

Код МРНТИ 52.31.47

Ю.Н. Шапошник², А.И. Конурин², С.Н. Шапошник³, *Л.А. Крупник¹¹Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан),²Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН (г. Новосибирск, Россия),³Восточно-Казахстанский технический университет (г. Усть-Каменогорск, Казахстан)

ЗАКЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ НА ПОДЗЕМНЫХ РУДНИКАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Аннотация. Проанализированы применяемые в настоящее время технологии закладочных работ на рудниках Крайнего Севера. Дано описание применения льда и льдопородной закладки при отработке рудных месторождений в криолитозоне. Приведены сведения о технологии приготовления бутобетона на руднике «Баркачан» и его прочности в пределах 2,5 ... 10,0 МПа. Дано описание технологии возведения закладочного массива на россыпном месторождении в криолитозоне. Проанализированы прочность на одноосное сжатие образцов льдопородной закладки, состоящей из смеси алевролитов темно-серого цвета слоистых с редкими кварц-карбонатными прожилками и с рассланцованными алевролитами темно-серого, коричнево-серого цвета и воды. Приведены сведения о напряженно-деформированном состоянии массива и влияние на процесс упрочнения при использовании добавок типа Rock Support. Проведены лабораторные исследования прочностных свойств льдопородной и бутобетонной закладки. Дана оценка устойчивости горнотехнической конструкции, а также элементов систем разработки (камерной с льдопородной закладкой, с формированием бутобетонных целиков, с породной закладкой) на основе напряженно-деформированного состояния (НДС) массива пород. На основе результатов численного моделирования рекомендованы безопасные параметры геотехнологий для выделенных интервалов глубин месторождений Крайнего Севера.

Ключевые слова: закладочные работы, льдопородная закладка, бутобетонная закладка, криолитозона, алевролиты, прочность, геомеханическое моделирование.

Қыырда Солтүстіктегі жер асты кеніштеріндегі қағу жұмыстары

Аннотация. Қыыр Солтүстік кеніштерінде қазіргі уақытта қолданылып жатқан толтыру технологиялары талданады. Мәңгілік мұз аймағындағы кен орындарын игеруде мұзды және мұзды жыныстарды толтыруды пайдаланудың сипаттамасы берілген. «Баркачан» шахтасында қиыршық бетонды дайындау технологиясы және оның 2,5 ... шегінде беріктігі туралы мәліметтер. 10,0 МПа. Мәңгілік мұз аймағындағы шөгінді кен орында толтыру массивін салу технологиясының сипаттамасы берілген. Сирек кварц-карбонатты тамырлар мен қырылған кара сұр, қоңыр сұр алевролиттер мен суы бар кара-сұр қабатты алевролиттердің қоспасынан тұратын мұз қабатының үлгілерінің бір осығи сығымдалу күші талданды. Массивтің кернеулі-деформациялық күйі және тау жыныстарының тірек түріндегі қоспаларды қолдану кезінде қатаю процесіне әсері туралы мәліметтер келтірілген. Мұз-тас және қиыршық-бетон төсемдерінің беріктік қасиеттеріне зертханалық зерттеулер жүргізілді. Тау-кен құрылымының орнықтылығына, сондай-ақ игеру жүйелерінің элементтеріне (мұзды жынысты толтырумен, қиыршық бетон тіректермен, тау жыныстарын толтырумен) кернеу-деформациялық күйге (ЖКҚ) негізделген баға берілді. жыныс массасынан. Сандық модельдеу нәтижелері бойынша Қыыр Солтүстік кен орындарының таңдалған терендік интервалдары үшін геотехнологияның қауіпсіз параметрлері ұсынылады.

Түйінді сөздер: толтыру, мұзды жыныстарды толтыру, қиыршық бетонды толтыру, мәңгі тоң аймағы, алевролит, беріктік, геомеханикалық модельдеу.

