основанный на сорбции золота из растворов, полученных в процессе хлорирования. Необходимо отметить, что золотосодержащие глинистые руды бывают как геогенными, так и техногенными, и при подаче выщелачивающих растворов необходимо учитывать основное направление их слоистости. Для извлечения тонкодисперсного золота был предложен способ разработки труднообогатимого глинистого сырья применительно к кварц-слюдистым сланцам месторождений Южно-Енисейского района. В глинистой части этих руд присутствует золото размером 1-10 мкм, т. е. нанозолото. При этом в общей массе металла золото, находящееся в свободном состоянии, не превышает 2-3%, основная его часть связана с гидроксидами железа и окисленными сульфидами. В результате использования известково-серного реагента при обогащении таких руд с содержанием нанозолота до 3 г/т его извлечение составило 97-98%.

Одним из перспективных направлений является использование процесса сорбции реагентов, осуществляемого на поверхности минералов². В частности, эксперимент по извлечению золота из иловых отложений ряда россыпей с использованием запатентованного метода сорбции показал довольно хорошие результаты: значение извлечения золота обычно превышало 75%, а иногда достигало почти 100%. Также было рекомендовано использование для этой цели ионной флотации.

Для золотосодержащих конгломератов с нанозолотом была разработана специальная технология, основанная на процессах селективной дезинтеграции с использованием определенных видов энергетических воздействий (энергии сжатой газообразной среды, взрывной или электроимпульсной дезинтеграции), обеспечивающая его укрупнение до нормальных размеров. В частности, для промышленного извлечения золота, находящегося в изоморфной форме и, прежде всего, в арсенопирите, была разработана специальная технология с прогревом получаемого на первом этапе сульфидного концентрата при температуре, не превышающей значений 250-300°C. В результате золото выделяется в свободном виде, преимущественно в виде наночастиц, которые при этом несколько укрупняются (за счет проявления поверхностных эффектов). Для нанозолота в пирите применяется аналогичная технология его извлечения с использованием многократного прогрева перерабатываемой золотосодержащей руды до 300-850°C. В результате наночастицы золота, за счет проявления эффекта агрегации, постепенно (на каждом этапе с четко определенным температурным режимом) укрупняются. Механизм этого процесса до последнего времени не был разработан и трактовался как «самоочистка кристаллической решетки пирита».

Другим методом извлечения тонкодисперсного, микронного и нанозолота является применение лазерного излучения в обработке минеральных сред, содержащих золото

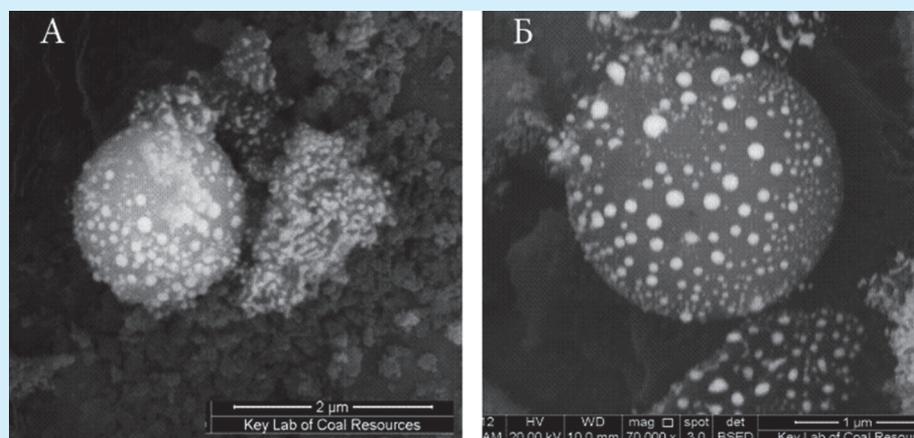


Рис. 6. Золото (белое) в летучей золе германиеносных углей:

А – месторождение Линцань (КНР), летучая зола рукавного фильтра;

Б – месторождение Улантуга (КНР), летучая зола электрофильтра.

Сурет 6. Микробтық көмірдің шірінді күліндегі алтын (ак):

А – Линцан кен орны (Қытай), дорба фильтрдің күлі; Б – Улантуга

кен орны (Қытай), электростатикалық тұндырғыштың күлі.

Figure 6. Gold (white) in the fly ash of germ-bearing coals: A – Linzan deposit (China), fly ash of a bag filter; B – Ulantuga field (China), fly ash of an electrostatic precipitator.

²Практическое применение паспортизации руд для управления технологическим процессом сорбционного выщелачивания золота. // <http://5fan.ru/wievjob.php?id=16745>.



Рис. 7. Прирост объема россыпного золота при учете его наноформ.
Сурет 7. Аллювиальды алтынның наноформаларын ескергенде оның көлемінің артуы.

Figure 7. An increase in the volume of alluvial gold when taking into account its nanofoms.

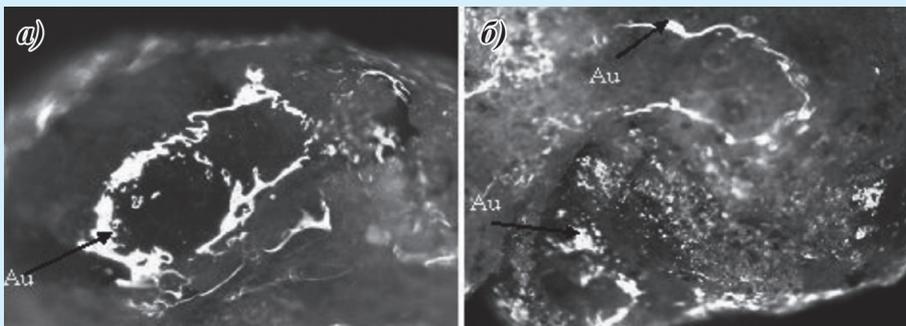


Рис. 8. Результат лазерного воздействия на иловые золотосодержащие фракции: а – рудное золото; б – фракция 20-71 мм.

Сурет 8. Құрамында алтыны бар фракцияларға лазермен әсер ету нәтижесі: а – кен алтыны; б – 20-71 мм фракциясы.

Figure 8. The result of laser exposure to silt gold-containing fractions: а – ore gold; б – fraction of 20-71 mm.

[3]. В качестве одного из способов, которые могут обеспечить извлечение наночастиц золота из золотосодержащих руд, предлагается воздействие лазерной обработки с целью их агрегации. Пока такие эксперименты были поставлены при переработке алюмосиликатных пород с частицами золота крупностью 20-70 мкм [9]. Результатом воздействия на них лазерного излучения стало образование укрупненных золотин сферической формы субмиллиметровых размеров, представляющих собой агрегат из первичных наночастиц. Это создает необходимые предпосылки для последующего извлечения укрупненных частиц золота уже традиционными гравитационными способами.

Исследования были проведены на лазерной установке ЛС-06 с волоконной системой передачи

лазерного излучения мощностью 600 Вт: режим работы непрерывный; модуляция до 3 кГц. В результате лазерного воздействия пылевидные частицы силикатов превращаются в крупные оплавленные агрегаты, поверхность которых изобилует выемками, жеодами, сквозными дырами [3]. Расплавленное золото, охлаждаясь, оседает в виде капель на стенках жезд и выемок отдельных агрегатов (рис. 8). Предварительный анализ методом энергодисперсионной спектроскопии показал, что в классе 71-40 мкм лазерным воздействием концентрируется до 90% золота, в классе 40-20 – 75%, а в классе менее 20 мкм – 70%.

И.В. Кузнецовой (2011) экспериментально были изучены процессы естественного разрушения минералов-носителей нанозолота,

происходящие в условиях гипергенеза и образования более крупных его выделений в виде сростков интерметаллидов благородных металлов. Последние отличаются характерными морфологическими особенностями и имеют явную сфероидальную или ячеисто-соттовую структуру. Также для этой цели существуют вполне очевидные перспективы использования метода активации минерального сырья с применением электрогидравлического эффекта [10].

Среди перспективных нанотехнологий извлечения золота из тонкодисперсных руд (в частности, сульфидов с нанозолотом) была предложена механохимическая активация золотосодержащей руды, способная высвободить золото в свободном состоянии или в виде искусственных интерметаллидов. В качестве базовых процессов подобной активации золотосодержащей руды рекомендуются механическое истирание материала в планетарной мельнице, химическая обработка хлоридами калия, магния и натрия с применением некоторых катализаторов, а также лазерное и температурное (но не выше 350°C) воздействие. Эти процессы способствуют существенному увеличению удельной поверхности обрабатываемых частиц.

К настоящему времени разработана технология извлечения золота из флоккул, содержащих мелкое золото, посредством обработки золотосодержащего материала высокомолекулярным полиакриламидом. Однако у этой технологии есть некоторые системные недостатки, заключающиеся в необходимости предварительной подготовки материала посредством его дезинтеграции и классификации [10].

