

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РУДОПОДГОТОВКИ ПРИ БЛОЧНОМ
ПОДЗЕМНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ СКАЛЬНЫХ УРАНОВЫХ РУД
В УСЛОВИЯХ СТРЕЛЬЦОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ**

**IMPROVEMENT OF PRETREATMENT AT BLOCK UNDERGROUND LEACHING
OF URANIUM ORES IN THE ROCK MINES OF THE STRELTSOVSKOYE ORE
FIELD**



В. А. Овсейчук,
*Забайкальский государственный
университет, г. Чита
mks3115637@yandex.ru*

V. Ovseychuk,
Transbaikal State University, Chita



В. В. Медведев,
*Забайкальский государственный
университет, г. Чита
medvedevv1963@mail.ru*

M. Medvedev,
Transbaikal State University, Chita



А. М. Зозуля,
*Забайкальский государственный
университет, г. Чита
mr.hunter.82@mail.ru*

A. Zozulya,
Transbaikal State University, Chita

Установлено, что основной поставщик природного урана в России ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – «ППГХО») испытывает финансовые трудности, связанные с превышением отпускной цены над себестоимостью производства продукции, кроме того, происходит истощение балансовых запасов. Показано, что внедрение на предприятии технологии блочного подземного выщелачивания позволит дополнительно привлечь к отработке беднобалансовые и забалансовые участки месторождений, что даст реальную возможность повысить активную сырьевую базу предприятия на 10...30 % со снижением себестоимости до 10 % в общем балансе. Отмечено, что опыт внедрения геотехнологических способов добычи в объединении показал принципиальную возможность выщелачивания урана из скальных руд. Определено, что при подготовке блоков, которая проводилась как на месте залегания, так и с заполнением рудной массой, прошедшей предварительную подготовку по крупности и содержанию, извлечение урана в растворы составило 70...80 %. Выявлено, что подготовка камер блока 4Д-701 непосредственно на месте залегания отличалась высокими потерями металла. Следовательно, для участков, наиболее пригодных к геотехнологическому освоению, подготовка которых исключает возможность наполнения рудным материалом извне, необходимо создать условия, повышающие степень извлечения полезного компонента, что и является целью проводимых исследований. Приведена технологическая схема подземного выщелачивания пологих рудных тел малой мощности на основе анализа петрографического состава, физико-механических и геологических свойств массива. Предложены варианты панельной подготовки пологих рудных тел в зависимости от элементов залегания. Осуществлено технико-экономическое сравнение методик буровзрывных работ, наиболее полно отвечающих требованию выхода оптимального для выщелачивания классов крупности рудной массы. Положения настоящей статьи базируются на научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе «Создание технологии отработки беднобалансовых урановых руд геотехнологическими методами» (Постановление Правительства РФ от 09.04.2010 г. № 218), которая проводилась в 2013–2015 гг. совместными усилиями сотрудников горного факультета Забайкальского государственного университета и Центральной научно-исследовательской лаборатории ПАО «ППГХО». Рассмотрены принципиальные вопросы, касающиеся возможности физико-химической отработки нижней части Тулукуевского месторождения, входящего в состав ПАО «ППГХО», проведены исследования геологических и физико-механических свойств Стрельцовской группы месторождений

Ключевые слова: блочное подземное выщелачивание; технологическая схема; пологие рудные тела; подготовка блока; буровзрывные работы; панельная подготовка; кондиционный кусок; физико-механические свойства; закись-окись урана; гранулометрический состав