Stacking works at underground mines in the Far North

Annotation. The currently used backfilling technologies in the mines of the Far North are analyzed. A description is given of the use of ice and ice-rock filling in the development of ore deposits in the permafrost zone. Information about the technology of preparation of rubble concrete at the mine «Barkachan» and its strength within 2.5 ... 10.0 MPa. A description of the technology for the construction of backfill mass at a placer deposit in the permafrost zone is given. The uniaxial compressive strength of samples of ice backfill consisting of a mixture of dark gray layered siltstones with rare quartz-carbonate veinlets and sheared dark gray, brown gray siltstones and water was analyzed. Information about the stress-strain state of the mass and the effect on the hardening process when using additives of the Rock Support type is given. Laboratory studies of the strength properties of ice-rock and rubble-concrete backfills have been carried out. An assessment is given of the stability of the mining structure, as well as the elements of development systems (chamber with ice-rock backfill, with the formation of rubble concrete pillars, with rock backfill) based on the stress-strain state (SSS) of the rock mass. Based on the results of numerical modeling, safe parameters of geotechnologies are recommended for the selected depth intervals of the fields of the Far North.

Key words: backfilling works, ice rock backfilling, rubble concrete backfilling, permafrost zone, siltstones, strength, geomechanical modeling.

Введение

В последние годы на золоторудных месторождениях Крайнего Севера для отработки запасов руд, находящихся в границах вечномёрзлых пород, широко применяется бутобетонная и льдопородная закладка (ЛПЗ) при камерных системах разработки со сплошной и камерно-целиковой выемкой [1].

При отработке рудных месторождений в криолитозоне впервые в достаточно крупном промышленном объеме льдозакладка была применена на рудниках Норильского горно-металлургического комбината [2]. На сегодняшний день на подземных рудниках публичного акционерного общества «Горно-металлургическая компания «Норильский никель» твердеющая закладка нашла широкое применение при отработке богатых руд на достаточно больших глубинах вне зоны вечной мерзлоты.

В 80-х годах XX века Институтом горного дела Севера СО РАН была разработана и впоследствии внедрена в промышленных масштабах на золоторудном месторождении Бадран (Якутия) технология камерной выемки руды с льдопородной закладкой [3].

Для месторождений, расположенных в криолитозоне, существенным является необходимость промораживания льдопородной закладки при отрицательных температурах, в связи с чем закладочные работы ведутся в холодное время года (с середины октября до середины апреля). Интенсивность закладочных работ определяется интенсивностью промерзания закладочного материала. Так, на руднике «Бадран» вторичные камеры обрабатываются после набора льдопородными целиками (отработанными и заложенными камерами первой очереди) нормативной прочности на одноосное сжатие не менее 3,0 МПа. Продолжительность естественного промерзания заложенных первичных камер составляет 4-8 месяцев. Основой безопасности отработки вторичных камер является полное промерзание заложенных камер, отсутствие пустот между льдопородным целиком и кровлей выработанного пространства (полнота заполнения закладываемой камеры).

При достижении горных работ нижней границы мерзлоты устойчивость обнажений снижается, учащаются случаи вывалов и локальных обрушений, наблюдается разрушение крепи подготовительных выработок [4].

Исследования деформационно-прочностных свойств пород показало, что на прочностные свойства вмещающих пород отрицательно сказывается повышение температуры массива и увлажнение горных пород [5]. При этом повышение температуры горных пород исключает возможность применения системы разработки с льдопородной закладкой.

В переходных и таликовых зонах возможно применение сплошной системы разработки с использованием сухой породной или бутобетонной закладки. Так, в последние годы на подземных рудниках Крайнего Севера компании АО «Полиметалл» широко внедряется бутобетонная закладка.

Приготовление бутобетона на руднике «Биркачан» компании АО «Полиметалл» производится в следующем порядке. В ковше погрузочно-доставочной машины (ПДМ) доставляется мелкая фракция породы от проходки горных выработок и цемент в упаковке массой 900 кг до зумпфа для приготовления бутобетонной смеси. Объем зумпфа составляет около 40 м³ (рис. 1).



а) б)

Рис. 1. Фотографии зумпфа для приготовления бутобетонной смеси (а) и закладочного бутобетонного массива на руднике «Биркачан» (б).

Сурет 1. «Биркачан» кенішіндегі үйінді бетон қоспасын дайындауға арналған шұңқырдың фотосуреттері (а) және қиыршық бетон массасын толтыру (б).

Figure 1. Photographs of the sump for the preparation of rubble concrete mixture (a) and backfilling of rubble concrete mass at the «Birkachan» mine (b).

Вода доставляется ПДМ в емкости 1 м³. Далее ковшем ПДМ производится перемешивание цемента и воды. После перемешивания и получения цементного молочка засыпается порода и производится дальнейшее переме-

шивание до получения бутобетона. Готовая закладочная смесь транспортируется в очистную камеру.