Закключение

Представлены инновационные технологии получения золота из его ультрадисперсных руд, показатели которых во-многом обусловлены имеющимися размером, формой и рельефом частиц нанозолота.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бродская Р.Л., Марин Ю.Б. Онтогенетический анализ на микро- и наноуровне минеральных индивидов и агрегатов для реставрации условий рудобразования и оценки технологических свойств минерального сырья. // Записки Горного института. – 2016. – Т 219. – С. 369-376. (на русском языке)

2. Сазонов А.М., Звягина Е.А., Леонтьев С.И. и др. Ассоциации микро- и наноразмерных обособлений благороднометалльного комплекса в рудах. // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2008. – Т. 1. – №1. – С. 17-32. (на русском языке)
3. Литвинцев В.С., Банщикова Т.С., Леоненко Н.А., Алексеев В.С. Рациональные методы извлечения золота из техногенного минерального сырья россыпных месторождений. // ФТПРПИ. – 2012. – №1. – С. 190-194. (на русском языке)
4. Усманова Н.Ф., Брагин В.И. Методы повышения эффективности разработки гипергенных месторождений с мелким и тонким золотом. // ГИАБ. – 2007. – №5. – С. 389-396. (на русском языке)
5. Середин В.В. Распределение и условия формирования благороднометалльного оруденения в угленосных впадинах. // Геология рудных месторождений. – 2007. – Т.49. – №1. – С. 3-36. (на русском языке)
6. Dai S., Wang X., Seredin V.V. et al. Петрология, минералогия и геохимия германийносного угля германий-угольного месторождения Вулантанда, Внутренняя Монголия, Китай: новые данные и генетические последствия. // Международный журнал геологии угля. – 2012. Вып. 90-91. – С.72-99. (на английском языке)
7. Банщикова Т.С., Литвинцев В.С., Мамаев Ю.А., Пономарчук Г.П., Шокина Л.Н. О минеральной ценности иловых фракций высокоглинистых россыпных месторождений золота Приамурья. // ГИАБ. – 2008. – №4. – С. 297-302. (на русском языке)
8. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Тчаро О., Воробьев К.А., Курсина М.М. Исследование влияния поверхностного натяжения технологических растворов на миграцию плавучего золота. // Вестник АУНГ (Казахстан). – 2019. – №4(52). – С. 136-144. (на русском языке)
9. Секисов Г.В., Кузьменко А.П., Леоненко Н.А., Кузьменко Н.А. Влияние лазерного излучения на минеральные ассоциации, содержащие благородные металлы. // ГИАБ – 2006. – №2. – С. 374-379. (на русском языке)
10. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Перегудов В.В. Гравиогидрометаллургия золота в Казахстане (опытно-промышленные работы). // В кн.: Подземное и кучное выщелачивание урана, золота и других металлов. / Под ред. проф. М.И. Фазлуллина – М.: Руда и металлы, 2005. – Т.2. Золото. – С. 149-155. (на русском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бродская Р.Л., Марин Ю.Б. Минералды жеке тұлғалардың микро- және нанокөліктеріндегі онтогенетикалық талдау және руда түзілу жағдайын қалпына келтіру және минералды шикізаттың технологиялық қасиеттерін бағалау үшін агрегаттар. // Тау-кен институтының жазбалары. Т 219. 2016. 369-376. (орыс тілінде)
2. Сазонов А.М., Звягина Е.А., Леонтьев С.И. және басқа. Кендердегі асыл металдар кешенінің микро- және наноскалдық сегменттерінің ассоциациялары. // Сібір федералды университетінің журналы. Сериялар: Техника және технологиялар. – 2008. – Т. 1. – №1. – Б 17-32. (орыс тілінде)
3. Литвинцев В.С., Банщикова Т.С., Леоненко Н.А., Алексеев В.С. Шөгінді кен орындарының техногендік минералды шикізатынан алтын алудың ұтымды әдістері. // Тау-кен жұмыстарының физика-техникалық мәселелері. – 2012. – №1. – Б. 190-194. (орыс тілінде)
4. Усманова Н.Ф., Брагин В.И. Жұқа және жұқа алтынмен гиперген кенорындарын игерудің тиімділігін арттыру әдістері. // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық хабаршысы. – 2007. – №5. – Б. 389-396. (орыс тілінде)
5. Середин В.В. Көмірді бассейндерде асыл металдың минералдануының таралуы және қалыптасу шарттары. // Руда кен орындарының геологиясы. – Т.49. – №1. – 2007. – Б. 3-36. (орыс тілінде)
6. Dai S., Wang X., Seredin V.V. т.б. Вулантуға геологиялық кен орнындағы геологиялық көмірдің петрологиясы, минералогиясы және геохимиясы, Ішкі Моңғолия, Қытай: Жаңа мәліметтер және генетикалық әсерлер // Халықаралық көмір геологиясы. – 2012. – Т. 90-91. – Б. 72-99. (ағылшын тілінде)
7. Банщикова Т.С., Литвинцев В.С., Мамаев Ю.А., Пономарчук Г.П., Шокина Л.Н. Амур аймағындағы жоғары сазды аллювиалды алтын кен орындарының шөгінді фракцияларының минералды мәні туралы. // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық хабаршысы. – 2008. – №4. – Б. 297-302. (орыс тілінде)
8. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Тчаро О., Воробьев К.А., Курсина М.М. Технологиялық ерітінділердің беттік керілуінің құбылмалы алтынның қозғалысына әсерін зерттеу. // Атырау мұнай және газ университетінің Хабаршысы (Қазақстан). – 2019. – №4(52). – Б. 136-144. (орыс тілінде)
9. Секисов Г.В., Кузьменко А.П., Леоненко Н.А., Кузьменко Н.А. Құрамында асыл металдары бар минералды бірлестіктерге лазерлік сәулеленудің әсері. // Тау-кен ақпараттық-аналитикалық хабаршысы. – 2006. – №2. – Б. 374-379. (орыс тілінде)
10. Воробьев А.Е., Чекушина Т.В., Перегудов В.В. Қазақстандағы алтын graviо-гидрометаллургиясы (пилоттық жұмыстар) // Kitapта: Уран, алтын және басқа металдарды жерасты және үймелік сілтсіздендіру. / Ред. проф. М.И. Фазлуллина – М.: Рудалар мен металдар, 2005. – Т.2. Алтын. – Б. 149-155. (орыс тілінде)

REFERENCE

1. Brodskaya R.L., Marine Yu.B. Ontogenic analysis at the micro- and nanoscale of mineral individuals and aggregates for restoration of ore formation conditions and assessment of technological properties of mineral raw materials. // Notes of the Mining Institute. – 2016. – Т 219. – P. 369-376. (in Russian)

2. Sazonov A.M., Zvyagina E.A., Leontyev S.I. and other Associations of micro- and nanoscale segregations of a noble metal complex in ores. // *Journal of the Siberian Federal University. Series: Technics and Technologies.* – 2008. – Т. 1. – №1. – P. 17-32. (in Russian)
3. Litvintsev V.S., Banshchikova T.S., Leonenko N.A., Alekseev V.S. Rational methods for the extraction of gold from technogenic mineral raw materials in placer deposits. // *Physical and technical problems of mining.* – 2012. – №1. – P. 190-194. (in Russian)
4. Usmanova N.F., Bragin V.I. Methods for increasing the efficiency of development of hypogene deposits with fine and thin gold. // *Mining Information and Analytical Bulletin.* – 2007. – №5. – P. 389-396. (in Russian)
5. Seredin V.V. Distribution and formation conditions of noble metal mineralization in coal-bearing basins. // *Geology of ore deposits.* – 2007. – Т. 49. – №1. – P. 3-36. (in Russian)
6. Dai S., Wang X., Seredin V.V. et al. Petrology, mineralogy, and geochemistry of the Ge-rich coal from the Wulantuga Ge ore deposit, Inner Mongolia, China: New data and genetic implications. // *International Journal of Coal Geology.* – 2012. – Vol. 90-91. – P. 72-99. (in English)
7. Banshchikova T.S., Litvintsev V.S., Mamaev Yu.A., Ponomarchuk G.P., Shokina L.N. On the Mineral Value of Sludge Fractions of High Clay Alluvial Gold Deposits in the Amur Region. // *Mining Information and Analytical Bulletin.* – 2008. – №4. – P. 297-302. (in Russian)
8. Vorobiev A.E., Chekushina T.V., Tcharo O., Vorobev K.A., Kursina M.M. Investigation of the effect of surface tension of technological solutions on the migration of floating gold. // *Bulletin of the Atyrau University of Oil and Gas (Kazakhstan).* – 2019. – №4 (52). – P. 136-144. (in Russian)
9. Sekisov G.V., Kuzmenko A.P., Leonenko N.A., Kuzmenko N.A. The effect of laser radiation on mineral associations containing noble metals. // *Mining Information and Analytical Bulletin.* – 2006. – №2. – P. 374-379. (in Russian)
10. Vorobyov A.E., Chekushina T.V., Peregudov V.V. Graviohydrometallurgy of gold in Kazakhstan (pilot works). // *In the book: Underground and heap leaching of uranium, gold and other metals. / Ed. prof. M.I. Fazlullina.* – M.: Ore and Metals, 2005. – Т. 2. Gold. – P. 149-155. (in Russian)

