

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КЕКУРА

А.В. Сахнов,

*Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет),
г. Владикавказ, Россия;*

В.И. Голик,

*Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет),
г. Владикавказ, Россия,*

Московский политехнический университет, г. Москва, Россия

Аннотация: В статье приведены результаты исследований вариантов выбора технологий разработки месторождения Кекура, расположенного в сложных для эксплуатации условиях. Установлено, что месторождение относится к группе сложноструктурных и может быть отработано при комбинировании традиционной системы разработки с заполнением выработанного пространства твердеющими смесями с новой системой подземного блокового выщелачивания. Определено, что руды месторождения по большинству квалификационных требований отвечают условиям природо- и ресурсосберегающей технологии выщелачивания металлов из скальных руд. Показано, что исследование феномена выщелачивания металлов из руд и детализация методов их осуществления является пока еще малоиспользуемым резервом упрочнения сырьевой базы горных и перерабатывающих предприятий за счет вовлечения в производство всех запасов месторождения радикального уменьшения теряемых на всех переделах руд и содержащихся в них металлов. Выявлено, что при проектировании технологии освоения запасов месторождения может быть использован многолетний опыт выщелачивания золота, урана, цинка, меди и других металлов в подземных блоках. Результаты исследований могут быть полезными при доработке уже эксплуатируемых и освоении новых месторождений, преимущественно, цветных металлов на предприятиях добывающих отраслей.

Ключевые слова: технология, месторождение, комбинирование, подземное выщелачивание, металл, руда, потери.

ALTERNATIVE UNDERGROUND MINING TECHNOLOGY KEKURA DEPOSITS

A.V. Sakhnov,

North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz, Russia;

V.I. Golik,

*North Caucasus Mining and Metallurgical Institute (State Technological University), Vladikavkaz, Russia,
Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia*

Abstract: The article presents the results of research on the options for choosing technologies for the development of the Kekura deposit, located in difficult operating conditions. It has been established that the deposit belongs to the group of complex structures and can be worked out by combining a traditional development system with filling the worked-out space with hardening mixtures with a new underground block leaching system. It is determined that the ores of the deposit meet the conditions of natural and resource-saving technology of leaching metals from rock ores according to most qualification requirements. It is shown that the study of the phenomenon of leaching metals from ores and detailing the methods of their implementation is still a little-used reserve for strengthening the raw material base of mining and processing enterprises due to the involvement in the production of all reserves of the deposit to radically reduce the ores and metals contained in them lost at all stages. It is revealed that when designing the technology for the development of reserves of the deposit, many years of experience in leaching gold, uranium, zinc, copper and other metals in underground blocks can be used. The results of the research can be useful in the refinement of already exploited and the development of new deposits, mainly of non-ferrous metals at enterprises of the extractive industries.

Keywords: technology, deposit, combination, underground leaching, metal, ore, losses.

Чтобы обеспечить существование на рынке металлов, горнодобывающие предприятия ищут резервы повышения качества использования запасов, в том числе, недоступных для традиционных технологий [1-3].

Более трех четвертей запасов Российского золота находится в регионах Сибири и Дальнего Востока. Со второй по-

ловины XVIII века Россия является одним из лидеров среди производителей золота, занимая в настоящее время третье место в мире по объему золотых запасов.

Основные месторождения золота сформировались на орогенной стадии развития геосинклиналей и связаны с гипабиссальными комплексами мелких интрузий и даек

и вулканогенно-интрузивными комплексами. Они отличаются разнообразием форм, размерами и глубиной их залегания, что определяет разнообразие технологий разработки.

Мощные месторождения руд с различающимися свойствами руд и рудовмещающих массивов разрабатывают, комбинируя системы разработки. Наиболее распространен вариант отработки камерами и целиками, вынимаемыми одновременно или в последующем, реже оставляемыми. Часть золота добывают попутно из руд не только золотых, но и других металлов, особенно из медных и свинцово-цинковых руд.

В границах рудных месторождений есть участки, где использование традиционных технологий перестает быть прибыльным, а новые технологии требуют доводки. Стремление максимально использовать возможности технологий добычи руды привело к развитию направления комбинированной разработки месторождений [4-7].

Цель исследований: детализация технологий разработки, сочетающих традиционные технологии с новыми технологиями выщелачивания [8-10].

Объект исследований. Рассматриваемое золоторудное месторождение размерами 1 км в длину и 200 м в ширину с перепадом высот до 350 м находится на территории Стадухинского рудно-россыпного района и локализовано в пределах Каральвимского рудного узла, включающего в себя более 50 золотоносных тел (рис. 1).