Состояние возведенных бутобетонных целиков на руднике «Биркачан» удовлетворительное, прочность закладки варьируется от 2,5 до 10,0 МПа, составляя в среднем 8,4 МПа, наблюдается равномерная пропитка цементного раствора по породной массе.

Однако, широкое внедрение бутобетонной закладки в криолитозоне сдерживается негативным влиянием отрицательных температур шахтного воздуха на процесс затвердения закладочных компонентов при производстве закладочных работ. Кроме того, из-за высоких логистических затрат на доставку больших объемов вяжущего в районы Крайнего Севера затраты на приготовление бутобетонной закладки на сегодняшний день достаточно высоки.

В настоящее время назрела проблема разработки рациональной технологии ведения закладочных работ при использовании ЛПЗ на подземных рудниках в криолитозоне в районах Крайнего Севера, позволяющая обеспечивать необходимую прочность закладочных массивов в ранние сроки, тем самым повысить интенсивность отработки россыпей в условиях вечной мерзлоты.

Разработка технологии возведения закладки на россыпях в криолитозоне.

На одном из золоторудных месторождений, расположенного в зоне сплошного развития многолетнемерзлых пород в Магаданской области, приняты следующие системы разработки с использованием ЛПЗ [6]:

- сплошная система разработки;
- камерная система разработки с камерно-целиковой выемкой (рис. 2).

Вмещающие породы россыпи по критерию устойчивости находятся между среднеустойчивыми и неустойчивыми, ближе к неустойчивым. Глубина залегания от поверхности – до 200 м. Мощность золотоносного пласта колеблется от 0,6 до 2,6 м, составляя в среднем 1,8 м, мощность песков колеблется от 0,5 до 1,6 м. Средняя мощность торфов – 61,7 м. Температура пород по плотности от 0 до -2°С.

При глубине залегания россыпи от поверхности 200 м и высоте обнажаемой части закладочного массива 2,5 м установлена нормативная прочность льдопородной закладки в зависимости от конструктивных параметров системы разработки:



Рис. 2. Конструкция камерной системы разработки с камерно-целиковой выемкой в криолитозоне.

Сурет 2. Мәңгілік мұз аймағындағы камералы-тұтас қазбасы бар камералық тау-кен жүйесінің жобасы.

Figure 2. The design of a chamber mining system with a chamber-pillar excavation in the permafrost zone.

- на стадии обработки камер под защитой рудных целиков 0,6 МПа;

- на стадии выемки рудных целиков 3,0 МПа.

Полученные данные хорошо согласуются с результатами ранее выполненных исследований. Так, в работе [7] при аналогичных условиях с небольшими отклонениями при глубине горных работ 250 м и расстоянии между осями рудных целиков, обрабатываемыми в последнюю очередь 40 м, нормативная прочность закладки составляет:

- на стадии обработки камер под защитой рудных целиков при ширине камеры 2 и 3 м, соответственно, 0,5 и 0,4 МПа;

- на стадии обработки рудных целиков при ширине камеры: а = 2 и 3 м, соответственно, 4,8 и 2,7 МПа.

Полученные значения нормативной прочности на стадии обработки камер под защитой рудных целиков и на стадии выемки рудных целиков сравниваем с нормативной прочностью закладки в вертикальном обнажении и из них выбираем наибольшее. Нормативную прочность закладочного массива по условию устойчивости вертикальных обнажений при высоте закладочного массива до 10 м принимаем равным 1,0 МПа. Окончательно принимаем нормативную прочность льдопородной закладки 3,0 МПа.

На основании проведенных лабораторных испытаний (рис. 3) установлено, что прочность на одноосное сжатие образцов ЛПЗ, состоящей из смеси алевролитов темно-серого цвета слоистых с редкими кварц-карбонатными прожилками с рассланцованными алевролитами темно-серого, коричневатого-серого цвета и воды (20%), при температуре промораживания образцов закладки -2...-4°C достигает 0,71-1,18 МПа (модуль деформации 40,96-97,21 МПа), при предварительно промораживаемых породах – 0,71-0,81 МПа (модуль деформации 0,043-0,064 МПа).



а)

б)

Рис. 3. Испытания образца льдопородной закладки без добавок (а) и с добавлением сухой смеси Rock Support (0,6 л воды на 1 кг сухой смеси) (б) на предел прочности на одноосное сжатие.