Сведения об авторах:

Воробьев А.Е., д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник Института инновационных инженерных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (г. Москва, Россия), fogel_al@mail.ru

Метакса Г.П., д-р техн. наук, академик Национальной Академии горных наук, заведующая лабораторией физико-технических проблем комплексного освоения недр Института горного дела им. Д.А. Кунаева – филиала Республиканского государственного предприятия «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» (г. Алматы, Казахстан), gmetaksa@mail.ru

Чекушина Т.В., д-р эконом. наук, канд. техн. наук, доцент, ученый секретарь совета по обогащению Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова» Российской Академии наук (г. Москва, Россия), council-ras@bk.ru

Шамшиев О.Ш., д-р геол.-минерал. наук, профессор, директор Кызыл-Кийского института природопользования и геотехнологии Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова (г. Бишкек, Кыргызстан), fogel_al@mail.ru

Авторлар туралы мәлімет:

Воробьев А.Е., техника ғылымдарының докторы, профессор, Инновациялық инженерлік технологиялар институты Ресейлік халықтар достығы университеті бас ғылыми қызметкері (Мәскеу қ., Ресей), fogel_al@mail.ru

Метакса Г.П., техника ғылымдарының докторы, Ұлттық тау-кен ғылымдары Академиясының академигі, Д.А. Қонаев атындағы тау-кен ісі Институтының – «Қазақстан Республикасының минералдық шикізатты кешенді қайта өңдеу жөніндегі ұлттық орталығы» республикалық мемлекеттік кәсіпорнының филиалы Жер қойнауын кешенді игерудің физика-техникалық мәселелері зертханасының меңгерушісі (Алматы қ., Қазақстан), gmetaksa@mail.ru

Чекушина Т.В., экономика ғылымдарының докторы, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Ресей ғылым академиясының «Академик Н.В. Мельников атындағы минералды ресурстарды кешенді игеру институты» Федералды мемлекеттік бюджеттік ғылым мекемесінің байыту кеңесінің ғылыми хатшысы (Мәскеу қ., Ресей), council-ras@bk.ru

Шамшиев О.Ш., геология-минералогия ғылымдарының докторы, профессор, Қызыл-Кия табиғат пайдалану және геотехнология институтының И. Раззаков атындағы Қырғыз мемлекеттік техникалық университеті директоры (Бишкек қ., Қырғызстан), fogel_al@mail.ru

Information about the authors:

Vorobev A.E., Doctor of Technical Science, Professor, Chief Researcher at the Institute of Innovative Engineering Technologies of the Russian University of Peoples Friendship (Moscow, Russia), fogel_al@mail.ru

Metaksa G.P., Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Mining Sciences, Head at the Laboratory of Physical and Technical Problems of Integrated Development of Mineral Resources of the Institute of Mining named after D.A. Kunaev – Branch of the Republican State Enterprise «National Center for Complex Processing of Mineral Raw Materials of the Republic of Kazakhstan» (Almaty, Kazakhstan), gmetaksa@mail.ru

Chekushina T.V., Doctor of Economics Sciences, Candidate of Technical Science, Associate Professor, Scientific Secretary of the Enrichment Council Federal State Budgetary Institution «Institute of the Problems of Integrated Subsoil Development named after Academician N.V. Melnikov of the Russian Academy of Sciences» (Moscow, Russia), council-ras@bk.ru

Shamshiev O.Sh., Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Director of the Kyzyl-Kyi Institute of Nature Management and Geotechnology, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov (Bishkek, Kyrgyzstan), fogel_al@mail.ru

Статья публикуется в рамках программы целевого финансирования №Br 05236712

Код МРНТИ 52.13.07

Б.Т. Ратов^{1,2}, С.М. Козбакарова³, З.Ш. Махитова⁴¹Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),²Каспийский общественный университет (г. Алматы, Казахстан),³Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан),⁴Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати (г. Тараз, Казахстан)

ЗАТРАТЫ МОЩНОСТИ НА РАЗРУШЕНИЕ ЗАБОЯ СКВАЖИНЫ ПИКООБРАЗНЫМИ ЛОПАСТНЫМИ ДОЛОТАМИ ТРАДИЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Аннотация. Проанализированы результаты производственного применения лопастных пикообразных долот при бурении геотехнологических скважин в Казахстане в мягких и средней твердости горных породах. Установлено распределение силовых параметров (осевой нагрузки и вращающей силы), действующих на резы, закрепленные на лопастях пикобура. Выяснена причина зависания долота (периодическая остановка инструмента над центральной частью забоя скважины): околоосевая скорость движения резцов, находящихся вблизи оси вращения долота, и резкое возрастание осевой нагрузки и вращающей силы в упомянутой области. Напротив, мощность на вращение долота возрастает линейно от оси к периферии инструмента. Для рационального распределения силовых параметров на породоразрушающие элементы пикообразного лопастного долота и уменьшения энергоемкости процесса рекомендуется оснастить инструмент кольцевым пилотом, формирующим опережающую колонковую скважину малого диаметра, а образующийся керн разрушать механическим или гидравлическим способами.

Ключевые слова: пикообразное лопастное долото, зависание при бурении, распределение силовых параметров, уменьшение энергоемкости, кольцевой пилот, малый диаметр, разрушение керна.

Ұңғының оқпанын талқанлауда дәстүрлі конструкциядағы піко тәрізді қалақшалы қашаулармен бұзуға арналған қуат шығындары

Андатпа. Мақалада өндірістік жағдайда қалақшалы пикотәрізді қашаумен геотехникалық ұңғыларды бұрғылау нәтижелері келтірілген. Қазақстанда жұмсақ және орта қаттылықты тау жыныстары жиі кездеседі. Пикотәріздес қалақшалы қашауларға бекітілген кескіштерге әсер ететін (осьтік жүктеме және айналмалы күш) күштік параметрлерді анықталды. Қашаудың тәуелділік себебі анықталды (ұңғы кенжарының орталық бөлігінің үстінде құралды мезгіл-мезгіл тоқтату): қашаудың айналу осіне жақын орналасқан кескіштер қозғалысының көл маңы жылдамдығы және аталған саладағы осьтік жүктеме мен айналмалы күштің күрт өсуі. Керісінше, қашаудың айналу қуаты осьтен құрал шеткі осіне қарай сызықтық өседі. Қуатты параметрлерді пикотәрізді қалақты қашаудың жынысты бұзатын элементтеріне ұтымды бөлу және процестің энергия сыйымдылығын азайту үшін аспапты шағын диаметрлі озық колонкалы ұңғыманы қалыптастыратын сақиналы пилотпен жабдықтау қажет, ал түзілетін керн механикалық немесе гидравликалық тәсілдермен бұзу ұсынылады.

Түйінді сөздер: қалақшалы пикотәріздес қашау, бұрғылау кезіндегі тәуелділік, күш параметрлерін бөлу, энергия сыйымдылығын азайту, сақиналы пилот, кіші диаметр, керннің бұзылуы.

Capacity expenses for destruction of both wells with peak vane blades of a traditional design

Abstract. The results of the production application of lobed peak-shaped bits when drilling geotechnological wells in Kazakhstan in soft and medium hard rocks are analyzed. The distribution of power parameters (axial load and rotational force) acting on the cutters mounted on picoburic blades is established. The reason for the freezing of the bit (periodic tool stop above the central part of the bottom of the well) is clarified: the near-zero velocity of the cutters located near the axis of rotation of the bit, and a sharp increase in axial load and rotational force in the mentioned area. On the contrary, the power for rotation of the bit increases linearly from the axis to the periphery of the tool. To rationally distribute the power parameters to the rock-cutting elements of the peak-shaped blade bit and reduce the energy intensity of the process, it is recommended to equip the tool with a ring pilot forming a leading core well of small diameter, and destroy the core formed by mechanical or hydraulic methods.

Key words: peak-shaped blade bit, freezing during drilling, distribution of power parameters, reduction of energy intensity, annular pilot, small diameter, core destruction.

Введение

В настоящее время область применения лопастных долот расширяется, а шарошечных, напротив, сужается. Это связано главным образом с появлением и широким внедрением алмазно-твердосплавных резцов PDC, которыми оснащаются породоразрушающие инструменты. В результате, несмотря на относительную дороговизну резцов PDC, долота, оснащенные ими, оказались значительно проще по конструкции, по сравнению с шарошечными, а при бурении неабразивных пород средней крепости показали значительное увеличение производительности бурения¹ [1, 2].

В Казахстане пикообразные лопастные долота (пикобуры) широко применяются при сооружении геотехнологических скважин для добычи уранового сырья. Пикобуры вооружены твердосплавными резцами, но имеется также опыт применения резцов PDC.

