ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2020;(12):16-24
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622.34:622.274.53 DOI: 10.25018/0236-1493-2020-12-0-16-24

ПОВЫШЕНИЕ ПОЛНОТЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РУДЫ, СКЛОННОЙ К СМЕРЗАНИЮ, ПРИ ТОРЦЕВОМ ВЫПУСКЕ В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРИОЛИТОЗОНЫ

В.П. Зубков[1], Д.Н. Петров[1]

[1] Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского Сибирского отделения РАН, Якутск, Россия, e-mail: petrovdn74@mail.ru

Аннотация: Рассмотрена возможность применения растворов хлорида кальция ($CaCl_2$) и хлорида натрия (NaCl) для профилактики снижения потерь отбитой руды от смерзания в условиях отрицательных температур очистного пространства при подземной разработке рудных месторождений криолитозоны. Экспериментальные исследования проводились методом физического моделирования на стенде, установленном в криокамере, оснащенной сплит-системой Polaris, при температурных условиях, аналогичных условиям подземной разработки Нежданинского золоторудного месторождения. Исходя из анализа научно-технической информации и температурных условий подземной разработки рудных месторождений криолитозоны, для обработки отбитой руды были приняты 10% раствор хлорида кальция ($CaCl_2$) и 15% раствор хлорида натрия (NaCl). Одна из важнейших характеристик предотвращения смерзаемости сыпучих материалов — расход раствора изменялся в ходе эксперимента и составлял 2,5 л/т; 5 л/т; 7,5 л/т и 10 л/т для каждой серии.Все операции по подготовке материала, заполнению стенда и выпуску руды производились в криокамере, при температуре −5 °С. Торцевой выпуск продолжался до достижения разубоживания в дозе выпуска значения, превышающего 50%. В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что при обработке рудной массы 10% раствором хлорида кальция в количестве 2,5 л на тонну отбитой руды с влажностью 1,0% при температуре −5°С, происходит значительное снижение ее потерь от смерзания при выпуске (на 20,7%). Применение 15% раствора хлорида натрия в аналогичных условиях позволяет снизить потери от смерзания на 16,5% при расходе 5 л/т. Дальнейшее увеличение расхода раствора в обоих случаях приводит к снижению сыпучих свойств руды и возрастанию ее потерь в блоке (до 48%). Полученные результаты позволяют качественно оценить закономерности изменения показателей полноты извлечения руды, склонной к повторному смерзанию, при системе подэтажного обрушения с торцевым выпуском, после обработки ее растворами солей различной концентрации. Установленные зависимости будут использованы при разработке рекомендаций по выбору параметров технологии с подэтажным обрушением и торцевым выпуском руды в условиях подземной разработки месторождений криолитозоны.

Ключевые слова: подземная разработка, рудные месторождения, криолитозона, подэтажное обрушение, выпуск руды, обработка реагентами, смерзание, потери.

Для цитирования: *Зубков В.П., Петров Д.Н.* Повышение полноты извлечения руды, склонной к смерзанию, при торцевом выпуске в условиях подземной разработки месторождений криолитозоны // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 12. – С. 16–24. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-12-0-16-24.

© В.П. Зубков, Д.Н. Петров. 2020.

Enhancement of the extraction of freezing ore in sublevel caving in permafrost area

V.P. Zubkov[1], D.N. Petrov[1]

[1] Chersky Mining Institute of the North, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia, e-mail: petrovdn74@mail.ru