Сурет 3. Қоспаларсыз мұзды толтыру үлгісін сынау (а) және тау жыныстарының құрғақ қоспасын (1 кг құрғақ қоспаға 0,6 л су) қосу арқылы (б) бір осьті қысу беріктігіне.

Figure 3. Tests of an ice backfill sample without additives (a) and with the addition of a dry mixture of Rock Support (0.6 l of water per 1 kg of dry mixture) (b) for uniaxial compressive strength.

Прочность образцов ЛПЗ при температуре промораживания образцов закладки -2...-4°C с добавлением сухой смеси Rock Support на одноосное сжатие в возрасте 7 суток при водотвердом отношении воды к сухой смеси составила:

- при добавлении 0,4 л воды на 1 кг сухой смеси – 6,62 МПа (модуль деформации 1,216 МПа);

- при добавлении 0,6 л воды на 1 кг сухой смеси – 2,81 МПа (модуль деформации 0,208 МПа).

Результаты лабораторных испытаний ЛПЗ представлены на рис. 4.

В рамках данной работы были проведены геомеханические расчеты в программе Rocscience для условий обработки очистной заходки по пескам и между двумя заложеными ЛПЗ смежными камерами.

Граничные условия при численном моделировании:

- соотношение главных напряжений на месторождении $\sigma_1 = 8,1$ МПа; $\sigma_3 = 2,7$ МПа; $\sigma_z = 5,4$ МПа;

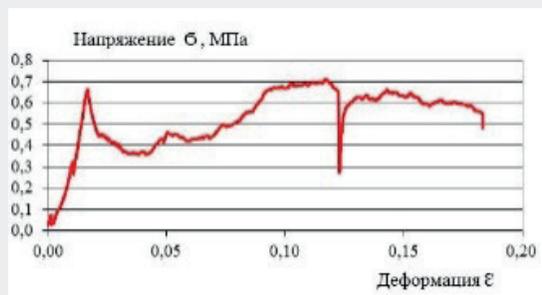
- сечение очистной заходки в стадии обработки $S = 6,25$ м² (2,5×2,5 м), выработка проходится в илах со следующими деформационно-прочностными свойствами: $\sigma_1 = 8,1$ МПа; $\sigma_3 = 2,7$ МПа; $\sigma_z = 5,4$ МПа; модуль Юнга $E_m = 16,987$ ГПа; коэффициент Пуассона – 0,25; прочность рассланцованных илов на одноосное растяжение $\sigma_r = 0,252$ МПа; сцепление $C = 14,7$ МПа; угол внутреннего трения – 31°;

- сечение смежных камер, обработанных и заложённых ЛПЗ $S = 7,5$ м² (3,0×2,5 м), деформационно-прочностные свойства ЛПЗ: приведенный модуль Юнга $E_m = 0,8$ ГПа; коэффициент Пуассона – 0,3; прочность илов на одноосное сжатие $\sigma_{сж} = 3,0$ МПа; сцепление $C = 0,8$ МПа; угол внутреннего трения – 25°; плотность илов 1,99 т/м³.

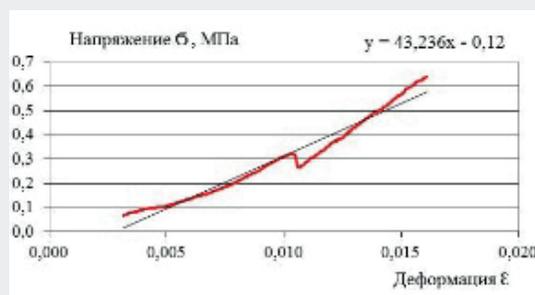
Как показывают результаты моделирования, выработка прямоугольной формы сечением $S = 6,25$ м² сохраняет свою устойчивость во вмещающих породах, таких как алевролиты с прочностью на одноосное сжатие 48,1 и 73,8 МПа. При проходке выработки по пескам (илам и речникам с прочностью на одноосное сжатие 2,52; 2,6 и 3,36 МПа) потеря устойчивости обнажений наблюдается в бортах горных выработок.

Как видно из рис. 5 распределение напряжений и коэффициента запаса прочности, зоны разрушения сконцентрированы со стороны льдопородного закладочного массива, в основном в угловых областях в кровле и почве искусственного массива. Чтобы снизить высокое НДС массива вокруг очистного забоя предполагается крепление кровли очистной заходки анкерами и деревянными стойками по бортам очистной заходки с отшивкой плахой $\delta = 50-70$ мм, в крайнем случае – металлической рамной крепью.