При проходке пород средней крепости возникают осложнения, свойственные всем лопастным долотам: «зависание» (периодическая остановка углубления забоя) инструмента над центральной частью забоя. Причина этого явления, снижающего общую производительность бурения, рассмотрена в работах [3, 4] и заключается в нулевой скорости вращения резцов, расположенных в околоосевой зоне вращения долота. При этом возрастающим осевым нагрузкам в упомянутой области нужно некоторое время для раздавливания породы под осью вращения инструмента, что снижает производительность и повышает энергоемкость сооружения скважин.

Углубление исследований в этом направлении приводит к необходимости определения затрат мощности на разрушение забоя скважины применяющимися пикобурами и разработки рекомендаций по снижению

¹Балаба В.И., Бекбулатов И.К. и др. Буровой породоразрушающий инструмент. – М: РГНУГ, 2013. – 295 с.

энергоёмкости этого процесса, что повысит эффективность буровых работ.

Объектом исследований для решения упомянутой задачи выбран широко используемый пикобур АО «Волковгеология» (рис. 1). Инструмент² представляет корпус 1 с резьбой для соединения с бурильной колонной и четыре приваренные к корпусу лопасти, образующие четырехгранную пику. К уступам лопастей припаяны твердосплавные резцы. В корпусе между лопастями выполнены наклонные каналы, оканчивающиеся гидромониторными насадками, предназначенными для увеличения скорости истечения струй бурового раствора с целью повышения эффективности очистки скважины от образующегося шлама.

Для определения затрат мощности на бурение скважины пикобуром примем, что он был использован для бурения на урановом месторождении Буденовское – крупном геологическом объекте, входящем в Шу-Сарысуйскую урановую провинцию Казахстана. Бурение осуществляют в мягких, реже средней крепости породах (категория буримости – 4,5), диаметр скважины – 161 мм. Так как бурение осуществляется в относительно легко буримых породах, затраты мощности на разрушение забоя скважины следует рассчитывать с учетом основных положений теории В.С. Владиславлева³.

При вращении единичного резца, взаимодействующего с горной породой (рис. 2), мощность на разрушение последней N_p определяется по формуле:

$$N = Pv, Bm, \quad v = \omega R_i, \quad (1)$$

где P – вращающая сила, приложенная к резцу, Н;

v – окружная скорость вращения резца, м/с;

ω – угловая скорость;

R_i – радиус вращения, отсчитываемый от оси инструмента до середины i -го резца.

Вращающая сила должна преодолеть сопротивление породы перед передней гранью резца (сопротивление сдвигу) и силу трения при его движении (рис. 2б), т. е. должна быть равна:

$$P_i = \sigma_{сдв} hb + fQ_i, \quad (2)$$

где $\sigma_{сдв}$ – сопротивление породы сдвигу при вращении внедрившегося резца, Па;

h – глубина внедрения резца за оборот, м;

b – ширина резца, м;

Q_i – вертикальная нагрузка, действующая на вращающийся резец, Н;

f – коэффициент трения на контакте «резец-порода» при перемещении резца.

При переходе к расчету мощности на разрушение забоя пикообразным лопастным долотом следует учитывать, что осевая нагрузка Q на резцы лопастей в радиальном направлении (от оси вращения инструмента) распределена неравномерно и подчиняется следующей зависимости:

$$Q_i = h[bE\delta\gamma/(4\pi R_i(1-\mu)) + (D\sigma_{сдв}f)/2K], \quad (3)$$

где Q_i – нагрузка на i -й резец лопасти долота, Н;

E – модуль упругости разрушаемой породы, Па;

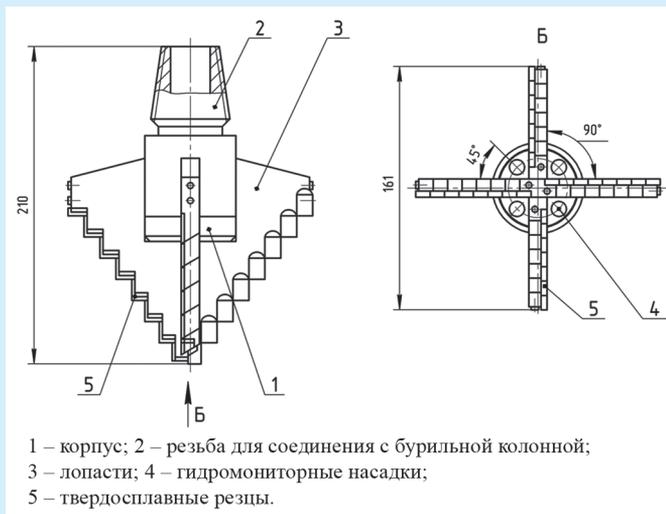


Рис. 1. Гидромониторный пикобур конструкции АО «Волковгеология».

Сурет 1. «Волковгеология»АҚ конструкциясының гидромониторды пикобуры.

Figure 1. Hydromonitor picobur design of JSC «Volkovgeologiya».

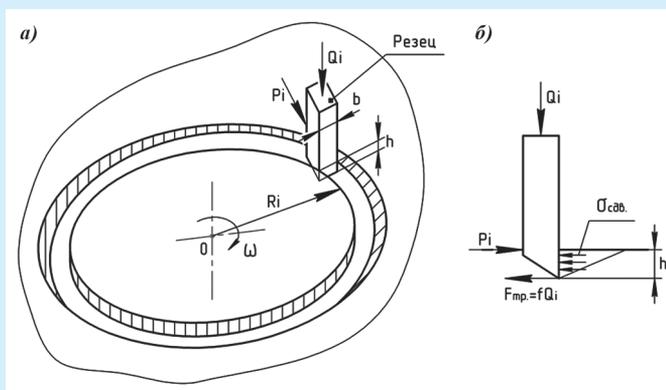


Рис. 2. Схема вращения по забою скважины единичного резца и действующие на него нагрузки: а – формирование резцом кольцевой выемки в породе; б – силы, действующие на резец.

Сурет 2. Ұңғы оқпаны бойынша жеке кескіштің айналу схемасы және оған әсер ететін жүктемелер: а – жыныстағы сақиналы ойықтарды кескішпен қалыптастыру; б – кескішке әсер ететін күштер.

Figure 2. The rotation pattern along the bottom of the well of a single cutter and the loads acting on it: a – formation by the cutter of an annular recess in the rock; b – forces acting on the cutter.

δ – ширина притупления резцов в направлении их вращения, м;

γ – коэффициент, учитывающий стесненные условия скважины при бурении; $\gamma = 1,38$;

μ – коэффициент Пуассона породы;

D – диаметр пикообразного лопастного долота (условно принимаем равным диаметру скважины), м;

K – число резцов на одной лопасти пикобура.

Как следует из (3), величина первого слагаемого в квадратных скобках обратно пропорциональна

²Ракишев Б.Р., Федоров Б.В. Техника и технология сооружения геотехнологических скважин. – Алматы: КазННТУ, 2013.

³Владиславлев В.С. Разрушение горных пород при бурении скважин. – М.: Недра, 1958. – 242 с.

радиусу вращения R_i резца, размещенного на лопасти долота. Поэтому нагрузку Q_i следует вычислять на все резцы, размещенные в радиальном направлении на лопасти долота, а затем, определяя по формуле (2) соответствующую вращающую силу P_i , вычислять затраты мощности при вращении каждого твердосплавного элемента лопасти инструмента. В итоге, суммируя затраты мощности при вращении резцов, размещенных на лопасти, и умножая на количество последних, получаем общую мощность при разрушении забоя скважины лопастными долотами.

Поясним сказанное примером расчета для пикобура, показанного на рис. 1. Исходные данные, по возможности, были взяты из практики бурения геотехнологических скважин³ [5-7]:

- начальная механическая скорость бурения $v_0 = 18$ м/ч;
- диаметр бурения $D = 161$ мм (0,161 м);
- число лопастей пикобура $m = 4$;
- частота вращения пикобура $n = 200$ об./мин = 3,33 об./с;
- характеристики разрушаемой породы:
 - $E = 6 \times 10^{10}$ Па;
 - $\sigma_{сдв} = 4 \times 10^7$ Па;
 - $\mu = 0,3$;
- остальные параметры:
 - $f = 0,4$;
 - $\delta = 0,0005$ м;
 - $\gamma = 1,3$.
- число резцов на лопасти $K = 7$.

Последовательность расчета

1. Глубина снимаемого за один оборот долот слоя породы h определяется по формуле:

$$h = D/(3600nm), \text{ м.} \quad (4)$$

Подставляя соответствующие данные в (4), получим:

$$h = 18/(3600 \times 3,33 \times 4) = 0,00038 \text{ м.}$$

2. Ширина каждого резца, размещенного на лопасти:

$$b = D/2K = 0,161/(2 \times 7) = 0,0115 \text{ м.}$$

3. Радиусы R_i вращения середины резцов, размещенных на радиальной лопасти, определяется по формуле:

$$R_i = 0,5b + b(i - 1), \quad (5)$$

где i меняется от $i = 1$ до $i = 7$ (так как количество резцов $K = 7$).