Abstract: One of the factors which can impair effectiveness of sublevel caving in underground ore mining in the permafrost area is freezing of caved ore in stopes, which leads to an essential increment (1.5–2 times) in the loss of the useful component in ore drawing from extraction blocks. This article discusses applicability of chemical agents in prevention of freezing of loose ore and gangue during handling under conditions of negative temperatures in underground mining in the permafrost area. The effect of treatment of caved ore by salt solutions of various concentrations on the ore loss in freezing was estimated in physical simulation of ore drawing using a laboratory installation and a cryocell capable to model temperature conditions in underground openings in the Nezhdaninskoe deposit. The treatment agents were the solutions of 10 percent calcium chloride ($CaCl_2$) and 15 percent sodium chloride NaCl. The solution consumption was varied in the experiments as 2.5, 5, 7.5 and 10 l/t per test series. Preparation of the solutions, treatment, as well as filling and discharge of ore was carried out in the cryocell at the temperature minus 5 °C. The test modeled ore drawing from a single stope until the ultimate ore dilution of 50% in a batch. The ore loss was determined as the difference between the filled ore mass and the discharged ore mass. The tests reveal how the performance of sublevel caving change after treatment of re-freezing ore by salt solutions and prove technical feasibility of such precautions under conditions of negative temperatures in underground ore mining in the permafrost area. Furthermore, the adverse impact exerted on the ore drawing efficiency by the increase in the treatment solution consumption higher than the optimal value due to reduced loose ore flowability is also discovered. The obtained qualitative dependences will be used to develop recommendations on improvement of the sublevel caving efficiency in underground ore mining in the permafrost area.

Key words: underground mining, ore deposits, permafrost area, sublevel caving, ore drawing, chemical treatment, freezing, loss.

For citation: Zubkov V.P., Petrov D.N. Enhancement of the extraction of freezing ore in sublevel caving in permafrost area. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(12):16-24. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-12-0-16-24.

Введение

При подземной разработке рудных месторождений технология, предусматривающая выпуск руды под обрушенными вмещающими породами, получила наибольшее распространение в странах Северной и Южной Америки, в Австралии и Южной Африке. В России системы разработки с обрушением и выпуском руды успешно применяются при освоении ряда рудных месторождений. Основными преимуществами данного класса систем являются минимальные затраты на управление горным давлением при очистных работах и возможность изменения конструктивных параметров при разработке месторождений [1–8]. Несмотря на свою эффективность, системы этажного и подэтажного обрушения не получили широкого распространения при подземной разработке рудных месторождений криолитозоны, что на

наш взгляд связано с наличием ряда факторов, усложняющих их применение. Одним из таких факторов является возможность смерзания отбитой рудной массы в очистном пространстве, что приводит к существенному (в 1,5–2 раза) увеличению показателей потерь при ее выпуске из блока [12].

Одним из способов сохранения сыпучих свойств отбитой горной массы при ее хранении и транспортировке является обработка различными реагентами, препятствующими ее смерзанию.

Обзор работ, посвященных предотвращению смерзания при хранении и транспортировке угля, руды и других полезных ископаемых, показал, что в качестве реагентов для обработки материалов применяются негашеная известь, растворы солей, профилактические средства на основе гидроксилсодержащих соединений. Для предотвращения повторного смерзания горной массы на открытых горных работах при отрицательных температурах предложено использование хлористого натрия, хлористого кальция, отходов калийных комбинатов и других химикатов [9–11].

Однако какого-либо упоминания о практическом опыте применения реагентов, препятствующих смерзанию отбитой руды в условиях подземной отработки месторождений криолитозоны ни в отечественных, ни в зарубежных источниках обнаружить не удалось. Прямое же использование зависимостей, полученных при складировании и транспортировке горных пород на открытых горных работах невозможно. Необходимо учитывать отличия горно-геологических, горнотехнических и термовлажностных условий подземного способа разработки месторождений, расположенных в многолетней мерзлоте.

Для определения влияния степени минерализации поровой влаги на показатели извлечения запасов при выпуске руды, склонной к повторному смерзанию, в условиях отрицательных температур очистного пространства месторождений криолитозоны были проведены экспериментальные исследования в лабораторных условиях с учетом горно-геологических условий подземной разработки Нежданинского золоторудного месторождения в Республике Саха (Якутия).

Методика проведения экспериментов

В качестве объекта моделирования был принят вариант системы с подэтажным обрушением и торцевым выпуском руды, примененный при отработке участков с мощностью выше 15 м 1 рудной зоны Нежданинского месторождения. Выбор данного объекта связан с тем, что при опытно-промышленных испытаниях системы с подэтажным обрушением и торцевым выпуском руды на руднике Нежданинский был установлен факт смерзания отбитой руды при выпуске [12].