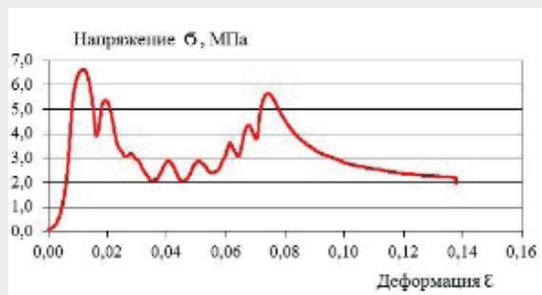
В условиях отрицательных температур шахтного воздуха весьма существенным является количество выделяемого тепла, продолжительность тепловыделения и влияние его на повышение температуры закладочного массива при применении сухой смеси Rock Support [8]. Характерной особенностью данной реакции является экзотермичность. Выделившееся тепло разогревает закладочный массив, теплообмен которого с рудничным воздухом и вмещающими горными породами в конечном итоге может привести к их растеплению и обрушению [9].



а)



б)



в)

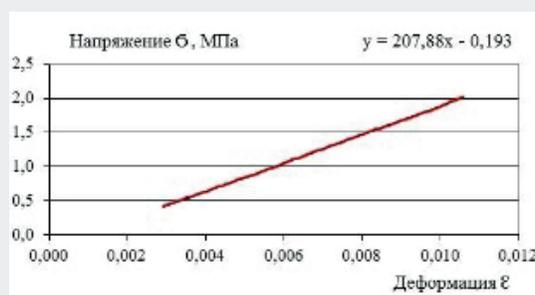
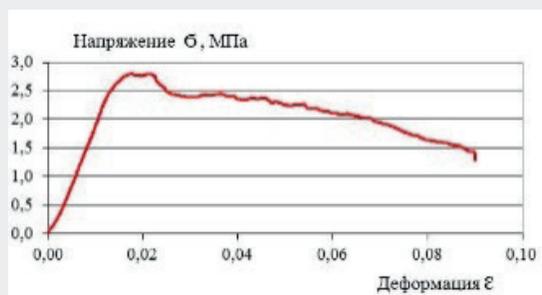
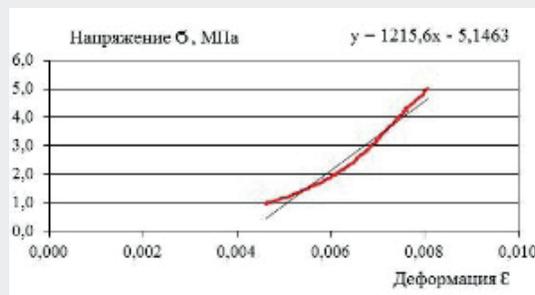
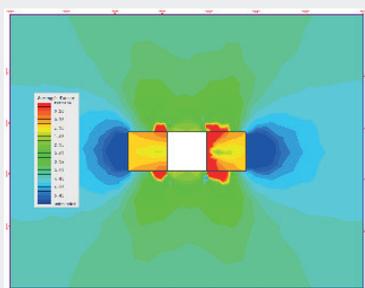
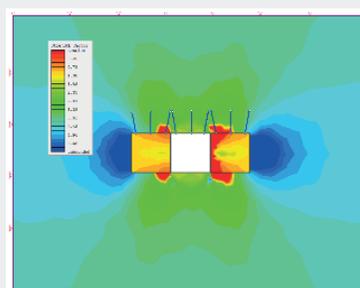


Рис. 4. Данные испытаний образца закладки без добавок при одноосном сжатии при температуре -4°C : диаграмма «напряжение σ – деформация ϵ » и определение модуля деформации E: а) без добавок; б) с добавкой 0,4 л воды на 1 кг сухой смеси Rock Support; в) с добавкой 0,6 л воды на 1 кг сухой смеси Rock Support.
Сурет 4. -4°C температурада бір осьті сығымдау кезінде толтыру үлгісінің сынау деректері: «кернеу σ – деформация ϵ » диаграммасы және E деформация модулін анықтау: а) қоспасыз; б) 1 кг Rock Support құрғақ қоспасына 0,4 л су қосу арқылы; в) 1 кг Rock Support құрғақ қоспасына 0,6 л су қосу арқылы.
Figure 4. Test data of the backfill sample without additives under uniaxial compression at a temperature of -4°C : diagram «stress σ – strain ϵ » and determination of the deformation modulus E: a) without additives; b) with the addition of 0.4 l of water per 1 kg of Rock Support dry mix; c) with the addition of 0.6 l of water per 1 kg of Rock Support dry mix.