Определим все радиусы R_i в указанном диапазоне:

$$i = 1; R_1 = 0,5b + b(1 - 1) = 0,5 \times 0,0115 = 0,00575 \text{ м.}$$

$$i = 2; R_2 = 0,5 \times 0,0115 + 0,0115 \times (2 - 1) = 0,01725 \text{ м.}$$

$$i = 3; R_3 = 0,5 \times 0,0115 + 0,0115 \times (3 - 1) = 0,02875 \text{ м.}$$

Проводя аналогичные расчеты, получим:

$$i = 4; R_4 = 0,04025 \text{ м;}$$

$$i = 5; R_5 = 0,05175 \text{ м;}$$

$$i = 6; R_6 = 0,06325 \text{ м;}$$

$$i = 7; R_7 = 0,07475 \text{ м.}$$

4. Определяем величины осевых нагрузок, действующих на резцы радиальной лопасти, по формуле (3):

При $R_1 = 0,00575$ м:

$$Q_1 = 0,00038 \left[\frac{0,0115 \times 6 \times 10^{10} \times 0,0005 \times 1,38}{4 \times \pi \times 0,00575(1 - (0,3)^2)} + \frac{0,161 \times 4 \times 10^7 \times 0,4}{2 \times 7} \right] \approx 2826,6 \text{ Н.}$$

Аналогичные расчеты дают следующие результаты:

$$\text{при } R_2 = 0,01725 \text{ м } Q_2 = 987,5 \text{ Н;}$$

$$\text{при } R_3 = 0,02875 \text{ м } Q_3 = 620,5 \text{ Н;}$$

$$\text{при } R_4 = 0,04025 \text{ м } Q_4 = 463 \text{ Н;}$$

$$\text{при } R_5 = 0,05175 \text{ м } Q_5 = 376 \text{ Н;}$$

$$\text{при } R_6 = 0,06325 \text{ м } Q_6 = 320 \text{ Н;}$$

$$\text{при } R_7 = 0,07475 \text{ м } Q_7 = 282 \text{ Н.}$$

Суммарная осевая нагрузка, действующая на лопасть долота, равна:

$$Q_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^7 Q_i = 5871 \text{ Н} = 5,87 \text{ кН,}$$

а на четыре лопасти (на весь пикобур) общая осевая нагрузка рассчитывается следующим образом:

$$Q_{\text{общ}} = 4 \times Q_{\text{сум}} = 4 \times 5,87 = 23,486 \text{ кН.}$$

5. По формуле (2) рассчитываются вращающие силы P_i , действующие на каждый резец лопасти, суммарная вращающая сила и общая вращающая сила на весь пикобур.

$$i = 1; P_1 = 4 \times 10^7 \times 0,0115 \times 0,00038 + 0,4 \times 2826,6 \approx 1304 \text{ Н;}$$

$$i = 2; P_2 = 4 \times 10^7 \times 0,0115 \times 0,00038 + 0,4 \times 987,5 \approx 570 \text{ Н.}$$

Далее, по аналогии, результаты расчета следующие:

$$i = 3; P_3 = 423 \text{ Н;}$$

$$i = 4; P_4 = 360 \text{ Н;}$$

$$i = 5; P_5 = 325 \text{ Н;}$$

$$i = 6; P_6 = 303 \text{ Н;}$$

$$i = 7; P_7 = 288 \text{ Н.}$$

При $n = 200$ об./мин суммарная сила $P_{\text{сум}}$, действующая на одну лопасть, равна:

$$P_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^7 P_i = 3573 \text{ Н} = 3,573 \text{ кН,}$$

а общая вращающая сила на пикобур (на 4 лопасти):

$$P_{\text{общ}} = 4 \times 3,573 = 14,29 \text{ кН.}$$

6. Определяем угловую скорость вращения лопастей пикобура (при $n = 200$ об./мин):

$$\omega = \pi n/30; \quad (6)$$

$$\omega = (\pi \times 200)/30 = 20,93 \text{ рад/с.}$$

7. Вычисляем линейные скорости вращения всех резцов, размещенных на лопасти долота, по формуле:

$$v_i = \omega R_i, \text{ м/с.} \quad (7)$$

$$i = 1; v_1 = \omega R_1 = 20,93 \times 0,00575 = 0,121 \text{ м/с;}$$

$$i = 2; v_2 = \omega R_2 = 20,93 \times 0,01725 = 0,361 \text{ м/с;}$$

$$i = 3; v_3 = \omega R_3 = 20,93 \times 0,02875 = 0,602 \text{ м/с;}$$

$$i = 4; v_4 = \omega R_4 = 20,93 \times 0,04025 = 0,842 \text{ м/с;}$$

$$i = 5; v_5 = \omega R_5 = 20,93 \times 0,05175 = 1,083 \text{ м/с;}$$

$$i = 6; v_6 = \omega R_6 = 20,93 \times 0,06325 = 1,324 \text{ м/с;}$$

$$i = 7; v_7 = \omega R_7 = 20,93 \times 0,07475 = 1,564 \text{ м/с.}$$

8. Определяем мощность, требуемую для вращения каждого резца, размещенного на лопасти, суммарную мощность для вращения лопасти и общую мощность для вращения всех лопастей пикобура на забое скважины.

Используя формулу (1), получаем в результате расчета следующие величины мощности N_i на вращение резцов лопасти:

$$\begin{aligned} i = 1; N_1 &= P_1 v_1 = 1304 \times 0,0785 \approx 102 \text{ Вт}; \\ i = 2; N_2 &= P_2 v_2 = 570 \times 0,361 \approx 206 \text{ Вт}; \\ i = 3; N_3 &= P_3 v_3 = 423 \times 0,602 \approx 256 \text{ Вт}; \\ i = 4; N_4 &= P_4 v_4 = 360 \times 0,862 \approx 310 \text{ Вт}; \\ i = 5; N_5 &= P_5 v_5 = 325 \times 1,083 \approx 352 \text{ Вт}; \\ i = 6; N_6 &= P_6 v_6 = 303 \times 1,324 \approx 401 \text{ Вт}; \\ i = 7; N_7 &= P_7 v_7 = 288 \times 1,564 \approx 450 \text{ Вт}. \end{aligned}$$

Суммарная мощность для вращения лопасти:

$$N_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^7 N_i = 2076 \text{ Вт} = 2,076 \text{ кВт}.$$

Общая мощность для вращения всех лопастей пикобура равна:

$$N_{\text{общ}} = 4 \times 2,076 \approx 8,3 \text{ кВт}.$$

Полученные распределения осевой нагрузки Q_i на резцы, вращающей силы P_i , приложенной к последним, и соответствующие затраты мощности N_i в зависимости от радиуса вращения упомянутых породоразрушающих элементов, их местоположения на лопастях пикобура приведены на рис. 3. Анализ приведенных графических зависимостей показывает, что вблизи оси вращения долота ($R_i \approx 6$ мм) на находящийся здесь резец действует осевая нагрузка Q_i , превосходящая аналогичный показатель на периферии пикобура ($R_i \approx 75$ мм) в $2823/282 = 10$ раз, а вращающая сила P – в $1304/288 = 5$ раз.

Затраты мощности N_i при малых радиусах вращения имеют незначительную величину, которая приближенно линейно возрастает к периферии долота, что вполне естественно, так как резец на периферии производит большую работу по разрушению забоя скважины.

Выводы

Следует уменьшить чрезмерно большие величины осевых нагрузок и вращающих сил в околоосевой зоне вращения пикообразного долота. Их выравнивание по радиусу вращения инструмент позволит уменьшить затраты мощности на разрушение забоя скважины, что приводит к снижению энергоемкости процесса.

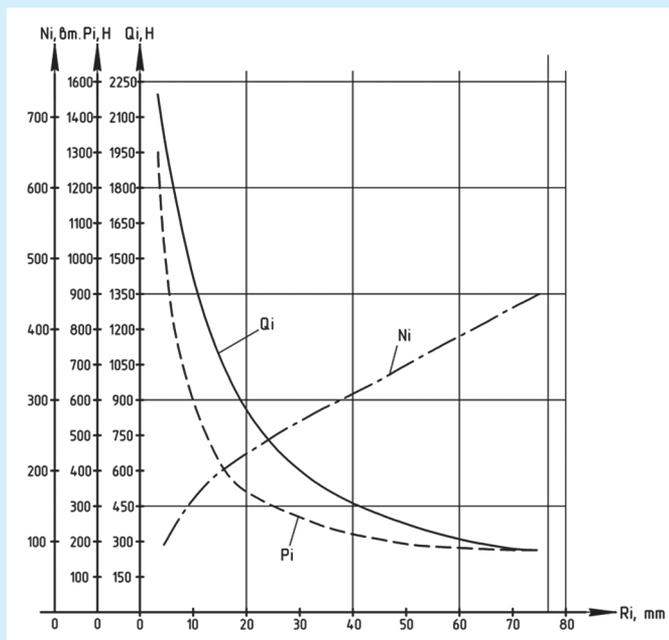


Рис. 3. Зависимость осевой нагрузки Q_i , вращающей силы P_i и мощности N_i от радиуса вращения R_i резцов, размещенных на радиальной лопасти пикобура.