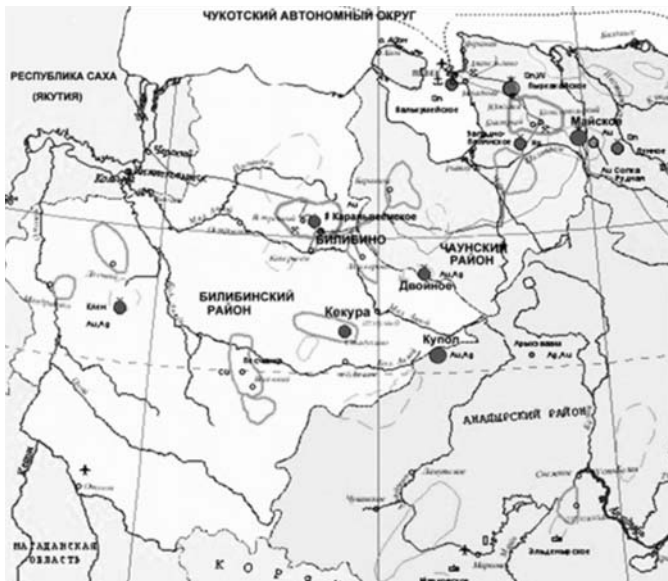


Рис. 1. Месторождение Кекура. / Fig.1. Kekura deposit on the map.

Основной компонентой руд является кварц (75...95%), присутствуют карбонат, серицит и полевой шпат. Сульфидов, среди которых преобладают пирит и арсенопирит, не более 5%. Среднее содержание золота в рудах 9 г/т. Соотношение золота и основной примеси — серебра в руде колеблется в пределах 4:1...8:1.

Рудный узел контролируется диорит-монцодиорит-гранодиоритовым интрузивом, пронизывающим терригенные толщи нижнего триаса. Вмещающие породы представлены роговиково-биотитовыми гранодиоритами с переходом в тоналиты и диориты-монцодиориты. Гранодиориты имеют

средне-мелкозернистую структуру и состоят из плагиоклаза, полевого шпата, кварца, биотита и роговой обманки. Метасоматические изменения представлены березитизацией.

Длина пологопадающих жильных зон составляет 100-400 м, толщина отдельных жил достигает 5 м. Золото распределено в противоположность, рудные тела очерчены путем отбора проб. Среднее содержание в рудных телах составляет десятки и сотни г/т. Сходящиеся рудные тела образуют месторождения. Жилы состоят из кварца с включениями самородного золота. До 92 % золота находится в свободной форме, 6 % — в открытых сростаниях с сульфидами. Балансовые запасы месторождения золота составляют 46 тонн при среднем содержании 17 г/т.

Подземная разработка месторождений жильного золота характеризуется повышенной трудоемкостью, небольшие размеры разрабатываемого пространства не позволяют использовать оборудование, поэтому показатели добычи уступают показателям по добыче других ресурсов [11-13].

Увеличение конъюнктуры золота привело к развитию направлений прогресса в технологиях его добычи, в том числе:

- ✦ переработка бедных и трудно-обогащаемых руд;
- ✦ участие в эксплуатации забалансовых резервов;
- ✦ возобновление эксплуатации законсервированных мощностей;
- ✦ утилизация отходов добычи и переработки полезных ископаемых [14-16].

Современные технологии выщелачивания позволяют экономически эффективно перерабатывать отходы с содержанием золота 1,0...0,3 г/т [17-18].

В мировой практике наметилась устойчивая тенденция перехода технологий производства золота от традиционных технологий с обогащением руды на заводах к физико-химическим технологиям. Разрабатываются новые подходы к обогащению трудно-извлекаемых руд со связыванием золота в сульфидах и распространением мелкодисперсного золота. Подземное и кучное выщелачивание металлов из ранее некондиционных стойких сульфидных руд становится резервом для увеличения добычи золота. Проблема совершенствования технологий разработки месторождений полезных ископаемых смыкается с глобальной проблемой сохранения окружающей среды [19-22].

Методы исследования

Процессы выщелачивания золота исследовали комплексным методом, включающим обобщение, систематизацию и критический анализ опыта применения. Качество дробления руды исследовали методом фотопланиметрии с расчетом пригодных для выщелачивания классов крупности. Параметры технологии уточняли путем моделирования полученных экспериментально данных.