The basic supplier of natural uranium PJSC “Priargunskoye Production Mining and Chemical Association” experiences financial difficulties connected with the excess of a cost price over the cost price of production in Russia, besides there is an exhaustion of balance reserves. The intrusion of the technology of a unitized underground leaching at the enterprise will allow to involve in addition in working balanced and off-balance sections of deposits, which will give a real opportunity to increase the active raw material base of the enterprise by 10–30% with a cost reduction of up to 10% in total ballance. The experience of geotechnological mining methods introduction in the association has shown the principle possibility of uranium leaching from rocky ores. In the preparation of blocks which was carried out both at the site of occurrence and with filling of an ore mass, which had undergone preliminary preparation in size and content, the extraction of uranium into solutions amounted to 70–80 %. Preparation of the chambers of the 4D-701 unit directly on the site was characterized by high losses of metal. Therefore, for sites that are most suitable for geotechnological development, the preparation of which excludes the possibility of filling with ore material from outside, it is necessary to create conditions that increase the degree of extraction of a useful component, which is the goal of ongoing research. In the present work, a technological scheme of underground leaching of gently sloping ore bodies with low power is given on the basis of the petrographic composition analysis, physico-mechanical and geological properties of the massif. The variants of panel preparation of gently sloping ore bodies are suggested depending on the elements of occurrence. In addition, a technical and economic comparison of drilling and blasting methods is given, most fully meeting the requirements for the yield of the ore grade optimal for leaching. The statements of this article are based on the research and development work “Creation of technology for mining poor-balance uranium ores by geotechnological methods” (Resolution of the Government of the Russian Federation dated 09.04.2010 No. 218), which was held from 2013 to 2015. Joint efforts of employees of the Mining Faculty of ZabGU and the Central Research Laboratory of JSC “PIMCU”. This article discusses the principal issues concerning the feasibility of physico-chemical testing of the lower part of the Tulukuyevskoye field, which is a part of the PJSC “PGGHO”; geological and physical-mechanical properties of the Strellets group of deposits were studied

Key words: block underground leaching; technological scheme; gently sloping ore bodies; block preparation; drilling and blasting operations; panel preparation; conditioning piece; physical and mechanical properties; uranium oxide-uranium; granulometric composition

Возрастающие в последнее время потребности российской атомной отрасли в топливном сырье требуют наращивания производственной мощности уранодобывающих предприятий. На сегодняшний день отечественной энергетике необходимо около 10 тыс. т природного урана в год. Основной поставщик – ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение» (далее – «ППГХО») – способен обеспечить лишь 1/3 потребностей. Это связано в первую очередь с исчерпанием запасов действующих рудников и, как следствие, с происходящим при этом снижением производственной мощности предприятия. На прирост запасов на разрабатываемых месторождениях по результатам геологоразведочных работ рассчитывать не приходится.

Технология добычи скальных урановых руд Стрельцовского рудного поля (да-

лее – СРП), отличающихся сложными горно-геологическими условиями, требует применения дорогостоящей системы разработки с нисходящими слоями и твердеющей закладкой. Эта система характеризуется большим объемом горно-подготовительных выработок, проводимых по пустой породе, низкой производительностью труда забойного рабочего, необходимостью использования бетона в качестве закладочного материала, доля которого в удельных затратах достигает 20...26 %. При этом себестоимость добываемой руды превалирует над отпускной ценой, что особенно остро ощущается на фоне снижения мировых цен на природный уран [2; 4; 5].

С другой стороны, по данным геологоразведочных работ категории запасов, относящиеся к беднобалансовым и забалансовым, могут быть вовлечены в отработку

только геотехнологическими способами, частным вариантом которых является блочное подземное выщелачивание (далее – БПВ) [8; 9].

Одним из главных достоинств технологии БПВ следует считать ее дешевизну [3]. В отличие от традиционного горного способа, рудоподготовка блоков под выщелачивание не требует большого объема подготовительно-нарезных выработок, проводимых по пустой породе. Выпуску из камеры и транспортированию на поверхность подлежит лишь около 1/3 объема магазинируемой рудной массы. Кроме того, первичная сортировка руды производится в подземных условиях на месте ведения горных работ [13; 14].

На стадии активного выщелачивания нет необходимости наличия персонала в

очистных выработках, что повышает безопасность технологии [8]. Контроль над производственным процессом не требует большого числа операторов, что говорит о высокой производительности технологии. Существует потенциал широкой автоматизации производственного процесса. Себестоимость добычи при полном переходе на способ БПВ в 3,5...4,0 раза [1; 3] ниже добычи при системе разработки с твердеющей закладкой.

Специалистами объединения проведена оценка обеспеченности запасами различных технологий добычи уранового сырья [1]. Как видно из рис. 1, отработка способом подземного выщелачивания возможна даже на фоне падения мировых цен на закись-окись урана (U_3O_8).