а)



б)

Рис. 5. Коэффициент запаса прочности очистной выработки сечением $S = 6,25 \text{ м}^2$, пройденной в илах на контакте с заложенными ЛПЗ камерами (а) и закрепленной анкерной крепью (б).
Сурет 5. LPZ (а) және бекітілген анкерлік болттармен (б) төселген камералармен жанасу кезінде лайларға өткен $S = 6,25 \text{ м}^2$ секциямен жұмыс істейтін стопаның қауіпсіздік коэффициенті.
Figure 5. Safety factor of a stope working with a section $S = 6.25 \text{ m}^2$, passed through the silts at the contact with the chambers laid down by the LPZ (a) and fixed anchor bolting (b).

Добавки типа Rock Support в составе ЛПЗ по утверждению производителя добавок возможно использование их при температуре окружающей среды не менее минус 15°C. Применение добавок типа Rock Support даст возможность повысить прочность ЛПЗ, а также не приведет к растрескиванию массива горных пород, а, следовательно, сохранит его устойчивость.

Выводы

1. Выполнен комплекс лабораторных исследований по определению физико-механических и деформационно-прочностных свойств руд и вмещающих пород золоторудного месторождения Бадран с обоснованием их значений для 3-D моделирования НДС нетронутого и нарушенного горными работами массива, а также горнотехнических конструкций.

2. В результате лабораторных исследований установлено, что вмещающие породы, такие как песчаники и алевролиты, в соответствии с ГОСТ 31436-2011 могут применяться в качестве сухой породной закладки для формиро-

вания закладочных породных массивов в отработанных выработанных пространствах.

3. Разработана прогнозная геомеханическая модель месторождения Бадран, включающая отработку трех рудных столбов до горизонта +520 м. Определены условия и безопасные параметры систем разработки в зависимости от степени нарушенности массива горных пород. Получена прогнозная оценка геомеханических условий отработки месторождения с использованием камерной системы с льдопородной закладкой, сплошной технологии с креплением и последующей закладкой выработанного пространства и камерно-столбовой геотехнологии, которая дает полное представление об устойчивости массива горных пород, а также о состоянии горнотехнической конструкции, сложившейся в результате ведения очистных работ. Последнее позволяет обосновано рекомендовать для погашения запасов на больших глубинах в условиях нарушенности массива от ниже средней до малой степени (значение коэффициента структурного ослабления более 0,3) сплошной системы разработки с креплением и последующей закладкой выработанного пространства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н., Нуршайықова Г.Т., Зайцев И.Г. Опыт применения льдопородной и бутобетонной закладки на подземных рудниках Крайнего Севера // *Мат. межд. науч.-практ. конф. «Недра Казахстана – основа стабильности и процветания страны», посвященной 120-летию К.И. Сатпаева, Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2019. – С. 182-185 (на русском языке)*
2. Райс В.В. Определение параметров технологии с замораживаемой закладкой выработанного пространства при отработке ценных руд жильных месторождений в криолитозоне. Дис. ... канд. техн. наук, Санкт-Петербургский горный университет, 2019. – С. 215 (на русском языке)
3. Петров Д.Н. Анализ и обобщение опыта применения смерзающихся закладочных опор при разработке месторождений криолитозоны // *Исследования по инженерно-физическим проблемам Севера. – Якутск. – 2003. – С. 90-95 (на русском языке)*
4. Петров А.Н., Петрова Л.В., Сивцева А.И., Алексеев А.М. Отработка нижних горизонтов золоторудного месторождения Бадран с применением самоходного оборудования // *Известия Тульского государственного университета. Науки о земле, Вып. 2, 2019. – С. 175-184 (на русском языке)*
5. Необутов Г.П., Зубков В.П., Петров Д.Н. Оценка устойчивости обнажений массива горных пород в условиях подземной разработки месторождений криолитозоны // *Научное обозрение, 2014. – №8. – С. 941-944 (на русском языке)*
6. РД 06-326-99. Инструкция по разработке многолетнемерзлых россыпей подземным способом (камерные и столбовые системы разработки). – М.: Гостехнадзор России, 2000. С. – 112 (на русском языке)
7. Петров Д.Н. Обоснование рациональных параметров формирования льдопородной закладки при подземной разработке месторождений криолитозоны. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук, Якутск, 2014. С. – 22 (на русском языке)
8. Руденко Д.В. Методы расчета параметров прогрева бетона при помощи греющих проводов, СПбГАСУ, 2007. С. – 11 (на русском языке)
9. Казаков Б.П., Зайцев А.В., Шалимов А.В. Влияние закладочных работ на формирование теплового режима в горных выработках в условиях рудников ОАО «Норильский никель» // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело, том 11, № 2, 2012. – С. 110-114 (на русском языке)*