Полученные результаты

Качество добычи металлов из руд в подземных блоках зависит от полноты использования геомеханических факторов. Уменьшение разубоживания руд породами позволяет извлекать запасы с меньшим содержанием, а уменьшение потерь ценной руды увеличивает прибыль. Для технологий с закладкой выработанного пространства критерием эффективности является стоимость твердеющих смесей с заданными технологическими характеристиками.

Для технологий с открытым выработанным пространством основным критерием эффективности является воз-

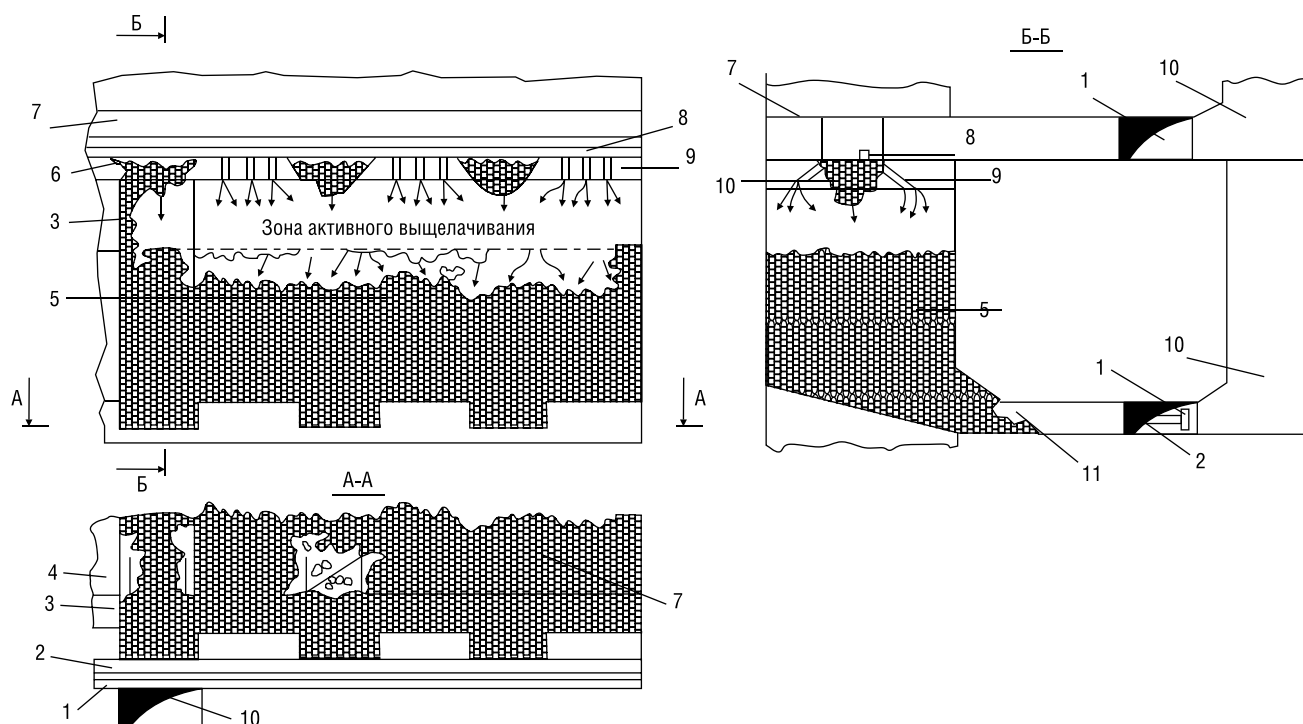


Рис. 2. Блок подземного выщелачивания металлов:

1 - этажные штреки; 2 - приемник растворов; 3 - отрезная щель; 4 - отрезной восстающий; 5 - руда; 6 - рудоспуски; 7 - верхний штрек; 8 - трубопровод для подачи раствора; 9 - скважины для подачи раствора; 10 - восстающие; 11 - выпускные выработки. /

Fig. 2. The block of underground leaching of metals:

1-storey drifts; 2-the receiver of the solution; 3-the cut-off gap; 4-the cut-off rising; 5- ore; 6-ore outlets; 7-the upper drift; 8-the pipeline for the supply of solution; 9 - wells for the supply of solution; 10-rising; 11- graduation developments.

можность формирования несущих конструкций в горных породах. При добыче руд с обрушением горных пород основную роль играет управляемость процесса обрушения с минимизацией потерь и разубоживания. Комбинированные технологии основаны на компромиссе применяемых технологий.

Технологии с подземным выщелачиванием с позиций геомеханики являются аналогами технологий с закладкой твердеющими смесями, позволяя управлять напряжениями в массиве пород (рис. 2).