Сурет 3. Q_i осьтік жүктеменің, P_i айналудың күшінің және N_i қуатының пикобурдың радиалды қалағында орналасқан R_i кескіштердің айналудың радиусынан тәуелділігі.

Figure 3. Dependences of the axial load Q_i , rotational force P_i and power N_i on the radius of rotation R_i of the cutters placed on the radial blade of the picobur.

Одним из путей решения задачи по рациональному распределению подводимой к долоту энергии является бурение опережающей скважины малого диаметра с последующим разрушением образовавшегося керна механическим или гидравлическим способом. Последняя операция будет наименее энергоемка вследствие создания дополнительной поверхности обнажения при формировании керна. Применение пикобуров такой инструкции позволит устранить осложнения при бурении, связанные с периодическим зависанием инструмента при использовании пикобуров известной традиционной конструкции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ратов Б., Федоров Б. и др. Разработка модели бурения нефтяных скважин с использованием буровых долот PDC для месторождения Узень (Республика Казахстан). // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2017. – №3/1(87). – С. 16-23. (на английском языке)
2. Назарбекова Д.К. Сравнительная оценка эффективности работы долот шарошечного и бесшарошечного типа PDC. // Сб. научных статей Международной научно-практической конференции «Инновация-2017». – Ташкент, 2017. – С. 171-175. (на русском языке)
3. Билецкий М.Т., Ратов Б.Т., Байбоз А.Р. Использование компьютерных пользовательских программ для анализа теоретических моделей разрушения горных пород при бурении скважин. // Новости науки Казахстана. – 2018. – №3. – С. 80-93. (на русском языке)

4. Dick Gislin. Технологическое сопровождение совершенствования буровых долот. // [J] Off Shore [Russia]. – 2013 (сентябрь). – №1(1). – С. 42-45. (на английском языке)
5. Трубецкой К.Н., Захаров В.Н., Викторов С.Д. и др. Разрушение горных пород взрывом при добыче полезных ископаемых. // Проблемы недропользования. – 2014. – №3. – С. 80-95. (на русском языке)
6. Zhang Y., Sun J., Jia Z. Исследование и применение бурения газовых гидратов в Китае в условиях вечной мерзлоты. // [J] Exploration Project. – 2010. – №36(S1). – P. 22-28. (на английском языке)
7. Chen C., Chen D., Feng X. Применение системы охлаждения бурового раствора для разведки гидрата газа в вечной мерзлоте. // Науковий праці ДонНТУ. Гірничо-геологічна серія. – 2011. – №14(181). – С. 97-101. (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ратов Б., Федоров Б. және т.б. Өзен кен орны үшін PDC ұңғыма ұңғыларымен мұнай ұңғыларының моделін әзірлеу (Қазақстан Республикасы). // Шығыс Еуропа озық технологиялар журналы 3/1 (87), 2017 ж. 16-23. (ағылшын тілінде)
2. Назарбекова Д.К. Шарошканы қашау жұмысының тиімділігін салыстырмалы бағалау. // Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция «Инновация-2017». – Ташкент, 2017. – Б. 171-175. (орыс тілінде)
3. Билецкий М.Т., Ратов Б.Т., Байбоз А.Р. Ұңғыларды бұрғылау кезінде тау жыныстарын бұзудың теориялық үлгілерін талдау үшін компьютерлік пайдаланушылық бағдарламаларды қолдану. // Қазақстан ғылым жаңалықтары. – 2018. – №3. – Б. 80-93. (орыс тілінде)
4. Dick Gislin. Бұрғылау қашауларын жетілдіруді технологиялық сүйемелдеу. // [J]OffShore [Russia]. – 2013 (қыркүйек). – №1(1). – Б. 42-45. (ағылшын тілінде)
5. Трубецкой К.Н., Захаров В.Н., Викторов С.Д. және т.б. Пайдалы қазбаларды қазу кезінде тау жыныстарының жарылу бұзылуы. Жер қойнауын пайдалану мәселелері. – 2014. – №3. – Б. 80-95. (орыс тілінде)
6. Zhang Y., Sun J., Jia Z. Зерттеу және қолдану үшін бұрғылау гидратты газ мәңгілік қатуы. Қытайда. // [J] Барлау жобасы. – 2010. – № 36 (S1). – Б. 22-28. (ағылшын тілінде)
7. Chen C., Chen D., Feng X. Мәңгі мұзда газ гидратын барлау үшін бұрғылау ерітіндісін салқындату жүйесін қолдану. // Ғылыми еңбектері ДонНТУ. Тау-кен және геологиялық қатарлар. – 2011. – №14(181). – Б. 97-101. (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Fedorov B., Ratov B. et al. Development of the model of petroleum well boreability with PDC bore bits for Uzen oilfield (the Republic of Kazakhstan). // East European Journal of Advanced Technology. – 2017. – №3/1(87). – P. 16-23. (in English)
2. Nazarbekova D.K. Comparative evaluation of the performance of cone and coneless bits PDC type. // Collection of scientific articles of the International scientific-practical conference «Innovation-2017». – Tashkent, 2017. – P. 171-175. (in Russian)
3. Biletsky M.T., Ratov B.T., Bayboz A.R. The use of computer user programs for the analysis of theoretical models of rock destruction during well drilling. // Kazakhstan Science News. – 2018. – №3. – P. 80-93. (in Russian)
4. Dick Gislin. Technological support for improving drill bits. // [J] Off Shore [Russia]. – 2013 (September). – №1(1). – P. 42-45. (in English)
5. Trubeckoy K.N., Zaharov V.N., Viktorov S.D. etc. Explosive destruction of rocks in the mineral resource exploitation. Problems of subsoil use. – 2014. – №3. – P. 80-95. (in Russian)
6. Zhang Y., Sun J., Jia Z. Research and Application for China Land Permafrost Gas Hydrate Drilling. // [J] Exploration Project. – 2010. – №36(S1). – P. 22-28. (in English)
7. Chen C., Chen D., Feng X. Application of Mud Cooling System for Gas Hydrate Exploration in Permafrost. // Scientific works of Don National Technical University. Mining and Geological series. – 2011. – №14(181). – P. 97-101. (in English)

Сведения об авторах:

Ратов Б.Т., д-р техн. наук, научный руководитель, главный научный сотрудник Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), профессор кафедры «Геология нефти и газа» Каспийского общественного университета, (г. Алматы, Казахстан), ratov69@mail.ru

Федоров Б.В., д-р техн. наук, главный научный сотрудник кафедры «Нефтяная инженерия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), fedorov@mail.ru

Козбакарова С.М., PhD докторант кафедры «Нефтегазовый инжиниринг» Каспийского государственного университета технологии и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан), Kozbakarova_s@akt.nis.edu.kz

Махитова З.Ш., старший преподаватель кафедры «Нефтегазовое дело» Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати (г. Тараз, Казахстан), kuatdana1@gmail.com

Авторлар туралы мәлімет:

Ратов Б.Т., техника ғылымдарының докторы, ғылыми жетекші, Коммерциялық емес акционерлік қоғамы «Қ.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» – Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан), Каспий қоғамдық университетінің «Геология және мұнай газ» кафедрасының профессоры, (Алматы қ., Қазақстан), ratov69@mail.ru

Федоров Б.В., техника ғылымдарының докторы, «Мұнай инженерия» кафедрасының бас ғылыми қызметкері Коммерциялық емес акционерлік қоғамы «Қ.И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» – Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан), fedorov@mail.ru

Козбакарова С.М., Ш. Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технология және инжиниринг университетінің «Мұнайгаз инжиниринг» кафедрасының PhD докторанты (Актау қ., Қазақстан), Kozbakarova_s@akt.nis.edu.kz

Махитова З.Ш., М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің «Мұнай-газ ісі» кафедрасының аға оқытушысы (Тараз қ., Қазақстан), kuatdana1@gmail.com

Information about the authors:

Ratov B.T., Doctor of Technical Sciences, scientific adviser, chief research associate of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), Professor at the Department «Geology and Oil of Gas» Caspian Public University, (Almaty, Kazakhstan), ratov69@mail.ru

Fedorov B.V., Doctor of Technical Sciences, Chief Scientific Researcher at the Department of Petroleum Engineering of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), fedorov@mail.ru

Kozbakarova S.M., PhD Doctoral Student at the Department of Oil and Gas Engineering of the Caspian State University of Technologies and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan), Kozbakarova_s@akt.nis.edu.kz

Mahitova Z.S., Senior Lecturer at the Department of Oil and Gas Business of the Taraz State University named after M.Kh. Dulati (Taraz, Kazakhstan), kuatdana1@gmail.com

ПОДПИСКА 2020

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

Подписной индекс 75807

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

+7 (727) 375-44-96

minmag.kz

Instagram @minmag.kz

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



Продолжение, начало статьи читайте в №5 2020 г.