Методика физического моделирования выпуска руды, учитывающая влияние степени минерализации поровой влаги в отбитой руде на показатели извлечения полезного ископаемого, склонного к смерзанию, была разработана на основе известных положений теории подобия, методиках моделирования и результатах предыдущих исследований [12–14].

Геометрический масштаб подобия C_L:

$$C_L = L_н / L_м, \quad (1)$$

где $L_н$ — линейные размеры в натурных условиях, $L_м$ — в модели.

Масштаб моделирования ускорений:

$$C_a = 1. \quad (2)$$

Масштаб моделирования времени C_t:

$$C_t = \sqrt{C_L} = 7. \quad (3)$$

Масштаб моделирования скорости:

$$C_v = \sqrt{C_L}. \quad (4)$$

Температура рудничного воздуха, отбитой руды и обрушенных налегающих пород в модели была принята равной температурам в натурных условиях. Для максимального соответствия натурным условиям температура воды, использованной для увлажнения в модели, была принята равной +3 — +5 °С.

Описание материалов, приборов, оборудования, выборка, условия проведения экспериментов

Эксперимент по физическому моделированию торцевого выпуска руды производился на стенде, установленном в криокамере, оснащенной сплит-системой «Полярис», позволяющей воспроизвести температурные условия подземной разработки месторождений, расположенных в зоне многолетней мерзлоты.

Для физического моделирования торцевого выпуска использовались: в качестве руды — мраморная крошка, вмещающих пород — железистый кварцит. Использование последнего позволило применить магнитную сепарацию при определении разубоживания в дозе выпуска.

Необходимый гранулометрический состав руды и породы обеспечивался ситованием на геологических ситах с диаметром отверстий 5 мм и 15 мм.

Выбор реагентов для обработки руды, препятствующих ее смерзанию при выпуске, проводился исходя из условий применения. Анализ научно-технической литературы показал, что наибольшее распространение в качестве средств предотвращения смерзания отбитой руды получили растворы хлоридов натрия, калия и магния [9–11].

В качестве реагентов при проведении экспериментов по оценке влияния минерализации поровой влаги на показатели извлечения запасов при выпуске руды, склонной к повторному смерзанию в условиях отрицательных температур очистного пространства месторождений криолитозоны, были приняты наиболее доступные и дешевые растворы хлорида кальция ($CaCl_2$) и хлорида натрия (NaCl).

Исходя из данных научно-технической литературы и температурных условий подземной разработки рудных месторождений криолитозоны (средняя температура многолетнемерзлых горных пород –5 °С ÷ –8 °С), были приняты следующие концентрации растворов: 10% хлорида кальция ($CaCl_2$) и 15% хлорида натрия (NaCl).

Одна из важнейших характеристик предотвращения смерзаемости сыпучих материалов — расход раствора изменялся в ходе эксперимента и составлял 2,5 л/т; 5 л/т; 7,5 л/т и 10 л/т для каждой серии.

Эксперимент проводился в следующем порядке. Перед началом эксперимента дробленая руда и порода размещались в отдельных пластиковых емкостях слоями не более 50 мм и взвешивались с точностью до грамма. Емкости вместе со стендом помещались в морозильную камеру с устойчивой температурой –5 °С и выдерживались не менее 3 ч. По истечении этого времени выполнялся контрольный замер температуры дробленой руды и породы бесконтактным термометром Raynger ST20. При достижении температуры материала –5 °С приступали к увлажнению и обработке реагентом.

Увлажнение дробленой руды и породы проводили распылением расчетного количества воды с помощью рассеивателя с одновременным интенсивным перемешиванием материала. Температура воды составляла от +3 до +5 °С.

Затем приступали к обработке увлажненной рудной массы расчетным количеством реагента. Равномерное распределение раствора достигалось орошением из рассеивателя с одновременным перемешиванием.