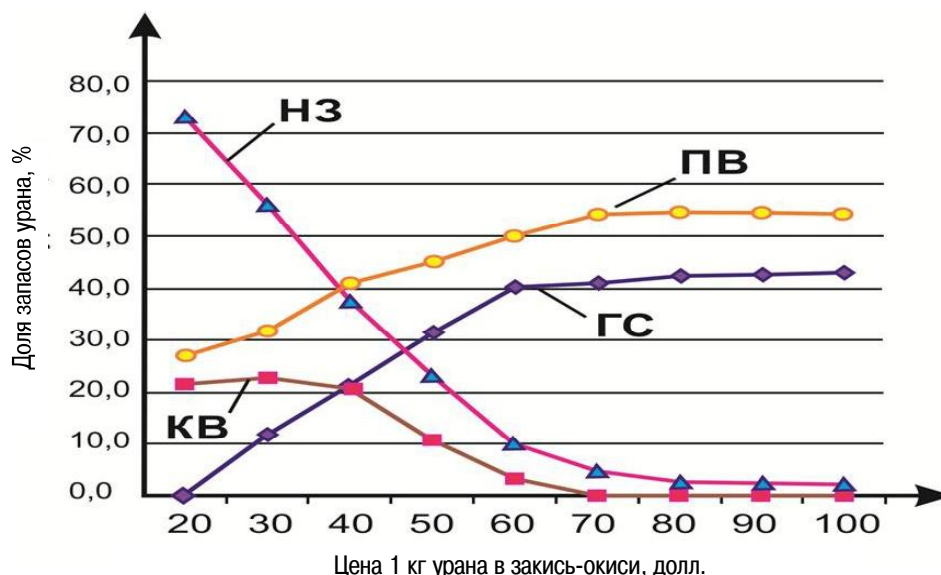


Рис. 1. Распределение запасов урана в условиях СРП для различных систем разработки в зависимости от рыночной цены на уран: НЗ – неактивные запасы; ПВ – подземное выщелачивание; КВ – кучное выщелачивание; ГС – горный способ / Fig. 1. Distribution of uranium reserves in terms of the SRP for different systems depending on the market prices for uranium

Однако наряду с достоинствами выявлен существенный недостаток технологии БПВ: невозможно достичь извлечения выше 55...65 % [11; 12]. Столь высокие потери стратегического сырья неприемлемы. Традиционный горный способ, несмотря на высокую себестоимость, отличается гибкостью ведения очистных работ, возможностью отработки рудных тел сложной

морфологии; твердеющая закладка препятствует эманиции радона в шахтную атмосферу. Извлечение урана при этом достигает 93...97 % [10].

Таким образом, можно сделать вывод, что геотехнологические способы добычи следует рассматривать как дополнительные источники урана при применении в качестве основной слоевой системы разработки

с нисходящими слоями и твердеющей закладкой. Область их применения – бедно-балансовые и забалансовые участки СРП. Даже в таком случае существует возможность увеличить активную сырьевую базу ППГХО на 10...30 % со снижением себестоимости до 10 % в общем балансе [1].

Опытно-промышленные испытания способа подземного выщелачивания бедно-балансовых участков месторождений Лучистое, Юбилейное, Весеннее, Стрельцовское «ППГХО» берут свое начало с 80-х гг.

XX в. Результаты исследований показали принципиальную возможность внедрения способа БПВ в промышленных масштабах на уровне извлечения 70...80 %, однако рудная масса при этом подвергалась предварительной сортировке.

Рудоподготовка непосредственно на месте залегания проводилась на блоке 4Д-701 месторождения Стрельцовское [1; 3; 12] и показала достаточно низкую эффективность извлечения, что и представлено в таблице.

Показатели технологии БПВ блока 4Д-701 / Indicators of technology block underground leaching unit 4D-701

Показатель / Indicator	Камера № 1/3 / Chamber № 1/3	Камера № 2 / Chamber № 2	Камера № 5 / Chamber № 5
Запасы блока/ Block reserves:			
руда, тыс. т / ore, thousand tons	81	40	16
содержание, % / content, %	0,039	0,080	0,050
Металл, т / Metal, tons	31,4	32,2	7,72
Получено урана, т / Received uranium, tons	15,6	10,8	3,5
Извлечение, % / Extraction, %:			
план / plan	75	75	75
факт / fact	49,8	33,5	40,9
Период эксплуатации, мес. / Period of operation, months	18,5	26	6
Расход H ₂ SO ₄ , кг/кг / Consumption H ₂ SO ₄ , kg/kg	72,4	70,6	46,7
Коэффициент разрыхления / Coefficient of loosening	1,32	1,2	1,4

Анализ результатов исследований позволил выявить причины низкого извлечения:

1) переуплотнение рудной массы центральных частей камер № 1/3, 2 при массовой отбойке, вызванное столкновением набегавшей детонационной волны с уже отраженными от массива пород волнами;

2) образование проточных каналов при миграции рабочих растворов в прибортовых зонах камеры: центральная часть оказалась слабо проработана реагентами;

3) значительный выход мелкого класса крупности камеры № 2, приведший к механическим кольматациям;

4) слабая проницаемость камеры-магазина для кислорода воздуха; в результате воздействие атмосферных окислителей не оказало ощутимого влияния на повышение скорости реакций.