Относительно легко вскрываются: уран, медь, цинк, золото. Так, золото извлекается из бедных и забалансовых руд с содержанием 1,2-0,6 г/т и хвостов обогащения руды с содержанием 0,6-0,3 г/т.

Механизм извлечения металлов в раствор приведен на рис. 3.

Системы подземного выщелачивания обладают следующими особенностями:

- ✧ подготовительные и нарезные работы включают проходку специальных ирригационных и дренажных выработок;
- ✧ решающим фактором эффективности является качество дробления руды. При выщелачивании количество фракции +200 мм должно быть сведено к минимуму;
- ✧ важным аспектом является равномерность уплотнения руды, хранящейся в блоке.

При выщелачивании возникает необходимость интенсификации процесса путем воздействия физическими, химическими и иными методами.

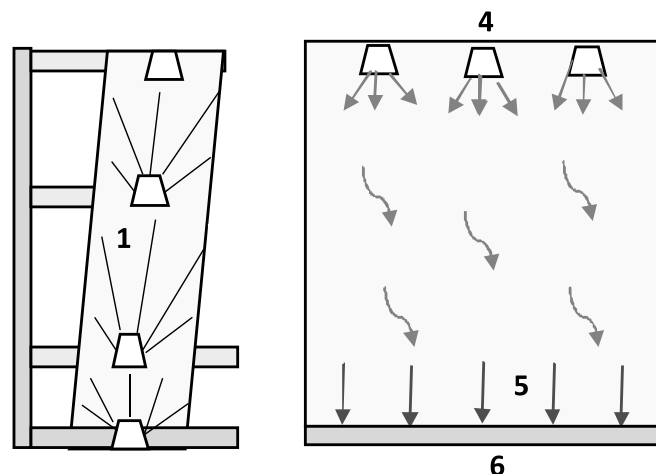


Рис. 3. Механизм выщелачивания руды:

А - подготовка блока и отбойка руды; Б - движение реагентов; 1 - руда; 2 - подготовительные выработки; 3 - взрывные скважины; 4 - подача выщелачивающих растворов; 5 - сбор продукционных растворов. /

Fig. 3. Ore leaching mechanism:

А - block preparation and ore stripping; Б - reagent movement; 1- ore; 2- preparatory workings; 3 - blast wells; 4 - supply of leaching solutions; 5 - collection of production solutions.

Экспериментальный блок на месторождении Восток (Северный Казахстан) обрабатывали выщелачиванием в породах крепостью 4-6 по проф. М.М. Протодыяконову после выемки верхней части месторождения с обрушением (рис. 4).

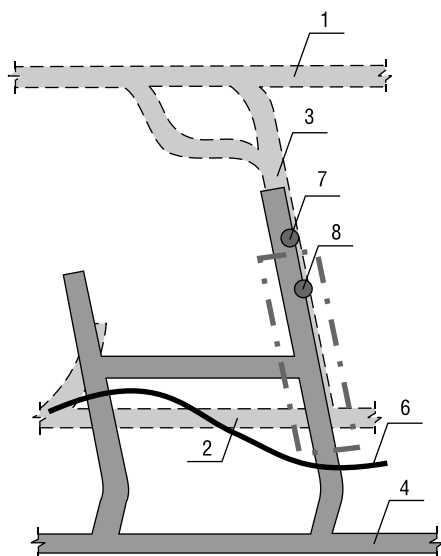


Рис. 4. Блок подземного выщелачивания:

1, 2 - штреки; 3 - орт А; 4 - орт Б; 5 - граница рудного тела; 6 - разлом; 7 - отрезной восстающий; 8 - дучка; 9 - монтажный слой; 10 - подсечной слой; 11 - скважина для подачи растворов; 12 - взрывные скважины. /

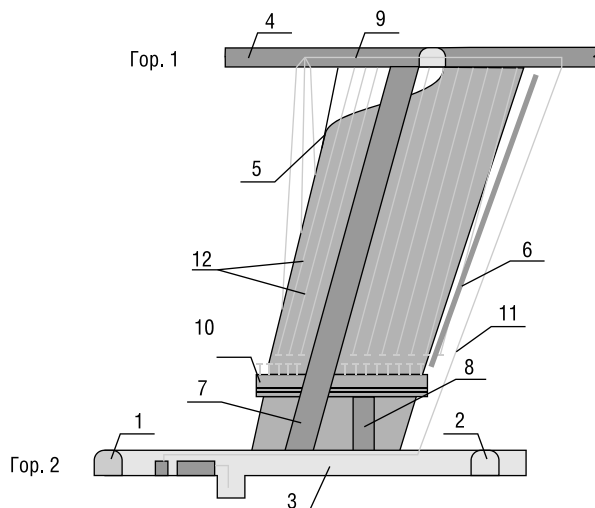


Fig. 3. Underground leaching block:

1, 2 - drifts; 3 - орт А; 4 - орт Б; 5 - ore body boundary; 6 - fault; 7 - cut-off rising; 8 - duckling; 9 - mounting layer; 10 - subsurface layer; 11 - well for feeding solutions; 12 - blast wells.