По окончании увлажнения материал немедленно размещался в стенде с помощью подвижного шибера следующим образом. В положении, обеспечивающем необходимый объем, устанавливалась шиберная заслонка. Сначала засыпался слой дробленой руды высотой 100 мм, а затем слой дробленой породы, равный по высоте. Операции повторялись до заполнения рудой необходимого объема. После этого шибер извлекался. Далее, сверху слоями по 100 мм досыпался требуемый объем дробленой породы до отметки на стенке стенда.

Все операции (увлажнение материала, заполнение стенда) производились в криокамере при температуре –5 °С.

Готовый для проведения исследований стенд выдерживался в неподвижном состоянии в течение требуемого расчетного времени.

После этого приступали к торцевому выпуску руды. Через выпускную выработку стенда металлической лопаткой выгребалась руда в объеме, соответствующем дозе выпуска 50 г, взвешивалась и высыпалась в контрольную пластиковую емкость № 1.

Затем способом магнитной сепарации производилось отделение примешанной пустой породы и ее взвешивание. Очищенная руда высыпалась в контрольную пластиковую емкость № 2.

Промежуток времени между выемочными операциями рассчитывался как продолжительность цикла доставки в масштабе $C_t = \sqrt{C_L} = 7$.

Торцевой выпуск продолжался до достижения разубоживания в дозе выпуска значения ⩾50% или до момента зависания руды вследствие смерзания (рис. 1).

После остановки или завершения выпуска выполнялось взвешивание контрольной емкости с рудной массой на весах с точностью до 0,1 г и определялись показатели потерь и разубоживания в весовом выражении. Все данные с начала и до конца эксперимента фиксировались и заносились в таблицу. Далее проводилась обработка результатов, обобщение и построение графика зависимостей.

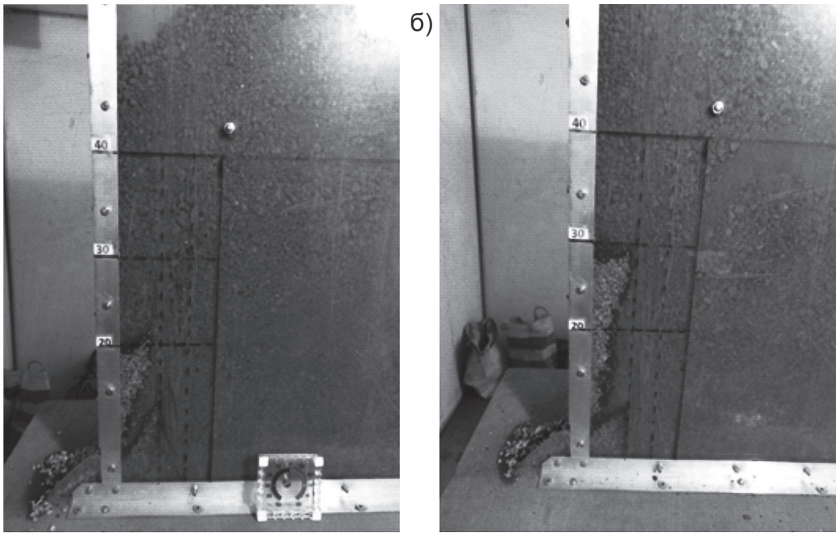

Рис. 1. Окончание эксперимента по торцевому выпуску при обработке рудной массы 15% раствором хлорида натрия (NaCl): при расходе реагента 5 л/т (а); при расходе 15 л/т (б)

Fig. 1. Final stage of experimental sublevel caving after ore treatment by 15 percent sodium chloride NaCl at consumption of (a) 5 l/t and (b) 15 l/t