Однако отмечались и положительные моменты (рис. 2). Равномерность выхода гранулометрического состава рудной массы в камере № 5 при мелкошпуровой отбойке, а также увеличение коэффициента разрыхления с 1,2 в камере № 2 до 1,32 в камере № 1/3 дали свои результаты. Произошло повышение извлечения урана в продуктивные растворы при снижении содержания полезного компонента (0,039 % в камере № 1/3 и 0,050 % в камере № 5 против 0,080 % в камере № 2). Прирост извлечения камеры № 5 относительно камеры № 2 за 6 мес. составил 19,9 %, относительно камеры № 1/3 – 11,9 %, что объясняется более эффективной проработкой рудной массы реагентом за счет совершенствования технологии рудоподготовки.



Рис. 2. Зависимость степени извлечения металла по различным камерам блока 4Д-701 от времени /
Fig. 2. Dependence of metal extraction degree at various chambers of the block 4D-701 from time to time

В целях создания благоприятных условий для повышения равномерности выхода гранулометрического состава нами предлагаются три направления оптимизации параметров БПВ: посекционное магазинирование с выпуском до 30...32 % рудной массы за 1...3 цикла отбойки, подбор типа взрывчатого вещества (далее – ВВ) на основе совместимости его дробящих характеристик и физико-механических свойств отбиваемого массива, составление паспорта БПВ на основе корректировки величин линии наименьшего сопротивления и расстояний между концами зарядов в скважинах по зоне регулируемого дробления массива одиночными и групповыми зарядами.

Наиболее технологически реальной является возможность внедрения способа БПВ для рудника № 8 (месторождения Весеннее, Тулкуевское и Новогоднее, блоки 3-338, 3-335, 3-555, 2-405, 2-507, 2-506), где к блокам проведены подходные выработки, на поверхности имеется комплекс по переработке продуктивных растворов, имеются подземные растворосборники [1]. Объем металла составляет 8396,5 т [3].

Анализ петрографического состава показал, что урановая минерализация пород данных месторождений приурочена к настурану, коффиниту, гидронастурану, уранофану, браннериту [7], что доказывает принципиальную возможность сернокислотного выщелачивания. Руды – слабокар-

бонатные, текстуры руд – вкрапленные, прожилковые, в подчиненном количестве гнездовые, брекчиевые, массивные, полосчатые. Руды характеризуются высокой проницаемостью, что благоприятно сказывается на скорости распространения полезного компонента и выносе его в продуктивные растворы. Рудные тела представлены пологими или слабонаклонными жилами, имеющими мощность 1,0...3,5 м [1; 3].

Способ подготовки пологих и слабонаклонных рудных тел – панельный. При этом технологическая схема БПВ на этапе формирования эксплуатационных блоков для рудных тел, как малой, так и средней мощности, включает проходку подготовительных и нарезных выработок, бурение оросительных, дренажных и контрольных скважин, образование компенсационного пространства – отрезной щели, отбойку руды, ее магазинирование с частичным выпуском (пропорционально доли компенсационного пространства в камере), закачку в блок рабочего раствора и откачку из блока продуктивного раствора. Орошение и дренаж возможны за счет специализированных скважин, которые требуют проведения дополнительных горизонтов выше и ниже камеры-магазина. В зависимости от мощности рудного тела отбойка может производиться по двум схемам расположения зарядов: до 3,0 м – по параллельной, от 3,0 до 15,0 м – по веерной (рис. 3).