Скважины для отбойки и дробления руд и орошения бурили из верхней подсечки блока. По площади днища блока укладывалась гидроизолирующая пленка, защищаемая деревянным настилом и рудной подушкой. Размеры блока составили, м: длина 23...27, ширина — 5. высота — 28.

Трудоемкость системы показателем снизилась в два раза, доля нарезных работ — в 3 раза, а эффективность горно-подготовительных работ повысилась в 2,5 раза.

Руды месторождения «Быкогорское» выщелачивали после отработки балансовых запасов с закладкой пустот породой и забалансовой рудой. Новая технология позволила сохранить уровень добычи металлов, несмотря на снижение их содержания в руде более чем в пять раз. Объем подготовительно-нарезных работ был уменьшен, производительность труда увеличена в разы, осуществлена бесцеликовая отработка рудных тел, улучшены санитарно-гигиенические условия труда.

Руды Стрельцовских месторождений выщелачивают с восьмидесятых годов прошлого века с доведением доли комбинированных технологий до 30 %. Богатые руды вынимают с закладкой пустот твердеющими смесями, рядовые руды выщелачивают в кучах, а бедные руды выщелачивают в подземных блоках.

Обсуждение результатов исследований

Блоки подземного выщелачивания длиной до 150 м, шириной до 40 м и высотой, равной высоте этажа подготавливают восстающими и подэтажными выработками. Руду отбивают на отрезную щель и частично выпускают для создания компенсационного пространства. Над блоком оборудуют оросительный горизонт, с которого бурятся оросительные скважины, а в днище камеры оборудуют зумпф для улавливания продукционных растворов.

Выщелачивание руды в фильтрационно-динамическом режиме прекращается при снижении концентрации металла до установленного предела. В течение 4 суток блок промыва-

ют маточниками сорбции, после чего блок заполняется водой и выстаивается 15...20 сут. Коэффициент извлечения при подземном выщелачивании достигает 88 %.

Возможностям технологий с выщелачиванием металлов максимально отвечают руды большинство цветных металлов. Технологии с выщелачиванием отвечают требованию извлечения всех металлов из комплексных руд, без чего использование хвостов переработки экологически и экономически некорректно.

Системы подземного выщелачивания технологически вскрываемых руд ориентируются на бесцеликовую выемку запасов с отбойкой, учитывающую характер оруденения и структурные особенности месторождений при геометризации рудных тел.

Руды рассматриваемого месторождений по подавляющему количеству классификационных признаков отвечают требованиям к сырью для выщелачивания.

Предлагаемая типизация позволяет оценивать пригодность золотосодержащих руд к выщелачиванию (табл. 1).

Проблемы охраны недр при подземном выщелачивании металлов включают в себя:

- ✦ предупреждение разубоживания богатых руд породами материалом твердеющих смесей;
- ✦ использование хвостов блокового выщелачивания для управления геомеханикой массива;
- ✦ извлечение металлов их продуктов выщелачивания руд гидрометаллургической переработкой.

Экономическая эффективность отработки запасов месторождения выщелачиванием описывается моделью:

Эффективность комбинированных технологий целесообразно оценивать не только по разнице между стоимостью металлов и затратами на их производство, но и по уменьшению прибыли на величину стоимости не извлеченных металлов.

Таблица 1 / Table 1

Оценка пригодности к выщелачиванию / Assessment of suitability for leaching.