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шапошник Ю.Н., Шапошник С.Н., Нұршайықова Г.Т., Зайцев И.Г. Қиыр Солтүстіктің жерасты шахталарында мұз-тас және қиыршық-бетонды толтыруды қолдану тәжірибесі // *Мат. ғылыми-практикалық. конф. Қ.И.-ның 120 жылдығына арналған «Қазақстанның жер қойнауы – еліміздің тұрақтылығы мен өркендеуінің негізі». Сатпаева, Өскемен: ШҚМТУ, 2019. – Б. 182-185 (орыс тілінде)*

2. Күріш В.В. Мәңгілік мұз аймағындағы тамырлы кен орындарының бағалы кендерін игеру кезінде өндірілген кеңістікті мұздатылған қайта толтыру технологиясының параметрлерін анықтау. Диссерт. ашық. техника. Ғылымдар, Санкт-Петербург тау-кен университеті, 2019. – Б. 215 (орыс тілінде)
3. Петров Д.Н. Мәңгілік тоң шөгінділерін игеруде мұздатқышты толтыру тіректерін пайдалану тәжірибесін талдау және жалпылау // Солтүстіктің инженерлік-физикалық мәселелерін зерттеу. – Якутск. – 2003. – Б. 90-95 (орыс тілінде)
4. Петров А.Н., Петрова Л.В., Сивцева А.И., Алексеев А.М. Бадран алтын кен орнының төменгі горизонттарын өздігінен жүретін жабдықты қолдану арқылы игеру // Тула мемлекеттік университетінің Известия. Geosciences, том. 2, 2019. – Б. 175-184 (орыс тілінде)
5. Необутов Г.П., Зубков В.П., Петров Д.Н. Мәңгілік тоң шөгінділерін жер асты өндіру жағдайында тау жыныстарының шығуларының тұрақтылығын бағалау // Ғылыми шолу, 2014. – №8. – Б. 941-944 (орыс тілінде)
6. RD 06-326-99. Мәңгілік тоң қабатын жер асты әдісімен игеру бойынша нұсқаулық (камералық және тірек тау-кен жүйелері). – М.: Ресейдің Гостехнадзори, 2000. – Б. 112 (орыс тілінде)
7. Петров Д.Н. Мәңгілік тоң шөгінділерін жер асты қазу кезінде мұзды тау жыныстарының толтырылуын қалыптастырудың ұтымды параметрлерін негіздеу. Аннотация дисс. ашық. техника. Ғылымдар, Якутск, 2014. – Б. 22 (орыс тілінде)
8. Руденко Д.В. Жылыту сымдарын пайдаланып бетонды жылыту параметрлерін есептеу әдістері, SPbGASU, 2007. – Б. 11 (орыс тілінде)
9. Казаков Б.П., Зайцев А.В., Шалимов А.В. «Норильск никель» ОАО шахталары жағдайында тау-кен жұмыстарындағы жылу режимін қалыптастыруға қоймалау операцияларының әсері // Пермь ұлттық зерттеу политехникалық университетінің хабаршысы. Геология. Мұнай-газ және тау-кен ісі, 11 том, №2, 2012. – Б. 110-114 (орыс тілінде)