Код МРНТИ 52.01.05

Б.Б. Имансакипова¹, П.А. Московчук², Г.С. Шакиева¹, Б. Кидирбаев¹

¹Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан),

²Товарищество с ограниченной ответственностью «Метропроект» (г. Алматы, Казахстан)

РАНЖИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ТРАССЫ МЕТРО ПО СТЕПЕНИ ПРОБЛЕМНОСТИ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ФАКТОРОВ РИСКА И ИХ УРОВНЕЙ

Аннотация. Для повышения эффективности мониторинга за состоянием трассы метро предлагается ранжирование участков трассы по степени проблемности на основе качественной и количественной оценки факторов риска, их уровней по комбинированному методу, сочетающему экспертный анализ и математическое моделирование возможного проявления рискованных ситуаций. Математическая модель приближена к реальным условиям залегания участка трассы метро с учетом физико-механических свойств вмещающего массива, геологического строения, конструкции, упругих и прочностных характеристик бетонной обкладки тоннеля. Это позволяет повысить эффективность, а также объективность оценки факторов риска. В основе анализа проблемности участка метро лежат принципы: сложения факторов риска через условные баллы, присваиваемые экспертами; индивидуальности – наиболее значимые факторы риска устанавливаются для каждого метрополитена индивидуально; ранжирование участков по степени проблемности осуществляется по критерию квартильно, в соответствии с тремя уровнями риска (низкий, средний, высокий), определяемых суммой баллов факторов риска участка. В результате повышается качество ситуационного контроля и прогноза рискованных ситуаций.

Ключевые слова: ранжирование, факторы риска, уровень риска, экспертная оценка, условные баллы, квартиль, моделирование, распределение, статистический анализ.

Қауіп факторларын және олардың деңгейлерін бағалаудың аралас әдісі негізінде проблемалық дәрежесі бойынша метро трассасының учаскелерін ранжирлеу

Андатпа. Метро трассасының жай-күйіне мониторингтің тиімділігін арттыру үшін тәуекел факторларын сапалық және сандық бағалау негізінде проблема дәрежесі бойынша трассаның учаскелерін және олардың деңгейлерін құрама әдіс бойынша сараптық талдау мен тәуекел жағдайының ықтимал көрінуін математикалық үлгілеуді үйестіретін саралау ұсынылады. Модель геологиялық құрылысты, сиятын массивтің физикалық-механикалық қасиеттерін, тоннельдің бетондық қабатының конструкциясын, серпінді және берік сипаттамаларын қоса алғанда, әрбір учаскенің жатуының нақты жағдайларына барынша сәйкес келетін болады. Бұл тәуекел факторларын бағалаудың тиімділігін, дұрыстығын және объективтілігін арттыруға мүмкіндік береді. Метро учаскесінің проблемасын талдаудың негізіне мынадай қағидаттар жатады: сарапшылармен берілетін шартты баллдар арқылы тәуекел факторларын қосу; даралық – тәуекелдің ең маңызды факторлары әрбір метрополитен үшін жеке белгіленеді; проблемалық дәрежесі бойынша учаскелерді саралау үш тәуекел деңгейіне сәйкес тоқсандық өлшем бойынша жүзеге асырылады: төмен, орташа, жоғары. Ранжирлеу учаскенің тәуекел факторларының баллдарының сомасымен айқындалатын критерий бойынша үш деңгейге бөле отырып, тоқсандық жүргізіледі. Нәтижесінде жағдайлық бақылау және тәуекелдік жағдайларды болжау сапасы артады.

Түйінді сөздер: ранжирлеу, тәуекел факторлары, тәуекел деңгейі, сараптамалық бағалау, шартты баллдар, квартиль, моделдеу, бөлу, статистикалық талдау.

Ranking of sections of the metro route by the degree of problems based on the combined method of assessing risk factors and their levels

Abstract. To increase the efficiency of monitoring the condition of the metro route, it is proposed to rank sections of the route according to the degree of problematicness based on a qualitative and quantitative assessment of risk factors and their levels using a combined method combining expert analysis and mathematical modeling of the possible manifestation of risk situations. The model is created as much as possible corresponding to the actual conditions of occurrence of each site, including the geological structure, physical and mechanical properties of the enclosing massif, structure, elastic and strength characteristics of the concrete lining of the tunnel. This allows you to increase the efficiency, reliability and, most importantly, the objectivity of the assessment of risk factors. The analysis of the problematic nature of the metro section is based on the following principles: addition of risk factors through conditional points assigned by experts; individuality – the most significant risk factors are established individually for each metro; ranking sites according to the degree of difficulty is carried out according to the quartile criterion, in accordance with three risk levels: low, medium, high. The ranking is carried out quartile with the division into three levels according to the criterion determined by the sum of the points of the risk factors of the site. As a result, the quality of situational control and forecasting risk situations improves.

Key words: ranking, risk factors, risk level, expert assessment, conditional points, quartile, modeling, distribution, statistical analysis, situational control.

В качестве примера практической реализации возможности и справедливости изложенных принципов комбинированный метод был использован при решении задач ранжирования трассы Алматинского метро.

Протяженность системы трех линий метрополитена составит около 45,2 км; длина действующих – 10,1 км – состоит из 9 станций, (5 из которых – глубокого заложения, остальные – мелкого) и проходит от пр. Райымбека в южном направлении под ул. Назарбаева до пр. Абая и далее по нему в западном направлении до пр. Алтынсарина (рис. 2). В настоящее время ведется строительство по подземному продлению линии метро, представляющей участок трассы второго пускового комплекса второй очереди первой линии метрополитена,

расположенной под проезжей частью проспекта Абая в западном направлении от проспекта Алтынсарина до улицы Яссауи с двумя станциями – Сарыарка и Достык.

На первом этапе на основе ретроспективного причинно-следственного анализа возникновения развития рискованных ситуаций и аварий, происходивших в течение последних пяти лет в мировой практике строительства и эксплуатации подземных линий метро, материалов, доступных в открытой печати, своего собственного мнения экспертная комиссия оценивает все возможные факторы риска применительно к Алматинскому метро.

Из составленного списка факторов риска экспертная комиссия устанавливает наиболее значимые. Для этого каждый эксперт, в соответствии с принципом Дельфи,

Таблица 1

Факторы риска и оценка их уровня на участках 1-10 линии метро

Кесте 1

Метро желісінің 1-10 учаскелеріндегі тәуекел факторлары және олардың деңгейін бағалау

Table 1

Risk factors and assessment of their level in sections 1-10 of the metro line

Факторы риска	Участки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Влияние геологического строения и физико-механических свойств пород и грунтов	4	4	2	2	2	2	4	4	3	2	
Эксплуатационные риски	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Проявления горного давления	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	
Пересечение и соседство с транспортными коммуникациями	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Нагрузка от наземных зданий и сооружений	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	
Сейсмическая опасность	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	
Деформация земной поверхности, наземных зданий и сооружений (результаты моделирования)	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	
Суммарный балл	средний	19	19	17	17	17	17	24	24	18	17
	полный	133	133	119	119	119	119	168	168	126	119

независимо оценивает уровень факторов риска списка по 10-бальной шкале. Наиболее значимым является риск, имеющий средний оценочный балл экспертной комиссии не менее пяти. К наиболее значимым добавляется фактор риска деформации земной поверхности по результатам моделирования.

Перед ранжированием эксперты независимо оценивают наиболее значимые факторы риска каждого участка в условных баллах, заносая результаты в таблицу. Пример экспертной оценки фрагмента трассы Алматинского метро с 1 по 10 участок приведен в табл. 1.

В соответствии с принципом сложения факторов риска через условные баллы в качестве критерия берется сумма баллов (средних баллов) экспертной оценки факторов риска, определяемая следующим образом.

Сумма баллов экспертной оценки факторов риска участка R_k равна:

$$R_k = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n R_{ijk} \quad (2)$$

Соответственно, сумма средних баллов \bar{R}_k , по определению:

$$\bar{R}_k = 1/n \times \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n R_{ijk} \quad (3)$$

где i, j – порядковые номера, соответственно, фактора риска и члена экспертной комиссии;

m – количество наиболее значимых факторов риска;

n – число членов экспертной комиссии.

Экспертная оценка факторов риска в условных баллах для трассы Алматинского метро проводилась комиссией в составе 7 человек ($n = 7$). Оценка велась по семи наиболее значимым факторам риска ($m = 7$). В соответствии с принципом эквивалентности трасса метро ранжировалась по 37 участкам одинаковой протяженности (300 м) с нумерацией k от 1 до 37. Численные значения суммы баллов (средних и полных) приведены в табл. 1. На рис. 3 приведена гистограмма распределения суммарных средних баллов по всем 37 участкам трассы; на рис. 4 – гистограмма количественного распределения участков с одинаковыми

суммарными баллами. В соответствии с принципом индивидуальности метода экспертная комиссия устанавливает численное значение граничных критериев (суммарных баллов) табл. 2, 3. Ранжирование участков метро по степени проблемности проводилось по оценочным баллам экспертной оценки факторов риска (табл. 4) квартильно делением на три уровня в соответствии с граничными критериями (табл. 2, 3).