Признаки / Signs	Пригодность / Fitness		
	Высокая / High	Средняя / Average	Низкая / Low
Тип руд / Type of ores	Окисленные / Oxidized	-	-
Минерализация / Mineralization	Прожилковая / Streaked	-	-
Форма нахождения / Location form	Свободная / Free	-	-
Образования на поверхности / Formations on the surface	-	Присутствуют / Present	-
Содержание / Content	Более 1,5 г/т / More than 1.5 g/t	-	-
Наличие вредных примесей / Presence of harmful impurities	-	Незначительное / Insignificant	-
Эффективная пористость / Effective porosity	20% диаметра более 0,009 мм / 20% of the diameter of more than 0.009 mm	-	-
Крупность руд / Size of ores	Более 60% фракций - 25 мм / More than 60% of fractions - 25 mm	-	-
Фильтрационные свойства / Filtration properties	0,1-0,2 м/с / 0.1-0.2 m/s	-	-
Состояние руд / State of ores	Текущие / Current	-	-
Запасы сырья / Raw material stocks	Более 10 лет / More than 10 years	-	-
Климатические условия / Climatic conditions	-	-	С обогревом / With heating

Выводы

Показатели эффективности выщелачивания полезных компонентов из руд зависят от степени дробления и плотности размещения горной массы в блоках подземного выщелачивания.

Исследование аспектов выщелачивания и разработка научных основ и способов их осуществления являются важней-

шей задачей, от решения которой зависит ресурсная безопасность России.

Комбинирование традиционных технологий разработки с технологиями выщелачивания металлов является резервом укрепления сырьевой базы и оздоровления экономики горных предприятий за счет вовлечения в производство некондиционных запасов. ■

ЛИТЕРАТУРА

- Голик В.И., Качурин Н.М., Стась Г.В., Лискова М.Ю. К природо- и ресурсосберегающим технологиям подземной разработки месторождений сложной структуры // Безопасность труда в промышленности. 2022. № 9. С. 22-27.
- Абрамкин Н.И., Захарова Р.А., Абрамкина А.Н. Методологические основы технологического и экономического мониторинга горнотехнических систем // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2012. № 2. С. 276-282.
- Dominguez Maria S.K., Baptista Adelina L.F., Diogo Miguel Tato. Design of complex systems used for risk management in the mining industry // International Journal of Mining Science and Technology. 2017, Volume 27. pp. 611-616.
- Бунин И. Ж., Рязанцева М. В., Самусев А. Л., Хабарова И. А. Теория и практика применения комбинированных физико-химических и энергетических воздействий на геоматериалы и водные суспензии // Горный журнал. 2017. №11. С.134-139.
- Душин А.В., Валиев Н.Г., Лагунова Ю.А., Шорин А.Г. Уральский горный и московский горный: взаимодействие вузов // Горный журнал. 2018. № 4. С. 4-10.
- Espinoza R.D., Rojo J. Towards sustainable mining (Part I): Valuing investment opportunities in the mining sector // Resources Policy. 2017. Vol. 52. pp. 7-18.
- Ляшенко В. И. Природоохранные технологии освоения сложноструктурных месторождений полезных ископаемых // Маркшейдерский вестник. 2015. № 1. С. 10-15.
- Габараев О.З., Дедегкаева Н.Т., Габараев Г.О. Технология отработки вольфрамово-молибденовых руд слепой залежи Тырнаузского месторождения // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2022. № 1. С. 92-102.
- Технический проект разработки месторождения Кекура. Забайкалзолотопроект. СРО АСП Союз «Проекты Сибири». рег. № СРО-П-009-05062009. Чита.2021.
- Валиев Н. Г., Беркович В. Х., Пропп В. Д., Кокарев К. В. Проблемы отработки предохранительных целиков при эксплуатации рудных месторождений // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2018. № 2. С. 4-9.
- Gasho E.G., Gasho I.A. Economics and ecology symbiosis: transition to principles of Best Available Techniques // Journal of physics: conference series. 2018. pp. 22 -24.
- Валиев Н.Г., Пропп В.Д., Вандышев А.М. Кафедре горного дела УГГУ - 100 лет // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2020. № 8. С. 130-143.
- Клюев Р.В., Босиков И.И., Майер А.В. Комплексный анализ генетических особенностей минерального вещества и технологических свойств полезных компонентов Джезказганского месторождения // Устойчивое развитие горных территорий. 2019. Т. 11. № 3 (41). С. 321-330.