REFERENCES

1. Shaposhnik Yu.N., Shaposhnik S.N., Nurshaiykova G.T., Zaitsev I.G. Experience in the use of ice-rock and rubble-concrete filling in underground mines of the Far North // Mat. int. scientific-practical. conf. «The subsoil of Kazakhstan is the basis of the stability and prosperity of the country», dedicated to the 120th anniversary of K.I. Satpaeva, Ust-Kamenogorsk: EKSTU, 2019. – P. 182-185 (in Russian)
2. Rice V.V. Determination of technology parameters with frozen backfilling of mined-out space during the development of valuable ores of vein deposits in the permafrost zone. Dis. ... cand. tech. Sciences, St. Petersburg Mining University, 2019. – P. 215 p (in Russian)
3. Petrov D.N. Analysis and generalization of the experience of using freezing backfill supports in the development of permafrost deposits // Research on engineering and physical problems of the North. – Yakutsk. – 2003. – P. 90-95 (in Russian)
4. Petrov A.N., Petrova L.V., Sivtseva A.I., Alekseev A.M. Development of the lower horizons of the Badran gold deposit using self-propelled equipment // Izvestiya of the Tula State University. Geosciences, Vol. 2, 2019. – P. 175-184 (in Russian)
5. Neobutov G.P., Zubkov V.P., Petrov D.N. Assessment of the stability of rock mass outcrops in the conditions of underground mining of permafrost deposits // Scientific Review, 2014. – No. 8. – S. 941-944 (in Russian)
6. RD 06-326-99. Instructions for the development of permafrost placers by the underground method (chamber and pillar mining systems). – M.: Gostekhnadzor of Russia, 2000. – P. 112 (in Russian)
7. Petrov D.N. Substantiation of rational parameters for the formation of ice rock backfill during underground mining of permafrost deposits. Abstract diss. ... cand. tech. Sciences, Yakutsk, 2014. – P. 22 (in Russian)
8. Rudenko D.V. Methods for calculating the parameters of concrete heating using heating wires, SPbGASU, 2007. – P. 11 (in Russian)
9. Kazakov B.P., Zaitsev A.V., Shalimov A.V. Influence of stowing operations on the formation of the thermal regime in mine workings in the conditions of the mines of OAO Norilsk Nickel // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Geology. Oil and gas and mining, volume 11, no. 2, 2012. – PP. 110-114 (in Russian)

Сведения об авторах:

Шапошник Ю.Н., докт. техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН (г. Новосибирск, Россия), shaposhnikyury@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5425-0158>

Конурин А.И., канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН (г. Новосибирск, Россия), shaposhnikyury@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3373-2382>

Шапошник С.Н., докт. техн. наук, доцент, Восточно-Казахстанский технический университет (г. Усть-Каменогорск, Казахстан), shaposhniksergey@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2151-9296>

Крупник Л.А., докт. техн. наук, профессор-исследователь Казахского национального исследовательского технического университета (г. Алматы, Казахстан), leonkr38@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8813-231X>

Авторлар туралы мәліметтер:

Шапошник Ю.Н., техника ғылымдарының докторы, профессор, Тау-кен ісі институтының жетекші ғылыми қызметкері Chinakala SB RAS (Новосибирск қ., Ресей)

Конурин А.И., ф.ғ.к. г., Тау-кен ісі институтының аға ғылыми қызметкері Chinakala SB RAS (Новосибирск қ., Ресей)

Шапошник С.Н., техника ғылымдарының докторы, доцент, Шығыс Қазақстан техникалық университеті (Өскемен қ., Қазақстан)

Крупник Л.А., техника ғылымдарының докторы, зерттеуші профессор, Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің профессоры (Алматы қ., Қазақстан)

Information about authors:

Shaposhnik Yu.N., Dr. tech. sciences, Professor, Leading Researcher, Institute of Mining Chinakala SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Konurin A.I., Ph.D. tech. sciences, Senior Researcher, Institute of Mining Chinakala SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Shaposhnik S.N., Dr. tech. sciences, Associate Professor, East Kazakhstan Technical University (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)

Krupnik L.A., dr. tech. sciences, Professor, Professor of the Kazakh National Research Technical University (Almaty, Kazakhstan)

KAZAKHSTAN
INDUSTRY WEEK



KAZAKHSTAN
MACHINERY FAIR



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ И МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

10-12 мая 2023

Международный выставочный центр «EXPO»
г. Астана, Казахстан

promweek.kz

Организаторы:



Министерство индустрии
и инфраструктурного развития
Республики Казахстан



AEXKS

Контакты:

Выставочная компания
«Астана-Экспо КС»
+7 (7172) 64 23 23