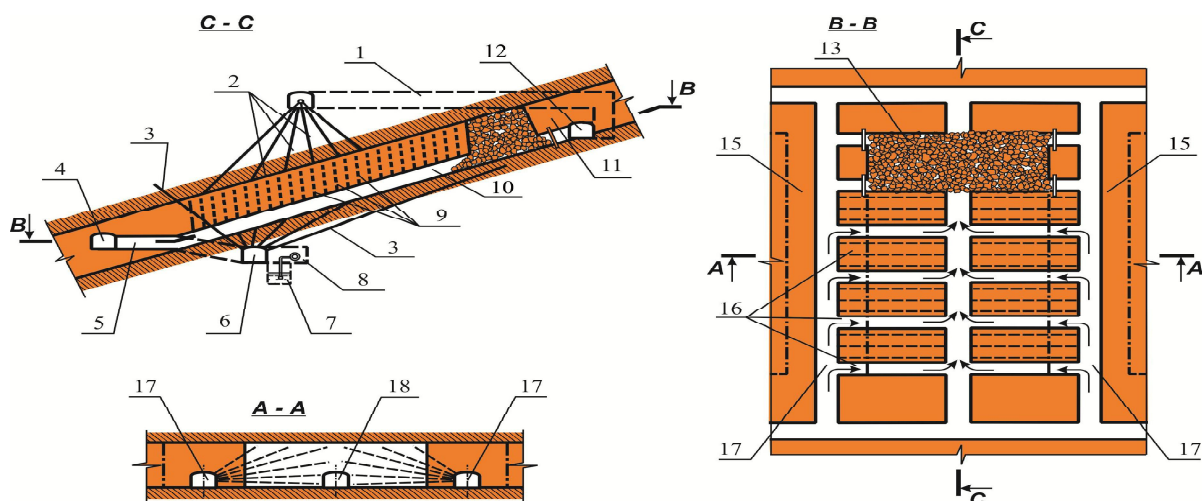


Рис. 3. Технологическая схема подготовки блока к подземному выщелачиванию на пологих рудных телах мощностью 3,0...15,0 м: 1 – оросительный штрек; 2 – оросительные скважины; 3 – контрольная скважина; 4 – доставочный штрек; 5 – погрузочный заезд; 6 – дренажный штрек; 7 – растворосборник; 8 – насосная ПВ; 9 – взрывные скважины; 10 – буровой восстающий; 11 – потолочина; 12 – вентиляционный восстающий; 13 – камера; 14 – потолочина; 15 – междукамерные целики; 16 – вентиляционные сбойки; 17 – вентиляционно-буровой восстающий; 18 – доставочный восстающий / Fig. 3. Technological scheme of block underground leaching preparation on shallow ore bodies with a capacity of 3.0...15.0 m: 1 – spray drift; 2 – irrigation wells; 3 – test object; 4 – carrier drift; 5 – loading-in; 6 – drainage of roadway; 7 – sump; 8 – pump; 9 – explosive wells; 10 – drilling-rising; 11 – ceilings; 12 – vent rising; 13 – chamber; 14 – ceilings; 15 – pillars; 16 – vent generation; 17 – ventilation-rising drilling; 18 – carrier-rising

Отбойку руды производят по 2...3 слоя за прием. Необходимый объем компенсационного пространства (30...32 %) достигается путем частичного выпуска руды из камеры через транспортные и буровые выработки блока.

В работе [6] рассматривались вопросы совершенствования параметров БВР за счет их корректировки с величиной зоны регулируемого дробления одиночным зарядом и оптимального подбора марки ВВ в соответствии с физико-механическими свойствами отбиваемой породы. На примере блока 4-302, представленного конгломератами с мощностью рудного тела 4,6 м, углом падения 12°, проведено технико-экономическое сравнение традиционной для предлагаемой системы разработки методики отбойки на зажатую среду (вариант 1) и отбойка с регулируемыми параметрами дробления (вариант 2). Преимуществом

второго варианта является его корреляция с физическими и геологическими характеристиками отбиваемого массива пород, направленность на выход гранулометрического состава требуемой крупности, учет взаимодействия зарядов при инициации.

Из схемы расположения зарядов видно (рис. 4), что для magazинирования блока второй вариант потребует больших затрат времени и ресурсов. Вместе с тем ожидаемое извлечение урана в продуктивные растворы по варианту 1 составит около 55...60 %, по варианту 2 – 70 %. Проведенное технико-экономическое сравнение показывает, что при больших эксплуатационных затратах предлагаемая методика отбойки с регулируемыми параметрами дробления имеет превышение прибыли над первым вариантом на 5761471 р. (при ценах на U_3O_8 на январь 2017 г.).