14. Doifod S. K., Matani A. G. Effective technologies of industrial waste disposal on the way to a cleaner environment // International Journal of Chemical and Physical Sciences. 2015. Volume 4. Special Issue. NCSC. pp. 536-540.
15. Комащенко В. И. Эколого-экономическая целесообразность утилизации горнопромышленных отходов с целью их переработки // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2015. № 4. С. 23-30.
16. Feng X.-T. Rock mechanics and engineering. Vol. 4: Excavation, Support and Monitoring. 1st edition. - CRC Press. Taylor & Francis Group. - 2017. - 726 p.
17. Голик В.И., Маринин М.А. Практика подземного выщелачивания урана в блоках // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2022. № 6-1. С. 5-20.
18. Голик В.И., Габараев О.З., Разоренов Ю.И., Масленников С.А. Исследование процессов выщелачивания металлов из хвостов обогащения руд // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2022. Т. 65. № 7. С. 511-518.
19. Геомеханические и аэрогазодинамические последствия подработки территорий горных отводов шахт Восточного Донбасса / Н.М. Качурин, Г.В. Стась, Т.В. Корчагина, М.В. Змеев // Известия Тульского государственного университета. Сер. Науки о Земле. Вып. 1. 2017. С. 170-182.
20. Земсков А.Н., Лискова М.Ю., Шарипзянова Г.Х. Закономерности изменения газодинамической и геомеханической обстановки на калийных рудниках // Устойчивое развитие горных территорий. 2021. Т. 13. № 3 (49). С. 426-432.
21. Петров Ю.С., Хадзарогова Е.А., Соколов А.А., Шарипзянова Г.Х., Таскин А.В. Основные принципы получения, передачи и хранения информации о параметрах техногенного цикла горно-металлургического предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2020. № 11-1. С. 178-188.
22. Пространственно-временные задачи геоэкологии — междисциплинарный подход / В.С. Бригида, Х.Х. Кожиев, А.А. Сарян, А.К. Джигоева // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2020. № 4. С. 20-32.

REFERENCES

1. Golik V.I., Kachurin N.M., Stas G.V., Liskova M.Yu. To natural and resource-saving technologies of underground mining of deposits of complex structure // Labor safety in industry. 2022. No. 9. pp. 22-27.
2. Abramkin N.I., Zakharova R.A., Abramkina A.N. Methodological foundations of technological and economic monitoring of mining systems // Proceedings of the Tula State University. Earth sciences. 2012. No. 2. pp. 276-282.
3. Dominguez Maria S.K., Baptista Adelina L.F., Diogo Miguel Tato. Design of complex systems used for risk management in the mining industry // International Journal of Mining Science and Technology. 2017, Volume 27. pp. 611-616.
4. Bunin I. Zh., Ryazantseva M. V., Samusev A. L., Khabarova I. A. Theory and practice of combined physico-chemical and energy effects on geomaterials and aqueous suspensions // Mining Journal. 2017. No. 11. pp.134-139.
5. Dushin A.V., Valiev N.G., Lagunova Yu.A., Shorin A.G. Uralsky gorny and Moskovsky gorny: interaction of universities // Gorny Journal. 2018. No. 4. pp. 4-10.
6. Espinoza R.D., Rojo J. Towards sustainable mining (Part I): Valuing investment opportunities in the mining sector // Resources Policy. 2017. Vol. 52. pp. 7-18.
7. Lyashenko V. I. Environmental technologies of development of complex-structured mineral deposits // Surveying Bulletin. 2015. № 1. С. 10-15.
8. Gabaraev O.Z., Dedegkaeva N.T., Gabaraev G.O. Technology of processing tungsten-molybdenum ores of the blind deposit of the Tyrnauz deposit // News of higher educational institutions. Mining Journal. 2022. No. 1. pp. 92-102.
9. Technical project for the development of the Kekura deposit. Zabaikalzolotoproekt. SRO ASP Union «Projects of Siberia». reg. No. SRO-P-009-05062009. Cheat.2021.
10. Valiev N. G., Berkovich V. Kh., Propp V. D., Kokarev K. V. Problems of working off of protective targets during the exploitation of ore deposits // News of higher educational institutions. Mining magazine. 2018. No. 2. pp. 4-9.
11. Gasho E.G., Gasho I.A. Economics and ecology symbiosis: transition to principles of Best Available Techniques // Journal of physics: conference series. 2018. pp. 22 -24.
12. Valiev N.G., Propp V.D., Vandyshev A.M. The Department of Mining of UGSU - 100 years // The institutions of higher education. Mining magazine. 2020. No. 8. pp. 130-143.
13. Klyuev R.V., Bosikov I.I., Mayer A.V. Complex analysis of genetic features of mineral matter and technological properties of useful components of the Dzhetskazganskoye deposit // Sustainable development of mountain territories. 2019. vol. 11. No. 3 (41). pp. 321-330.
14. Doifod S. K., Matani A. G. Effective technologies of industrial waste disposal on the way to a cleaner environment // International Journal of Chemical and Physical Sciences. 2015. Volume 4. Special Issue. NCSC. pp. 536-540.
15. Komashchenko V. I. Ecological and economic feasibility of utilization of mining waste for the purpose of their processing // Izvestiya Tula State University. Earth sciences. 2015. No. 4. pp. 23-30.
16. Feng X.-T. Rock mechanics and engineering. Vol. 4: Excavation, Support and Monitoring. 1st edition. - CRC Press. Taylor & Francis Group. - 2017. - 726 p.
17. Golik V.I., Marinin M.A. The practice of underground leaching of uranium in blocks // Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2022. No. 6-1. pp. 5-20.
18. Golik V.I., Gabaraev O.Z., Razorenov Yu.I., Maslennikov S.A. Investigation of metal leaching processes from ore dressing tailings // Izvestia of higher educational institutions. Ferrous metallurgy. 2022. Vol. 65. No. 7. pp. 511-518.
19. Geomechanical and aerogasodynamic consequences of mining the territories of the mining branches of the mines of Eastern Donbass / N.M. Kachurin, G.V. Stas, T.V. Korchagina, M.V. Zmееv // Izvestiya Tula State University. Ser. Earth sciences. Issue 1. 2017. pp. 170-182.
20. Zemskov A.N., Liskova M.Yu., Sharipzyanova G.H. Regularities of changes in the gas-dynamic and geomechanical situation at potash mines // Sustainable development of mountain territories. 2021. Vol. 13. No. 3 (49). pp. 426-432.
21. Petrov Yu.S., Hadzaragova E.A., Sokolov A.A., Sharipzyanova G.H., Taskin A.V. Basic principles of obtaining, transmitting and storing information about the parameters of the technogenic cycle of a mining and metallurgical enterprise // Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal). 2020. No. 11-1. pp. 178-188.