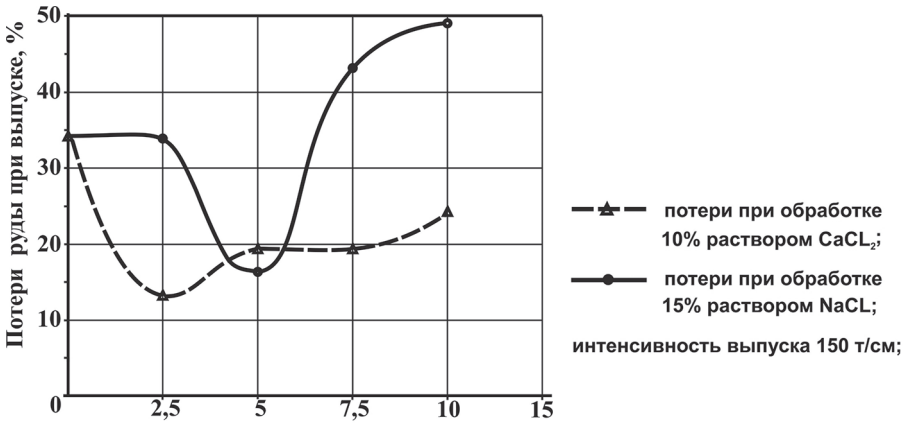

Рис. 2 Влияние изменения минерализации поровой влаги на потери руды при выпуске
Fig. 2. Influence of changed mineralization of void water on ore loss in drawing

Результаты

В ходе исследований получены следующие результаты (рис. 2).

• Установлено, что в случае применения 10% раствора хлорида кальция ($CaCl_2$) в количестве 2,5 л/т при выпуске отбитой руды с влажностью 1,0% происходит значительное снижение ее потерь (на 20,7%). Дальнейшее увеличение расхода раствора до 10 л/т приводит к снижению сыпучих свойств руды и возрастанию ее потерь в блоке (с 13,5% до 24%).

• Применение 15% раствора хлорида натрия (NaCl) при аналогичных параметрах влажности и расходе 5 л/т приводит к снижению потерь выпускаемой руды вследствие смерзания на 16,5%. Увеличение расхода раствора до 10 л/т приводит к значительному возрастанию потерь (до 48%) (рис. 2).

Обсуждение результатов

Характер изменения показателей извлечения при торцевом выпуске руды после обработки растворами солей рудной массы, склонной к повторному смерзанию, показывает техническую возможность применения профилактических средств в условиях отрицательных температур подземной разработки рудных месторождений криолитозоны. Вместе с тем выявлено негативное влияние на эффективность выпуска отбитой руды увеличения расхода растворов выше оптимального, вызывающее снижение ее сыпучих свойств, что показывает необходимость точной дозировки реагента не только с точки зрения сокращения его расхода, но и возможности возникновения дополнительных потерь при выпуске.

Ограничения исследования и обобщение его результатов; предложения по практическому применению

Следует учитывать, что установленные зависимости справедливы только для конкретных термовлажностных условий проведенных экспериментов, но полученные результаты впервые позволяют оценить эффективность применения реагентов, препятствующих смерзанию отбитой руды в подземных условиях при отрицательных температурах рудничного воздуха и вмещающих горных пород.

Полученные результаты будут использованы при разработке рекомендаций по технологии выпуска руды из блока, обеспечивающей безопасную и

эффективную отработку запасов месторождения в условиях отрицательных температур очистного пространства.

Предложения по направлению будущих исследований

Для разработки эффективных мероприятий по борьбе с смерзанием руды в очистном пространстве при подземной разработке рудных месторождений криолитозоны с использованием реагентов необходимо продолжить исследования с учетом более широкого спектра термомеханических условий разработки.

Заключение

Экспериментальными исследованиями установлен характер изменения показателей полноты извлечения руды, склонной к повторному смерзанию, при системе подэтажного обрушения с торцевым выпуском после обработки ее растворами солей различной концентрации.

Обоснована оптимальная величина расхода растворов солей NaCl и CaCl для предотвращения смерзания отбитой руды в блоке при ее выпуске в условиях отрицательных температур очистного пространства при подземной разработке Нежданинского золоторудного месторождения, что позволило существенно (в 1,7 и 2,0 раза соответственно) снизить потери руды по сравнению с выпуском без использования минерализации поровой влаги.

Полученные результаты являются основой для разработки рекомендаций по технологии выпуска руды из блока, обеспечивающей безопасную и эффективную отработку запасов месторождения в криолитозоне.

Авторы статьи выражают признательность коллегам, принимавшим участие в проведении исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Shekhar G., Gustafson A., Schunnesson H.* Draw control strategy and resource efficiency in sublevel caving. State-of-the-art. Research report. Luleå University of Tecnology, Luleå 2017, 96 p.