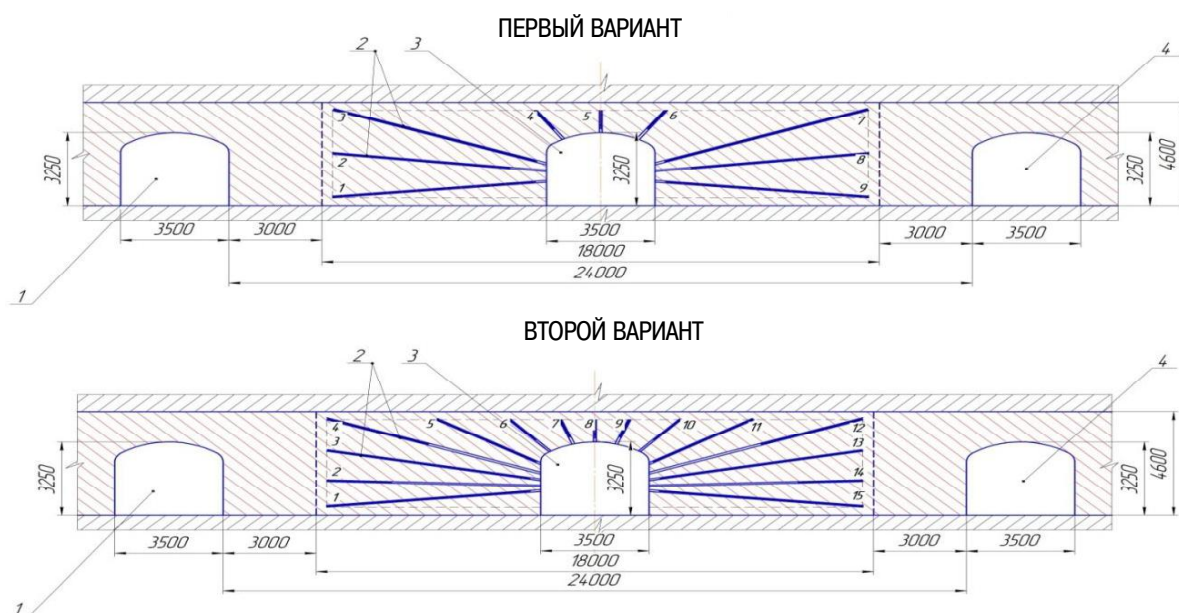


Рис. 4. Схемы расположения взрывных скважин: 1 – вентиляционно-доставочный штрек № 1; 2 – взрывные скважины; 3 – вентиляционно-буровой штрек; 4 – вентиляционно-доставочный штрек № 4 / Fig. 7. Layout of blast holes: 1 – ventilation and hauling drift № 1; 2 – explosive well; 3 – ventilation-drilling drift; 4 – ventilation and hauling drift № 4

Выводы:

- 1) параметры БВР зависят от физико-механических и геологических свойств горных пород;
- 2) наиболее перспективными участками для отработки методом БПВ являются пологие рудные тела месторождений Весеннее и Новогоднее;
- 3) подготовка камер под БПВ – панельная с посекционной отбойкой и одно-

- временным выпуском 30...32 % отбиваемой рудной массы;
- 4) методика расчета параметров БВР должна опираться на значение зоны регулируемого дробления;
- 5) выход оптимального класса крупности 60 – 150 мм способен обеспечить фактическое извлечение на уровне не менее 70 %.

Список литературы

1. Аннотационный отчет по опытно-промышленным работам по подземному выщелачиванию УГРУ за 2003 г. (технологическая часть) / В. И. Култышев, В. Г. Шелудченко, А. В. Тирский, А. А. Морозов. Краснокаменск: ППГХО, 2003. 9 с.
2. Интенсификация подготовки месторождений скальных руд к выщелачиванию / Д. П. Лобанов [и др.] // Обзорная информация. Сер. Горное дело. 1980. Вып. 7. 52 с.
3. Исследования по оценке технологических свойств руд новых участков, планируемых к переработке методами подземного выщелачивания и кучного выщелачивания. Результаты опытно-промышленных работ по подземному выщелачиванию разрыхленных скальных руд блока 4Д-701, камеры № 2, 1/3, 5 участка «Восточный» месторождения «Стрельцовское»: аннотационный заключительный отчет / А. А. Морозов, В. Г. Голобокова, В. Я. Ремарчук. Краснокаменск: ППГХО, 2006. 48 с.
4. Лизункин М. В. Технологические схемы подготовки руды для блочного подземного выщелачивания при отработке месторождений Стрельцовского рудного поля // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Горная книга, 2016. № 3. С. 297–305.
5. Лизункин В. М., Шурыгин С. В., Лизункин М. В. Оценка устойчивости бортов карьера и подземной камеры методом конечных элементов при комплексной технологии отработки беднобалансовых урановых руд // Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Горная книга, 2015. Вып. 4. С. 60–66.