22. Spatial and temporal problems of geoeology – an interdisciplinary approach / V.S. Brigida, H.H. Kojiev, A.A. Saryan, A.K. Dzhioeva // Mining information and analytical Bulletin. 2020. – No. 4. pp. 20-32.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Сахнов Александр Владимирович:
аспирант,
кафедра «Горное дело»,
Северо-Кавказский горно-металлургический
институт (государственный технологический
университет),
г. Владикавказ, Республика Северная Осетия-
Алания, Россия,
e-mail: kafedra-eup@skgmi-gtu.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sakhnov Alexander V.:
postgraduate student,
Department of Mining,
North Caucasus Mining and Metallurgical Institute
(State Technological University),
Vladikavkaz, Republic of North Ossetia-Alania, Russia,
e-mail: kafedra-eup@skgmi-gtu.ru



Голик Владимир Иванович:
доктор технических наук,
профессор,
кафедра Северо-Кавказского горно-
металлургического института (государственного
технологического университета),
г. Владикавказ, Россия;
профессор,
кафедра Московского политехнического
университета,
г. Москва, Россия,
e-mail: v.i.golik@mail.ru

Golik Vladimir I.:
Doctor of engineering sciences,
Professor of the Mining Department,
North Caucasian Mining and Metallurgical Institute,
Vladikavkaz, Russian Federation;
ORCID 0000-0002-1181-8452,
Scopus ID 6602135324;
e-mail: v.i.golik@mail.ru

ВКЛАД АВТОРОВ / CONTRIBUTION:

Сахнов А.В. — проведение эксперимента; получение данных для анализа; анализ результатов исследования и подготовка данных; написание текста статьи / Sakhnov A.V. — conducting an experiment; obtaining data for analysis; analyzing research results and preparing data; writing the text of the article.

Голик В.И. — генерация идеи исследования; постановка задачи исследования; выполнение работы по систематизации материала / Golik Vladimir I. — generation of the research idea; formulation of the research task; performance of work on the systematization of the material.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.



САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Санкт-Петербургский горный университет. Основан в 1773 году.
Первое высшее техническое учебное заведение в России.
Факультеты:

- ◆ Геологоразведочный факультет,
- ◆ Горный факультет,
- ◆ Механико-машиностроительный факультет,
- ◆ Нефтегазовый факультет,
- ◆ Строительный факультет,
- ◆ Факультет переработки минерального сырья,
- ◆ Факультет фундаментальных и гуманитарных дисциплин,
- ◆ Экономический факультет,
- ◆ Энергетический факультет,
- ◆ Факультет аспирантуры и докторантуры.

Контакты: Санкт-Петербург, В.О., наб. Лейтенанта Шмидта, д. 45, Главный пост.
Тел.: 800 550 14 34; (812) 328 8201; (812) 328 89 02 e-mail: priem@mgri.ru, <https://www.mgri.ru/commission/poryadok-postupleniya/>

WWW.N-GN.RU