2. *Nordqvist A., Wimmer X.* Holistic approach to study gravity flow at the Kiruna sublevel caving mine / Proceedings Seventh International Conference and Exhibition on Mass Mining (Mass Min 2016). Sydney. 2016. Pp. 401 — 414.

3. *Голик В. И.*, *Белодедов А. А.*, *Логачев А. В.*, *Шурыгин Д. Н.* Совершенствование параметров выпуска руд при подэтажном обрушении с торцовым выпуском // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. — 2018. — № 1. — С. 150 — 159.

4. *Zong-Xian Zhang* Failure of hanging roofs in sublevel caving by shock collision and stress superposition // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2016. Vol. 8. No 6. Pp. 886 — 895.

5. *Matthews T.* Dilution and ore loss projections: Strategies and considerations / SME Annual Conference and Expo and CMA 117th National Western Mining Conference. Mining: Navigating the Global Waters. Denver, United States. 15–18 February 2015. Pp. 529–532.

6. *Yu K., Ren F., Chitombo G., Puscasu R., Kang L.* Optimum sublevel height and drift spacing in sublevel cave mining based on random medium theory // Mining, Metallurgy & Exploration. 2020. Vol. 37. Pp. 681–690.

7. *Эвертовский В. М.* Системы подземной отработки с массовым обрушением руды // Золотодобыча. — 2014. — № 193, Декабрь. URL: http://zolotodb.ru/news/11164 (дата обращения: 17.06.2017).

8. *Skawina B., Greberg J., Salama A., Gustafson A.* The effects of orepass loss on loading, hauling, and dumping operations and production rates in a sublevel caving mine // Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2018, Vol. 118, Pp. 409–418.

9. *Гущин А. А.*, *Ермаков А. Ю.*, *Мирошников А. М.* Аналитический обзор реагентов для предотвращения смерзания угля // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2016. — № 3. — С. 256 — 268.

10. *Шишкин Ю. П.*, *Микулевич А. П.*, *Бураков А. М.* Экспериментальные исследования безвзрывного разупрочнения многолетнемерзлых пород на алмазоносном месторождении // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. — 1990. — № 4. — С. 79 — 84.

11. *Курилко А. С.*, *Каймонов М. В.* К вопросу вторичного смерзания минерального сырья в процессе его добычи на рудниках Севера // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2005. — ОВ 3. — С. 290–297.

12. *Зубков В. П.*, *Петров Д. Н.* Влияние интенсивности торцевого выпуска руды из блока на потери запасов при подземной отработке месторождений криолитозоны системами с подэтажным обрушением // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2019. — № 8. — С. 5 — 13.

13. *Башков В. И.*, *Копытов А. И.* Расчет параметров и конструктивное оформление варианта системы разработки подэтажного обрушения с торцовым выпуском руды // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2015. — № 2. — С. 75 — 77.

14. *Голик В. И.*, *Лукьянов В. Г.*, *Комащенко В. И.* Моделирование качества руд при технологии с обрушением // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2016. — Т. 327. — № 10. — С. 6–12. ГИАБ

REFERENCES

1. Shekhar G., Gustafson A., Schunnesson H. *Draw control strategy and resource efficiency in sublevel caving. State-of-the-art. Research report.* Luleå University of Tecnology, Luleå 2017, 96 p.

2. Nordqvist A., Wimmer X. Holistic approach to study gravity flow at the Kiruna sublevel caving mine. *Proceedings Seventh International Conference and Exhibition on Mass Mining (Mass Min 2016)*. Sydney. 2016. Pp. 401 — 414.

3. Golik V. I., Belodedov A. A., Logachev A. V., Shurygin D. N. Improvement of parameters of production of ores at the subfloor collapse with face release. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta, Nauki o zemle*. 2018, no 1, pp. 150 — 159. [In Russ].

4. Zong-Xian Zhang Failure of hanging roofs in sublevel caving by shock collision and stress superposition. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*. 2016. Vol. 8. No 6. Pp. 886 — 895.