6. Медведев В. В. Повышение эффективности подземного выщелачивания урановых руд регулированием параметров буровзрывных работ в процессе рудоподготовки блока // *Вестн. Забайкал. гос. ун-та. Чита: ЗабГУ*, 2016. Вып. 11. С. 4–12.
7. Отчет о проведенных исследованиях по программе и методике исследовательских испытаний минералого-петрографического состава горных пород и руд урановых месторождений Стрельцовского рудного поля / В. А. Овсейчук. Чита: ЗабГУ, 2013. 118 с.
8. Повышение эффективности подземной разработки урановых месторождений / В. И. Култышев, В. Б. Колесаев, В. Г. Литвиненко, О. С. Брюховецкий. М.: МГИУ, 2007. 212 с.
9. Проект опытно-промышленного технологического регламента производственных процессов подготовки блоков (камер) к подземному выщелачиванию в условиях подземных рудников ОАО «ППГХО». Чита: ЗабГУ, 2013. 52 с.
10. Справочник по геотехнологии урана / М. Н. Тедеев и [др.]. М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1997. С. 319–336.
11. Строительство и эксплуатация рудников подземного выщелачивания / В. Н. Мосинец [и др.]. М.: Недра, 1987. С. 16–24.
12. Шурыгин С. В., Пирогов Г. Г., Подопригора В. Е. Снижение потерь при подземном выщелачивании урановых руд под дном карьера // *Вестн. Забайкал. гос. ун-та*. 2016. Т. 22. Вып. 4. С. 47–53.
13. Jenk U., Paul M. At the crossroads: Flooding of the underground uranium leach operation at Konigstein // *Uranium past and future Challenges: Proceeding of the 7th international Conference on Uranium Mining and Hidrogeology*. Freiberg, Germany. 2014. P. 363–368.
14. Regnault O., Lagneau V., Fiet N. 3D Reactive Transport simulations of Uranium In Situ Leaching: Forecast and Process Optimization // *Uranium past and future Challenges: Proceeding of the 7th international Conference on Uranium Mining and Hidrogeology*. Freiberg, Germany. 2014. P. 725–730.

References

1. *Annotatsionnyy otchet po opytno-promyshlennym rabotam po podzemnomu vyshchelachivaniyu UGRU za 2003 g. (tekhnologicheskaya chast)* (Tag report on skilled industrial work under the earth, leaching of UGRA for 2003 (technical part)) / V. I. Kultyshev, V. G. Sheludchenko, V. A. Tyrsky, A. A. Morozov. Krasnokamensk: JSC PIMCU, 2003. 9 p.
2. *Obzornaya informaciya. Ser. Gornoe delo* (Survey information. Ser. Mining), 1980, vol. 7, 52 p.
3. *Issledovaniya po otsenke tekhnologicheskikh svoystv rud novykh uchastkov, planiruemykh k pererabotke metodami podzemnogo vyshchelachivaniya i kuchnogo vyshchelachivaniya. Rezultaty opytno-promyshlennykh rabot po podzemnomu vyshchelachivaniyu razryhlennykh skalnykh rud bloka 4D-701, kamery № 2, 1/3, 5 uchastka «Vostochny» mestorozhdeniya «Streltsovskoe»: annotatsionny zaklyuchitelnyy otchet* (Research on evaluation of technological properties of ores of new planned sites to processing methods of underground leaching and heap leaching. The results of experimental-industrial works on underground leaching of ores of loosened rock block 4D-701, chamber No. 2, 1/3, 5 of the section “Eastern” field “Streltsovsky”: annotated final report) / A. A. Morozov, V. G. Golobokova, V. Yu., Remarchuk. Krasnokamensk: JSC PIMCU, 2006. 48 p.
4. Lizunkin M. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten* (Mining information-analytical bulletin). Moscow: Gornaya kniga, 2016, no. 3, pp. 297–305.
5. Lizunkin V. M., Shurygin S. V., Lizunkin M. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten* (Mining information-analytical bulletin). Moscow: Gornaya kniga, 2015, vol. 4, pp. 60–66.
6. Medvedev V. V. *Vestn. Zabaykal. gos. un-ta* (Transbaikal State University Journal). Chita: ZabGU, 2016, vol. 11, pp. 4–12.
7. *Otchet o provedennykh issledovaniyakh po programme i metodike issle-dovatel'skikh ispytaniy mineralogo-petrograficheskogo sostava gornyykh porod i rud uranovykh mestorozhdeniy Streltsovskogo rudnogo polya* (Report for the research program and methodology investigative testing of mineralogical-petrographic composition of rocks and ores of uranium deposit Streltsovskoye Ore Field) / V. A. Ovseichuk. Chita: Sabga, 2013. 118 p.
8. *Povyshenie effektivnosti podzemnoy razrabotki uranovykh mestorozhdeniy* (Improving the efficiency of underground mining of uranium deposits) / V. I. Kultyshev, V. B. Kolesaev, V. G. Litvinenko, O. S. Bryukhovetsky. M.: MGIU, 2007. 212 p.
9. *Proekt opytno-promyshlennogo tekhnologicheskogo reglamenta proiz-vodstvennykh protsessov podgotovki blokov (kamer) k podzemnomu vyshchelachivaniyu v usloviyah podzemnykh rudnikov ОАО «ППГХО»* (The project of experimental-industrial technological regulations of production processes training units (chambers) to in-situ leaching in conditions of underground mines of JSC PIMCU). Chita: Sabga, 2013. 52 p.
10. *Spravochnik po geotekhnologii urana* (Reference on Geotechnology of uranium) / M. N. Tedeev [and others]. M.: ENERGOATOMIZDAT, 1997, pp. 319–336.