Таблица 2

Суммарный уровень риска в баллах

Кесте 2

Баллдағы тәуекелдің жиынтық деңгейі

Table 2

Total risk level in points

Суммарный уровень риска в баллах			
Квартиль	%	Граничные баллы	Уровень опасности
1	0-25	0-70	Низкий
2	26-50	71-140	
3	51-75	141-210	Повышенный
4	76-100	>	Высокий

Таблица 3

Суммарный риск в средних баллах

Кесте 3

Орташа баллдағы жиынтық тәуекел

Table 3

Total risk in average points

Суммарный риск в средних баллах			
Квартиль	%	Граничные баллы	Уровни опасности
1	0-25	0-10	Низкий
2	26-50	11-20	
3	51-75	21-30	Повышенный
4	76-100	>	Высокий

Таблица 4

Ранжирование участков Алматинского метро по уровням риска (пример, с 1 по 10)

Кесте 4

Алматы метросының учаскелерін тәуекел деңгейі бойынша саралау (мысалы, 1-10-ге дейін)

Table 4

Ranking of Almaty metro sections by risk levels (example, from 1 to 10)

Номер участка	Количество рисков по уровню			Суммарный балл факторов риска		Качественный уровень риска
	высокий	повышенный	низкий	общий	средний	
1		2	5	133	19	повышенный
2		2	5	133	19	повышенный
3		1	6	119	17	низкий
4		1	6	119	17	низкий
5		1	6	119	17	низкий
6		1	6	119	17	низкий
7	1	3	3	168	24	высокий
8	1	3	3	168	24	высокий
9		1	6	126	18	низкий
10		1	6	119	17	низкий

В табл. 4 в качестве примера приведены результаты ранжирования фрагмента трассы метро с 1 по 10 участка на основе количественной оценки факторов риска в условных баллах с переводом в качественный показатель по системе «светофор». Согласно принципу наихудшего сценария четырем участкам трассы экспертным решением изменен статус уровня опасности. Участки №7 и №8 переведены из повышенного уровня риска в высокий, №1 и №2 – из низкого уровня риска в повышенный.

Обсуждение результатов

В соответствии с предлагаемым методом при ранжировании участков трассы метро по степени проблемности были выделены два участка высокого уровня риска общей длиной 600 м (5,4% от общей протяженности трассы метро) с предписанием организации на них непрерывного мониторинга; среднего – два участка (600 м, 5,4%) с рекомендацией повышенного уровня мониторинга; низкого – 33 участка (9,9 км, 89,2%) – плановый мониторинг. Результаты подтверждают успешность решения задачи по повышению эффективности мониторинга за состоянием трассы метро комплексным методом, позволяющим

фокусировать его возможности на выделенных в ранжировании участках с высоким уровнем риска. Это значительно повышает надежность ситуационного контроля и достоверность прогноза рискованных ситуаций.

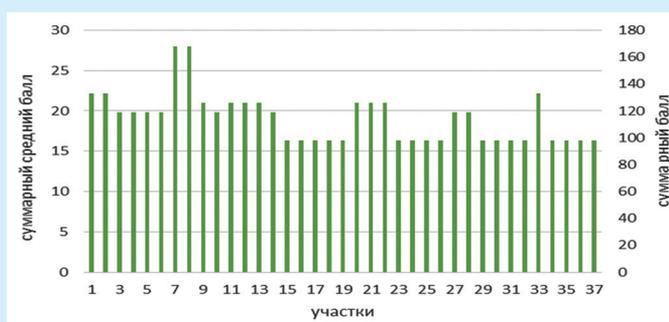


Рис. 3. Распределение суммарных средних баллов по участкам.

Сурет 3. Учаскелер бойынша жиынтық орташа баллдарды бөлу.

Figure 3. Distribution of total average points by section.

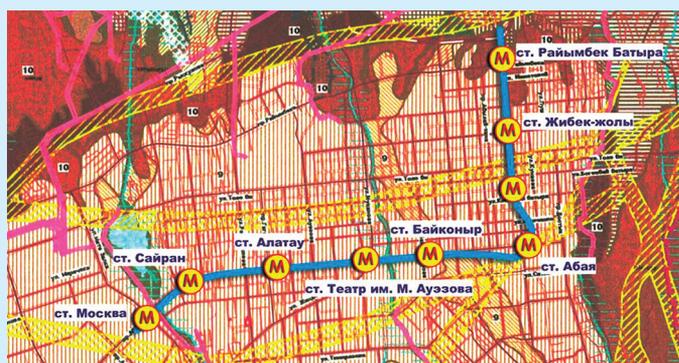


Рис. 2. Схема действующей линии Алматинского метрополитена.

Сурет 2. Алматы метрополитенінің қолданыстағы желісінің сызбасы.

Figure 2. Map of the current line of the Almaty metropolitan.



Рис. 4. Количественное распределение участков по одинаковым суммам баллов.

Сурет 4. Бірдей балл сомасы бойынша учаскелерді сандық бөлу.

Figure 4. Quantitative distribution of plots by the same amount of points.

Заклучение

Предлагаемый комплексный метод ранжирования участков трассы метро по степени проблемности на основе совместного использования возможности экспертного анализа и моделирования рисков ситуаций показал по результатам практического применения на примере Алматинского метро успешность решения задачи повышения эффективности мониторинга за его состоянием и принят к внедрению

(акт внедрения №12/01 от 16.09.2019 г.). Вместе с тем, надежность ситуационного контроля и достоверность прогноза, как показал метод, значительно повышаются с использованием физического и математического моделирования. Для этого желательно охватывать моделированием все наиболее значимые факторы риска. Принципы, заложенные в методе, могут быть использованы при любом подземном строительстве, эксплуатации наземных и подземных сооружений.

Сведения об авторах:

Имансакипова Б.Б., доктор PhD, заведующая кафедрой «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), *b.imansakipova@satbayev.university*

Московчук П.А., канд. техн. наук, руководитель проектного отдела Товарищества с ограниченной ответственностью «Метропроект» (г. Алматы, Казахстан), *kzmetro@mail.ru*

Шакиева Г.С., PhD докторант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева» – Satbayev University (г. Алматы, Казахстан), *g.shakiyeva@satbayev.university*

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

Авторлар туралы мәлімет:

Имансакипова Б.Б., PhD докторы, «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының меңгерушісі (Алматы қ., Қазақстан), *b.imansakipova@satbayev.university*

Московчук П.А., техника ғылымдарының кандидаты, жобалау бөлімінің басшысы «Метропроект» Жауапкершілігі шектеулі серіктестігі (Алматы қ., Қазақстан), *kzmetro@mail.ru*

Шәкиева Г.С., «Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» Коммерциялық емес акционерлік қоғамының – Satbayev University «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының PhD докторанты (Алматы қ., Қазақстан), *g.shakiyeva@satbayev.university*

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

Information about the authors:

Imansakipova B.B., PhD, Head at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), *b.imansakipova@satbayev.university*

Moskovchuk P.A., Candidate of Technical Sciences, Head of the Project Department of the Limited Liability Partnership «Metroproject» (Almaty, Kazakhstan), *kzmetro@mail.ru*

Shakiyeva G.S., PhD Student at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), *g.shakiyeva@satbayev.university*

Kidirbaev B., PhD Student at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Noncommercial Joint-Stock Company «Kazakh National Research University after K.I. Satbayev» – Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), *kid_pochta@mail.ru*

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

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

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

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

Дополнительные рубрики:

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

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

- набор статьи производится шрифтом Times New Roman 12 с полуторным интервалом;
- общий объем статьи, включая рисунки, таблицы, метадаанные не должен превышать 8 печатных страниц;
- статьи (за исключением обзоров), должны содержать новые научные результаты;
- статья должна соответствовать тематике (см. п. 1), научному уровню журнала;
- статья должна быть оформлена в полном соответствии с требованиями, отраженными в п. 3;
- статья может быть представлена на казахском, русском или английском языке;
- в редакцию представляется окончательный, тщательно выверенный вариант статьи, исключающий необходимость постоянных доработок текста на этапах издательского процесса;
- перед отправкой статьи в редакцию журнала авторам необходимо проверить текст на предмет отсутствия плагиата с помощью специальной программы (например, www.text.ru);
- необходимо указать одно из научных направлений, которому в наибольшей степени соответствует тематика статьи.

3. Структура статьи должна содержать следующие разделы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

К статье прилагаются сведения на английском языке:

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

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

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

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

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

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

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

4. Условия приобретения журналов авторами.

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



КАЗАХСТАН
2020

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

10-12 ноября 2020
Нур-Султан, Казахстан

minexkazakhstan.com



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

МОСКВА – РОССИЯ

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

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

НУР-СУЛТАН – КАЗАХСТАН

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

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

ЛОНДОН – ВЕЛИКОБРИТАНИЯ

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

+44 1923 822 861
uk@minexforum.com