5. Matthews T. Dilution and ore loss projections: Strategies and considerations. *SME Annual Conference and Expo and CMA 117th National Western Mining Conference. Mining: Navigating the Global Waters*. Denver, United States. 15–18 February 2015. Pp. 529–532.

6. Yu K., Ren F., Chitombo G., Puscasu R., Kang L. Optimum sublevel height and drift spacing in sublevel cave mining based on random medium theory. *Mining, Metallurgy & Exploration*. 2020. Vol. 37. Pp. 681–690.

7. Evertovskiy V. M. Underground mining method with ore bulk caving. *Zolotodobycha*. 2014. No 193, available at: http://zolotodb.ru/news/11164 (accessed 17.06.2017). [In Russ].

8. Skawina B., Greberg J., Salama A., Gustafson A. The effects of orepass loss on loading, hauling, and dumping operations and production rates in a sublevel caving mine. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 2018, Vol. 118, Pp. 409–418.

9. Gushchin A. A., Ermakov A. Yu., Miroshnikov A. M. Analytical review of the reactants in order to prevent freezing of coal. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2016, no 3, pp. 256 — 268. [In Russ].

10. Shishkin Yu. P., Mikulevich A. P., Burakov A. M. Experimental studies of non-explosive softening of permafrost in a diamondiferous deposit. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh*. 1990, no 4, pp. 79 — 84. [In Russ].

11. Kurilko A. S., Kaymonov M. V. On the issue of secondary freezing of mineral raw materials in the process of their extraction in the mines of the North. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2005. Special edition 3, pp. 290–297. [In Russ].

12. Zubkov V. P., Petrov D. N. Influence of intensity of ore drawing on losses in sublevel caving in permafrost zone. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019, no 8, pp. 5 — 13. [In Russ].

13. Bashkov V. I., Kopytov A. I. Calculation of parameters and constructive design options of developing sublevel caving with mechanical release of ore. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2015, no 2, pp. 75 — 77. [In Russ].

14. Golik V. I., Luk'yanov V. G., Komashchenko V. I. Modeling ore quality using ore caving technique. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2016. vol. 327, no 10, pp. 6–12. [In Russ].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Зубков Владимир Петрович[1] — канд. техн. наук,
старший научный сотрудник, зам. директора по научной работе,
e-mail: zubkov@igds.ysn.ru,
Петров Дмитрий Николаевич[1] — канд. техн. наук,
зав. лабораторией, e-mail: petrovdn74@mail.ru,
[1] Институт горного дела Севера им. Н.В. Черского СО РАН.
Для контактов: Зубков В.П., e-mail: petrovdn74@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

V.P. Zubkov[1], Cand. Sci. (Eng.), Senior Researcher,
Deputy Director for Science, e-mail: zubkov @igds.ysn.ru,
D.N. Petrov[1], Cand. Sci. (Eng.), Head of Laboratory,
e-mail: petrovdn74@mail.ru,
[1] Chersky Mining Institute of the North, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
677980, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia.
Corresponding author: V.P. Zubkov, e-mail: petrovdn74@mail.ru.

Получена редакцией 27.04.2020; получена после рецензии 25.08.2020; принята к печати 10.11.2020.
Received by the editors 27.04.2020; received after the review 25.08.2020; accepted for printing 10.11.2020.

ОТ РЕДАКЦИИ

В Горном информационно-аналитическом бюллетене № 10, 2020 г. в статье авторов Осипова Ю.В., Кошелева А.Е., Вознесенского А.С. «Экспериментальные исследования деформационных свойств бишофита» на с. 5, 11 допущены технические ошибки:

№ стр.	Опубликовано	Должно быть
5	Yu.V. Osipov, A.V. Koshelev, A.S. Voznesenskii	Yu.V. Osipov, A.E. Koshelev, A.S. Voznesenskii
11	Table 2	Table 2

Mean	623	3875	0,40
Standard deviation	240	687	0,09
Variation coefficient, %	39	18	24

Mean	2642	26 232	0,22
Standard deviation	746	3040	0,04
Variation coefficient, %	28,2	11,6	16,3