11. *Stroitelstvo i ekspluatatsiya rudnikov podzemnogo vyshchelachivaniya* (Construction and operation of the mines of underground leaching) / V. N. Mosinets [and others]. M.: Nedra, 1987, pp. 16–24.

12. Shurygin S. V., Pirogov, G. G., Podoprigora V. E. *Vestn. Zabaykal. gos. un-ta* (Transbaikal State University Journal), 2016, vol. 22, part 4, pp. 47–53.

13. Jenk U., Paul M. *Uranium past and future Challenges: Proceeding of the 7th international Conference on Uranium Mining and Hidrogeology* (Uranium past and future Challenges: Proceeding of the 7th international Conference on Uranium Mining and Hidrogeology). Freiberg, Germany, 2014, pp. 363–368.

14. Regnault O., Lagneau V., Fiet N. *Uranium past and future Challenges: Proceeding of the 7th international Conference on Uranium Mining and Hidrogeology* (Uranium past and future Challenges: Proceeding of the 7th international Conference on Uranium Mining and Hidrogeology). Freiberg, Germany, 2014, pp. 725–730.

Коротко об авторах

Овсейчук Василий Афанасьевич, д-р техн. наук, профессор кафедры подземной разработки месторождений полезных ископаемых, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: повышение эффективности разработки скальных руд урановых месторождений, физико-техническая и физико-химическая геотехнология
mks3115637@yandex.ru

Медведев Валерий Васильевич, канд. техн. наук, зав. кафедрой подземной разработки месторождений полезных ископаемых, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: научное обоснование и создание новых технологий разработки рудных месторождений
medvedevvv1963@mail.ru

Зозуля Артем Михайлович, аспирант, кафедра подземной разработки месторождений полезных ископаемых, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: геотехнология подземных горных работ
mr.hunter.82@mail.ru

Briefly about the authors

Vasily Ovseychuk, doctor of technical sciences, professor, Underground Mining department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: scientific substantiation and creation of new technologies of ore deposits mining

Valery Medvedev, candidate of technical sciences, head of Underground Mining department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: scientific substantiation and creation of new technologies of ore deposits mining
Underground Mining department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: geotechnology of underground mining operations

Artem Zozulya, postgraduate, Underground Mining department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: geotechnology of underground mining operations

Образец цитирования

Овсейчук В. А., Медведев В. В., Зозуля А. М. Совершенствование рудоподготовки при блочном подземном выщелачивании скальных урановых руд в условиях Стрельцовского рудного поля // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т. 23. № 12. С. 32–40. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-12-32-40.

Ovseychuk V., Medvedev V., Zozulya A. Improvement of pretreatment at block underground leaching of uranium ores in the rock mines of the Streltsovskoye ore field // Transbaikal State University Journal, 2017, vol. 23, no. 12, pp. 32–40. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-12-32-40.

Дата поступления статьи: 21.12.2017 г.
Дата опубликования статьи: 25.12.2017 г.